

PROSIDING

Seminar Nasional **BIOLOGI** 2017



**“Inovasi Pembelajaran
dan Penelitian Biologi (IP2B)”**



Surabaya, 18 September 2017



**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya
2017**

PROSIDING SEMINAR NASIONAL BIOLOGI 2017

” Inovasi Pembelajaran dan Penelitian Biologi I (IP2B I) 2017”

Surabaya, 18 Februari 2017



**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya
2017**

PROSIDING SEMINAR NASIONAL BIOLOGI 2017

"Inovasi Pembelajaran dan Penelitian Biologi I (IP2B I) 2017"

- Penulis : Pemakalah pada Seminar Nasional Biologi 2017
- Editor : Dr. Sifak Indana, M.Pd.; Guntur Trimulyono, S.Si., M.Sc.;
Ahmad Bashri, S.Pd., M.Si.; Eva Kristinawati Putri, S.Pd., M.Si.;
Sari Kusuma Dewi, S.Si., M.Si.
- Reviewer : Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd. (Universitas Negeri Surabaya)
Prof. Dr. Suratno, M.Si. (Universitas Jember)
Dra. Wisanti, M.S. (Universitas Negeri Surabaya)
Reni Ambarwati, S.Si., M.Sc. (Universitas Negeri Surabaya)
Ulfi Faizah, S.Pd., M.Si. (Universitas Negeri Surabaya)
Dr. Sri Rahayu Lestari, M.Si. (Universitas Negeri Malang)
Dr. Rike Oktarianti, M.Si. (Universitas Jember)
Dr. Nurul Jadid Mubarakati, M.Si. (Universitas Islam Malang)
Dr. Retno Wimbaningrum, M.Si. (Universitas Jember)
Dr. Arie Srihardyastutie, M.Kes. (Universitas Brawijaya)
Dr. Fatimah, M.Kes. (Universitas Airlangga)
Dr. Rina Anita Mogeoa, S.Pi., M.Si. (UNIPA Manokwari)

Diterbitkan Oleh:

FAKULTAS MIPA - UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

Gedung D-1 UNESA Kampus Ketintang

Jln. Ketintang - Surabaya 60231

Telepon : +6231 8280009 pes. 310

Faximil : +6231 8296427

Edisi Pertama – Cetakan Pertama

September 2017



Hak cipta dilindungi Undang-undang

*Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan cara apapun
tanpa ijin tertulis dari penerbit*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh
Salam Sejahtera bagi kita semua.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatNya kepada kita semua, sehingga penyusunan prosiding dari hasil kegiatan Seminar Nasional Biologi dengan tema "**Inovasi Pembelajaran dan Penelitian Biologi I (IP2B I) 2017**" dapat terselesaikan. Tujuan Seminar Nasional Biologi 2017 adalah: 1. Mendiseminasikan isu-isu terkini tentang Biologi dan Pembelajaran Biologi, 2. Mengembangkan jejaring di antara akademisi, praktisi dan/atau peneliti di bidang Biologi dan Pembelajaran Biologi, dan 3. Mengembangkan minat di kalangan peneliti muda dan mahasiswa untuk melakukan penelitian di bidang Biologi dan Pembelajaran Biologi. Prosiding ini berisi kumpulan makalah baik bidang pendidikan biologi, biologi, dan ilmu-ilmu hayati lainnya.

Kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak/Ibu pimpinan Universitas Negeri Surabaya atas dukungannya sehingga seminar ini dapat terselenggara, kepada pemakalah yang telah mengikuti kegiatan seminar dan makalahnya turut memberikan kontribusi pada penerbitan prosiding ini. Semoga prosiding ini dapat memberi manfaat bagi kemajuan ilmu Biologi dan Pendidikan Biologi di Indonesia. Terimakasih.

Wassalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh



UNESA
Universitas Negeri Surabaya

Surabaya, September 2017
Ketua Panitia,

Dr. Sifak Indana, M.Pd.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	Hal. i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv

MAKALAH KELOMPOK BIOLOGI

1. Akumulasi Amonium oleh Konsorsium Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Ubi Jalar (<i>Ipomoea batatas</i>) Varietas Papua Patippi dengan Sistem Kultur Setengah Terbuka <i>Iskhawatun Amanah, Yuliani, Lisa Lisdiana</i>	1
2. Analisis Perubahan Asam Amino yang ditranslasi oleh Gen Cyt. Oksidase Sub-unit II (COX2) <i>Tarsius tarsier</i> Form Buton, <i>Tarsius dentatus</i> dan <i>Carlito syrichta</i> <i>Harissudin Masrur, Aloysius Duran Corebima, Abdul Gofur</i>	5
3. Efisiensi Pelarutan Fosfat Bakteri Endofit Akar Ubi Jalar Varietas Papua Patippi <i>Ana Mariatul Khiftiyah, Yuliani, Lisa Lisdiana</i>	10
4. Penggunaan Filtrat Umbi Gadung dan Daun Tembakau Sebagai Biopestisida Pengendali Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i>) pada Tanaman Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i>) <i>Salma Argya Rasmi, Mahbubah, Dyandra Paramitha W.</i>	14
5. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Berbahan Eceng Gondok Terfermentasi terhadap Produksi Tanaman Cabai Merah Varietas Gada MK F1 <i>Marella Kusuma Wardhani, Fida Rachmadiarti, Herlina Fitrihidajati</i>	21
6. Potensi Gizi Jenis-Jenis Ikan Hasil Tangkapan Nelayan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Campurejo Kecamatan Panceng Kabupaten Gresik <i>Nilta Husnayaini, Maulina Maftuhatul I, Desy Muwaffaqoh, Ulfi Faizah</i>	25
7. Studi Awal Keanekaragaman Flora Cagar Alam Pulau Sempu Tahun 2016 <i>Rony Irawanto, Apriyono Rahadiantoro, Ilham Kurnia Abywijaya</i>	34
8. Survey Kebutuhan Masyarakat di Kecamatan Sukorejo Kabupaten Pasuruan tentang Pengolahan Matoa sebagai Nata <i>Mareta Ariswara Edy, Utami Sri Hastuti, Abdul Gofur</i>	43
9. Keanekaragaman Hewan Vertebrata di Area Pertambakan Wonorejo Surabaya <i>Rakmawati, Siti Sundari, Reni Ambarwati, Ulfi Faizah</i>	46
10. Mutasi Gen <i>Tarsius</i> sp. form Buton Berdasarkan Gen <i>Cytochrome-b</i> <i>Reza Ardiansyah, A.D. Corebima, Fatchur Rohman</i>	52
11. Uji Toksisitas Pewangi Sekali Bilas Antibakteri Terhadap Mortalitas Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>) <i>Nila Andriani, Herlina Fitrihidajati, Fida Rachmadiarti</i>	57

12.	Pengaruh Hidrokarbon dalam Air terhadap Massa Lethal Karang <i>Accropora</i> spp <i>Muhlis</i>	61
13.	Peningkatan Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau melalui Penambahan Pupuk Cair Organik <i>Nurdiana K. Jannah, Yuliani, Yuni Sri Rahayu</i>	69
14.	Sebaran dan Koleksi Tumbuhan Hasil Ekspedisi <i>Bioresources</i> Gunung Gandang Dewata Mamasa Sulawesi Barat 157 <i>Rony Irawanto</i>	73
15.	Pengaruh Kondisi Media Fermentasi terhadap Kemampuan Kapang Endofit Bo.Ci.Cl.A3 dalam Menghambat Polimerisasi Hem <i>Eris Septiana, Partomuan Simanjuntak</i>	80
16.	Pembuatan Yoghurt dari Berbagai Jenis Susu dengan <i>Lactobacillus casei</i> <i>Wahyu Nur Sulistyanto , Wira Nanda</i>	86
17.	Analisis Hubungan Kekekabatan Bakteri Endofit Isolat B2 dan B3 Berdasarkan Sekuens 16S rDNA <i>Hilda Zumrona, Yuliani, Lisa Lisdiana</i>	91
18.	Ekstensifikasi Fungsi Lacto B.-Suplemen Probiotik Anak-anak (Balita) sebagai Starter untuk Produksi Keju Kedelai (<i>Soycheese</i>) <i>Rahmi Nugraningrum</i>	97
19.	Uji Total Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan pada Ekstrak Daun Jeruk Purut (<i>Citrus hystrix</i>)Fraksi Etanol dan Metanol <i>Dwi Yulian Anugerah, Betty Lukiaty, Sri Endah Indriwati</i>	103
20.	Uji Toksisitas Bahan Pewangi Pakaian Sekali Bilas Antibakteri terhadap Daya Hidup Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.) <i>Dwi Wahyuning Asih, Herlina Fitrihidajati, Fida Rachmadiarti</i>	108
21.	Analisis Perubahan Asam Amino yang Diterjemahkan oleh Gen <i>Cytochrome b</i> <i>Tarsius</i> sp. Form Buton <i>Suparno Putera Makkadafi, Aloysius Duran Corebima, Fatchur Rohman</i>	112
22.	Keanekaragaman dan Pola Penyebaran Makrobentos di Pantai Bama Taman Nasional Baluran <i>Adi Pratama, Galih Nur Pratomo, Herlina Fitrihidajati, Fida R.</i>	116
23.	Uji Toksisitas Pelembut dan Pewangi Sekali Bilas terhadap Mortalitas Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.) <i>Lailatul Farida, Yeni Hidayanti, Herlina Fitrihidajati, Fida Rachmadiarti</i>	123
24.	Frekuensi dan Penyebaran Alel Golongan Darah Siswa Kelas XI SMA Unggulan Amanatul Ummah Surabaya <i>Dhuria Tifani</i>	128
25.	Variasi Karakteristik Nata dari Berbagai Bahan Alternatif Non-Air Kelapa <i>Rinaldiyanti Rukmana, Innas S., lanatur R., Intan Delia T. P., Suci S.</i>	131

26. Gambaran Profil Senyawa Proksimat Tempe dengan Fortifikasi Bahan Rempah (Inisiasi Terwujudnya Tempe Berflavour)
Siti Harnina Bintari, Retno Sri Iswari, Ely Rudyatmi, Sarjana Parman..... 136

MAKALAH KELOMPOK PENDIDIKAN BIOLOGI

27. Pengembangan Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Mengembangkan Karakter pada Siswa Kelas VIII SMP 18 Malang
Diah Harmawati, Endah Indriwati..... 141
28. Validitas Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Praktikum Daur Ulang Limbah Organik sebagai Pupuk Cair untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa
Nuril Choiriyah, Endang Susantini, Herlina Fitrihidajati..... 144
29. Penerapan Model Pembelajaran *Discovery Learning* berbasis *Lesson Study* untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah dan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa
Listia Adhayul Faridah, Sri Endah Indriwati..... 149
30. Hasil Belajar dan Respons Positif Siswa Melalui LKS *Discovery Learning* pada Materi Sistem Pencernaan
Lilis Suryani, Raharjo, Ulfi Faizah..... 155
31. Kajian tentang Pelaksanaan Pembelajaran Remedial di Sekolah dan Prinsip Program Remedial
Sunarmi..... 165
32. Efektivitas Media Video Terintegrasi *Mnemonic Rhymes and Songs* pada Materi Sistem Gerak Manusia Kelas XI SMA
Umi Choirun Nisak, Muslimin Ibrahim, Nur Kuswanti..... 169
33. Analisis Pengetahuan Siswa tentang Daya Antibakteri Tanaman Berkhasiat Obat
Ary Maf'ula, Utami Sri Hastuti, Fatchur Rohman..... 176
34. Analisis Pengetahuan Siswa SMAN 1 Ujungbatu Tentang Pembuatan Nata Sari Buah sebagai Dasar Pengembangan Bahan Ajar untuk Materi Bioteknologi Konvensional
Yessi Hermawati, Utami Sri Hastuti, Betty Lukiati..... 181
35. Pengembangan Media Interaktif Pteridophyta Berbasis Multimedia sebagai Bahan Ajar di SMA
Kuni Mawaddah, Lia Kusuma Wardani, dan Sunarmi 184
36. Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif pada Materi Bryophyta sebagai Upaya Pengembangan *Multiple Intelligence* Siswa
Leviana Erinda, Muhamad Feri Samsul Falah, dan Sunarmi..... 190

37.	Identifikasi Tingkat Keterlaksanaan Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik dalam Implementasi Kurikulum 2013 di Kota Malang <i>Utari Minangkaning Putri, Ibrahim, Murni Saptasari</i>	195
38.	Kebutuhan Tesaurus Biologi di SMK Negeri 1 Tlogosari Bondowoso <i>Mashudi Hadi S, Fatchur Rohman, Mimien Henie Irawati Al Muhdhar</i>	205
39.	Variasi Morfologi Spora Tumbuhan Paku Koleksi Herbarium Malangensis sebagai Sumber Belajar Matakuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan <i>Eko Sri Sulasmi</i>	209
40.	Pengembangan Bahan Ajar Genetika Berbasis Model <i>Learning Cycle</i> untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA 151 <i>Muhammad Shobirin, AD. Corebima, Betty Lukiati</i>	213
41.	Peningkatan Hasil Belajar Bioteknologi Melalui Implementasi LKS <i>Nata De Pina</i> Berbasis Sains <i>Ira Ari Nuraini, Mahanani Tri Asri, Isnawati</i>	219
42.	Analisis Pengetahuan Mahasiswa Biologi tentang Teknik Investigasi Kapang Endofit pada Tanaman Berkhasiat Obat <i>Qorry Aulya Rohmana, Utami Sri Hastuti, Abdul Gofur</i>	225
43.	Penerapan <i>Group Investigation</i> Dipadu Strategi SQ4R dan <i>Mind Mapping</i> untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa <i>Anilia Rustininingsih, Sri Endah Indriwati</i>	229
44.	Efektivitas Penggunaan Media Video Pembelajaran Kultur Jaringan Anggrek untuk Siswa SMA <i>Della Amanda Sari, Evie Ratnasari, Sifak Indana</i>	235
45.	Pembelajaran IPA Bervisi <i>Bioenvironment</i> melalui Pembuatan Detektor Kualitas Tanah Sederhana di MTs Miftahul Falaah Kediri <i>Arina Mana Sikana</i>	240
46.	Analisis Manajemen Berbasis Sekolah dalam Meningkatkan Prestasi Belajar di SMA Negeri 1 Kebomas Gresik <i>Muallidin Rosidi</i>	244
47.	Pengembangan Modul Tumbuhan Lumut Berbasis Pendekatan Kontekstual Sebagai Bahan Ajar Pembelajaran Tumbuhan Lumut di Sekolah <i>Intan Yunanda, Lydia Bayu Fitriana, Sunarmi</i>	251
48.	Pengembangan Modul Pteridophyta Berbasis Kontekstual sebagai Bahan Ajar di SMA <i>Firda Ama Zulfia, Mohamad Nasrul Fuad, Sunarmi</i>	255
49.	Perbandingan Keterampilan Metakognitif antara Siswa Berkemampuan Akademik Tinggi dan Rendah kelas XI Materi Biologi SMA di Kabupaten Malang melalui Strategi Inkuiri <i>Murni Sapta Sari, Sunarmi, Amy Tenzer</i>	260

50.	Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP di Kabupaten Pasuruan <i>Kasiani, Ibrohim, Lia Yuati</i>	265
51.	Penerapan <i>Problem Solving</i> melalui <i>Brainstorming</i> Berbasis <i>Lesson Study</i> untuk Meningkatkan Kecakapan Berkomunikasi Lisan Mahasiswa <i>Kholishotul Fuadah, Sri Endah Indriwati</i>	270
52.	Kepraktisan Preparat Pewarnaan Gram Bakteri dan LKS pada Konsep Archaeobacteria dan Eubacteria Kelas X SMA <i>Tita Fitriana Sukmawati, Novita Kartika Indah, Guntur Trimulyono</i>	275
53.	Peningkatan Hasil Belajar dan Literasi Sains melalui Penerapan Pendekatan Saintifik Berbasis Socio-Scientific Issues (SSI) Materi Pencemaran Lingkungan Siswa Kelas VII A SMP Negeri 1 Ngoro Mojokerto <i>Khusnul Mudawamah</i>	280
54.	<i>Problem Based Learning</i> Berbasis TIK dalam Pembelajaran Biologi sebagai Sarana Meningkatkan <i>Soft Skill</i> dan Keterampilan Literasi TIK <i>Enny Kristinawati, Herawati Susilo, Abdul Gofur</i>	288

Akumulasi Amonium oleh Konsorsium Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Varietas Papua Patippi dengan Sistem Kultur Setengah Terbuka

Iskhawatun Amanah¹, Yuliani², Lisa Lisdiana³
^{1,2,3}Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Surabaya
¹ email: *iskhawatuniskha@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan akumulasi amonium oleh konsorsium bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar varietas papua patippi dengan sistem kultur setengah terbuka. Isolat bakteri yang akan diuji diremajakan dalam media nutrisi agar, setelah itu dikonsorsiumkan sesuai jenisnya, yang terdiri dari 6 jenis konsorsium yaitu konsorsium A1-B1, A1-B2, A1-B3, B1-B2, B1-B3, dan B2-B3. Selanjutnya setiap konsorsium bakteri diinokulasikan ke dalam media Nitrat Mineral Salts (NMS) cair. Setelah itu, Kultur bakteri diinkubasi selama 6 hari pada suhu ruang (25-30oC) dengan sistem kultur setengah terbuka (membuka dan menutup wadah kultur setiap kali pengukuran amonium yang dilakukan secara aseptik). Penghitungan akumulasi amonium dilakukan setiap hari selama masa inkubasi menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 410 nm. Data akumulasi amonium konsorsium bakteri endofit dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akumulasi amonium yang dihasilkan keenam jenis konsorsium bakteri endofit dengan sistem kultur setengah terbuka memiliki nilai rata-rata berkisar antara 9 mg/L - 11 mg/L. Konsorsium A1-B3 merupakan konsorsium yang mampu menghasilkan akumulasi amonium tertinggi yaitu sebesar 10,89 mg/L.

Kata Kunci: *Akumulasi amonium; Konsorsium bakteri endofit; Ipomoea batatas var. papua patippi; Sistem kultur setengah terbuka*

PENDAHULUAN

Bakteri endofit yang memiliki kemampuan dalam menambat nitrogen disebut sebagai bakteri endofit diazotrof. Bakteri endofit diazotrof hidup dalam jaringan tanaman dan dapat menambat nitrogen dari udara melalui simbiosis dengan inangnya (James, 2000). Kemampuan penambatan nitrogen oleh bakteri endofit dapat diukur berdasarkan akumulasi amonium (NH₄⁺) yang terbentuk. Hal tersebut dikarenakan nitrogen (N₂) yang ditambat oleh bakteri endofit akan direduksi menjadi NH₃ yang selanjutnya direduksi menjadi NH₄ (Setiawati et al., 2008), sehingga jumlah akumulasi amonium menunjukkan besarnya aktivitas penambatan nitrogen dari udara oleh bakteri endofit. Amonium yang dihasilkan oleh bakteri endofit akan terakumulasi dalam sel yang selanjutnya diekskresikan ke luar sel melalui mekanisme difusi sederhana. Amonium yang diekskresikan ke luar sel dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman dan organisme lain tanpa harus menunggu sel mati atau lisis (Hartono, 2014).

Akumulasi amonium oleh bakteri endofit dapat dilakukan oleh isolat tunggal maupun

konsorsium. Choure et al. (2012) menyatakan bahwa mikrob konsorsium merupakan sekelompok mikroorganisme yang berbeda spesies yang bekerjasama membentuk suatu komunitas. Bashan (1998) juga menerangkan bahwa penggunaan mikrob konsorsium yang berinteraksi secara sinergis akan memberikan hasil yang lebih baik bila dibandingkan dengan mikrob tunggal. Hal tersebut dikarenakan adanya aktivitas enzim yang saling melengkapi satu sama lain (Komarawidjaja, 2009). Penelitian yang dilakukan oleh Suriaman (2010) mengenai potensi bakteri endofit tanaman kentang dalam menambat nitrogen juga menunjukkan bahwa konsorsium bakteri endofit mampu mengakumulasi amonium lebih tinggi dibandingkan dengan isolat tunggal. Konsorsium *Bacillus mycoides* dengan *Klebsiella ozaenae* mampu mengakumulasi amonium sebesar 1,399 ppm sedangkan isolat tunggal yang memiliki kemampuan mengakumulasi amonium paling tinggi ialah *K. ozaenae* sebesar 1,106 ppm.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Amanah et al. (2016) menunjukkan bahwa konsorsium bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar varietas papua

patippi mampu meningkatkan penambatan nitrogen yang ditunjukkan dengan akumulasi amonium yang terbentuk. Rata-rata nilai akumulasi yang dihasilkan berkisar antara 8 mg/L- 10 mg/L. Konsorsium A1-B3 memiliki nilai rata-rata akumulasi amonium tertinggi yaitu sebesar 10,38 mg/L. Penelitian yang dilakukan Amanah et al. (2016) menggunakan sistem kultur tertutup yang kurang efektif karena membutuhkan banyak alat uji, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai akumulasi amonium konsorsium bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar varietas papua patippi dengan sistem kultur setengah terbuka.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Juni 2016 di Laboratorium Mikrobiologi gedung C9 dan Laboratorium IPA TERPADU gedung C12 Universitas Negeri Surabaya. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: media selektif Nitrate Mineral Salts (NMS), larutan NH_4Cl (Larutan standart), reagen nessler, Larutan NaCl 0,9%, methylen blue, dan isolat bakteri endofit A1, B1, B2, dan B3 (Anggara et al., 2014). Alat yang digunakan dalam penelitian, yaitu: shaker incubator, mikropipet, sentrifuge, haemositometer, mikroskop, pipet, syringe dan spektrofotometer uv-vis.

Pengukuran akumulasi amonium oleh konsorsium bakteri endofit diawali dengan peremajaan bakteri endofit A1, B1, B2, dan B3 pada *nutrient agar* dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang (25-30°C). Selanjutnya, diambil 4 ose isolat bakteri tersebut untuk disuspensikan dalam 10 mL NaCl 0,9%. Masing-masing isolat yang telah disuspensikan kemudian dikonsorsiumkan menjadi 6 jenis konsorsium yaitu konsorsium A1-B1, A1-B2, A1-B3, B1-B2, B1-B3, dan B2-B3. Masing-masing isolat bakteri endofit yang akan dikonsorsiumkan diambil sebanyak 1 mL dan dimasukkan dalam 100 mL media NMS cair. Setelah itu dihomogenkan dan diinkubasi selama 6 hari menggunakan sistem kultur setengah terbuka. Pada sistem kultur setengah terbuka, satu jenis konsorsium isolat bakteri endofit ditumbuhkan dalam satu erlenmeyer yang berisi media NMS cair untuk 6 hari masa inkubasi. Pada sistem kultur setengah terbuka, media pertumbuhan konsorsium bakteri endofit mengalami penambahan nutrisi (N_2) dari udara selama masa inkubasi.

Akumulasi amonium masing-masing konsorsium diukur setiap hari selama enam hari dengan mengambil 5 ml suspensi konsorsium menggunakan syringe steril, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 10.000xg. Supernatan yang diperoleh diambil dan ditambahkan 0,1 ml reagen *Nessler* untuk selanjutnya diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang (25-30°C). Masing-masing supernatan konsorsium bakteri endofit kemudian diukur akumulasi amoniumnya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 410 nm. Akumulasi jumlah amonium selanjutnya dihitung dengan memasukkan nilai absorbansi ke dalam persamaan kurva standart.

Teknis analisis data yang digunakan adalah analisis data deskriptif kuantitatif. Nilai absorbansi amonium yang diperoleh dari pengukuran kultur konsorsium dalam media NMS menggunakan spektrofotometer (panjang gelombang 410 nm) diolah menggunakan rumus untuk mendapatkan data akumulasi amonium. Data akumulasi amonium (NH_4^+) yang didapatkan dari masing-masing konsorsium isolat bakteri endofit setiap harinya dibandingkan antar jenis konsorsium untuk mengetahui kemampuan masing-masing konsorsium dalam mengakumulasi amonium.

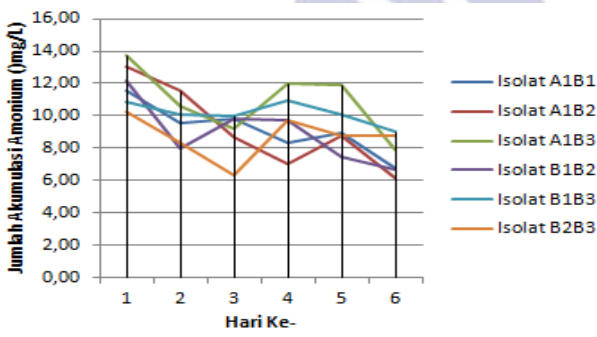
HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsorsium bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar varietas papua patippi mampu mengakumulasi amonium pada sistem kultur setengah terbuka. Pada sistem ini, rata-rata akumulasi amonium masing-masing konsorsium selama 6 hari masa inkubasi berkisar anatar 9 mg/L – 11 mg/L. Rata-rata nilai akumulasi amonium tertinggi diperoleh pada konsorsium A1-B3 dengan nilai sebesar 10,89 mg/L (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil pengamatan dan pengukuran akumulasi amonium (NH_4^+) konsorsium bakteri endofit akar tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas*) varietas papua patippi.

Jenis Konsorsium	Akumulasi Amonium (mg/L) Hari Ke-						Rata-rata (mg/L)
	1	2	3	4	5	6	
Isolat A1B1	11,58	9,52	9,78	8,34	8,96	6,75	9,16
Isolat A1B2	13,07	11,53	8,65	7,06	8,75	6,18	9,21
Isolat A1B3	13,74	10,60	9,16	11,99	11,89	7,93	10,89
Isolat B1B2	12,15	7,98	9,83	9,73	7,47	6,70	8,89
Isolat B1B3	10,86	10,04	9,99	10,96	10,04	9,01	10,15
Isolat B2B3	10,30	8,34	6,29	9,73	8,81	8,75	8,70

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai akumulasi amonium masing-masing jenis konsorsium bakteri endofit mengalami fluktuasi setiap harinya. Fluktuasi nilai akumulasi amonium dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik akumulasi amonium konsorsium bakteri endofit

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsorsium bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar varietas papua patippi mampu mengakumulasi amonium pada sistem kultur setengah terbuka. Pada sistem ini, rata-rata akumulasi amonium masing-masing konsorsium selama 6 hari masa inkubasi berkisar anatar 9 mg/L – 11 mg/L. Rata-rata nilai akumulasi amonium tertinggi diperoleh pada konsorsium A1-B3 dengan nilai sebesar 10,89 mg/L. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa nilai rata-rata akumulasi amonium yang dihasilkan pada sistem kultur setengah terbuka lebih baik dibandingkan dengan sistem kultur tertutup. Pada sistem kultur tertutup, rata-rata nilai akumulasi amonium yang dihasilkan berkisar antara 8 mg/L - 10 mg/L, sedangkan konsorsium A1-B3 yang memiliki

nilai rata-rata akumulasi amonium tertinggi mampu menghasilkan amonium sebesar 10,38 mg/L. Hal tersebut dikarenakan pada sistem kultur setengah terbuka memungkinkan adanya nitrogen bebas yang masuk. Bakteri endofit akan mengubah nitrogen bebas (N_2) dari udara menjadi bentuk yang tersedia untuk pertumbuhan tanaman yaitu dalam bentuk amonium (NH_4^+), sehingga peningkatan jumlah amonium bergantung dengan jumlah nitrogen yang tersedia (Purwoko, 2007).

Pada sistem kultur setengah terbuka, nilai akumulasi amonium tertinggi juga diperoleh pada hari ke-1. Pada penelitian ini, dimungkinkan bahwa fase adaptasi konsorsium bakteri endofit berlangsung lebih cepat, sehingga pada hari ke-1 sudah dihasilkan jumlah amonium yang tinggi. Nilai akumulasi amonium tertinggi yang diperoleh pada hari ke-1 sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Thomas et al. (1990) yang menjelaskan bahwa ekskresi amonium tertinggi oleh bakteri *Anabaena siamensis* terjadi pada tahap adaptasi (lag phase). Kusnadi et al. (2003) menerangkan bahwa pada tahap ini bakteri dalam masa penyesuaian. Bakteri akan menyesuaikan diri dengan melakukan penambatan nitrogen sampai sintesis sel mencapai maksimal. Monod (2007) juga menerangkan bahwa pada fase ini bakteri akan aktif mensintesis enzim nitrogenase yang digunakan dalam proses penambatan nitrogen. Tingginya aktivitas nitrogenase akan meningkatkan jumlah amonium yang akan diakumulasi (Setiawati et al., 2008).

Pada sistem kultur setengah terbuka, nilai akumulasi amonium cenderung menurun setiap harinya. Hal tersebut dapat disebabkan karena nutrisi yang terkandung dalam media terutama unsur Fe dan Mo yang menyusun enzim nitrogenase berkurang akibat pengambilan media terus-menerus selama 6 hari masa inkubasi. Purwoko (2007) menyatakan bahwa nitrogenase merupakan enzim yang tersusun atas protein MoFe (nitrogenase I) dan Fe (nitrogenase II). Tingginya aktivitas nitrogenase akan meningkatkan penambatan N_2 bebas sehingga semakin banyak amonium yang akan diakumulasi (Setiawati et al., 2008). Hal ini menunjukkan bahwa kurangnya aktivitas nitrogenase akan menyebabkan berkurangnya jumlah akumulasi amonium yang dihasilkan.

Penggunaan sistem kultur setengah terbuka juga memungkinkan oksigen untuk masuk ke dalam media. Adanya kontak antara bakteri endofit dengan oksigen bebas menyebabkan rusaknya enzim nitrogenase yang nantinya akan menyebabkan penghambatan proses penambatan nitrogen (Dixon dan Khan, 2004). Ludden (2001) menyatakan bahwa oksigen bebas akan berikatan dengan gugus metal enzim nitrogenase, sehingga menyebabkan enzim ini tidak aktif dan mengalami reaksi irreversible.

Pada tanaman, proteksi terhadap kadar oksigen yang tinggi dilakukan dengan memanfaatkan leghemoglobin. Purwoko (2007) menjelaskan bahwa leghemoglobin pada sel-sel bakteroid berperan sebagai buffer terhadap invasi oksigen dan memfasilitasi arus oksigen ke respirasi tanaman. Salisbury dan Ross (1995) juga menambahkan bahwa anatomi bakteroid itu sendiri memiliki peran penting dalam mempertahankan konsentrasi O₂ yang rendah di sekitar nitrogenase dengan bertindak sebagai pembatas difusi oksigen.

SIMPULAN

Konsorsium bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar varietas papua patippi mampu mengakumulasi amonium pada sistem kultur setengah terbuka. Pada sistem ini, rata-rata akumulasi amonium masing-masing konsorsium selama 6 hari masa inkubasi berkisar antara 9 mg/L – 11 mg/L. Rata-rata nilai akumulasi amonium tertinggi diperoleh pada konsorsium A1-B3 dengan nilai sebesar 10,89 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

Amanah I, Yuliani, Lisdiana L, 2016. Potensi Konsorsium Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Varietas Papua Patippi dalam Menambat Nitrogen. *Jurnal LenteraBio*.

Anggara BS, Yuliani, dan Lisdiana L, 2014. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Hormon Indole Acetic Acid dari Akar Tanaman Ubi Jalar. *LenteraBio* 3(3): 160-167.

Bashan Y, 1998. Inoculants of Plant Growth-Promoting Bacteria for Use in Agriculture. *Biotechnology Advances*. 16(4): 729-770.

Choure K, Dibey RC, dan Maheswari DK, 2012. Development of Plant Growth Promoting Microbial Consortium Based on Interaction

Studies to Reduce Wilt Incidence in *Cajanus cajan* L. var. Manak. *Journal of Scientific Research*. 12(11): 1459-1470.

Dixon R dan Kahn D, 2004. Genetic Regulation of Biological Nitrogen Fixation. *Nature Reviews*. 2: 621-631.

Hartono, 2014. Ekskresi Amonium Pada Bakteri Penambat Nitrogen dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Bionature*. 15(1): 35-40.

James EK, 2000. Nitrogen Fixation in Endophytic and Associative Symbiosis. *Field Crops Research*. 65 (2000): 197-209.

Kusnadi, Periswati, Sulasmi A, Purwaningsih W, dan Rochintaniawati D, 2003. *Mikrobiologi*. Jakarta: Univesitas Indonesia Press.

Komarawidjaja W, 2009. Karakteristik dan Pertumbuhan Konsorsium Mikroba Lokal dalam Media Mengandung Minyak. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 10(1): 114-119.

Ludden PW, 2001. Nitrogenase Complex. *Encyclopedia of Life Science*: 1-8.

Monod J, 2007. The Growth of Bacterial Cultures. *Microbiol*. 3: 371-394.

Purwoko T, 2007. *Fisiologi Mikroba*. Jakarta : Bumi Aksara

Salisbury FB dan Ross CW, 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Bandung: Penerbit ITB Bandung.

Setiawati MR, Arief DH, Suryatmana P, dan Hudaya R, 2008. Formulasi Pupuk Hayati Bakteri Endofitik Penambat N₂ dan Aplikasinya untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Padi. <http://blogs.unpad.ac.id/mieke/files/2010/12/Artikel-Ilmiah-Andalan08-new1.pdf>. Diunduh tanggal 25 Juni 2016.

Suriaman E, 2010. Potensi Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*) dalam Memfiksasi N₂ di Udara dan Menghasilkan Hormon IAA (Indole Acetic Acid) Secara In Vitro. *Skripsi. Tidak Dipublikasikan*. Malang: Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim.

Thomas SP, Zaritsky A and Boussiba S, 1990. Ammonium Excretion by an L-Methionine-DL-Sulfoximine Resistant Mutant of the Rice Field Cyanobacterium *anabaena siamensis*. *Appl. Environ. Microbiol*. 56: 3499-3504.

Analisis Perubahan Asam Amino yang ditranslasi oleh Gen *Cyt. Oksidase Sub-unit II (COX2)* *Tarsius tarsier* Form Buton, *Tarsius dentatus* dan *Carlito syricta*

Harissudin Masrur¹, Aloysius Duran Corebima², Abdul Gofur³

^{1,2,3}Universitas Negeri Surabaya

Jl. Semarang No. 5, Sumbersari, Lowokwaru, Kota Malang, 65145

¹email: harissudinmasrur@gmail.com

ABSTRAK

Sulawesi memiliki spesies yang dilindungi yaitu tarsius (*Tarsius tarsier*), tersebar di daratan Sulawesi maupun di pulau-pulau yang mengitarinya, salah satunya adalah Pulau Buton. Tarsius saat ini masih menjadi hewan menarik untuk diteliti, khususnya dalam bidang biologi molekuler yaitu mutasi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis perubahan asam amino hasil translasi sekuen parsial gen *cyt. oksidase sub-unit II (COX2)* *Tarsius tarsier* form Buton, *Tarsius dentatus* dan *Carlito syricta*. Jenis penelitian ini adalah deskriptif eksploratif. Sekuensing produk PCR menggunakan primer COX2F dan COXR menghasilkan urutan basa sepanjang 560 nt. Hasil sekuensing gen parsial COX2 selanjutnya diujarkannya berganda dengan gen *Tarsius dentatus* dan *Carlito syricta* dari *Genebank* dengan bantuan *software* Clustal X, dan dianalisis dengan bantuan *software* Mega 7.0. Hasil penjajaran dua sampel *Tarsius tarsier* form Buton dapat diketahui bahwa keduanya memiliki situs yang identik (100%), artinya tidak ada perbedaan basa pada satu spesies tarsius meskipun sampel berbeda. Namun, penjajaran *Tarsius tarsier* form Buton dengan spesies lainnya, yaitu *Tarsius dentatus* dan *Carlito syricta* terdapat beberapa perbedaan komposisi asam amino. Berdasarkan hasil analisis, dapat diketahui bahwa jumlah asam amino yang berhasil terbentuk adalah 186 dan asam amino yang berubah (variabel) 14. Adanya variable asam amino pada spesies Tarsius yang dibandingkan menandakan adanya perubahan susunan basa pada kodon yang merubah komposisi asam amino.

Kata Kunci: Tarsius, gen COX2, asam amino

PENDAHULUAN

Sulawesi merupakan pulau terbesar yang terletak di daerah biogeografi Wallacea. Daerah tersebut meliputi Sulawesi dan pulau-pulau lain yang berada di antara garis Wallacea di sebelah barat dan garis Lydekker di sebelah timur (Hall dalam Shekelle dan Leksono, 2004). Pulau Sulawesi memiliki keanekaragaman flora dan fauna endemik yang relatif cukup banyak, khususnya dari kelompok mamalia. Sulawesi memiliki 127 jenis mamalia dimana 77 diantaranya bersifat endemik (Whitten, *et al.*, 2002).

Salah satu hewan endemik di Pulau Sulawesi yaitu tarsius (*Tarsius tarsier*), habitatnya tersebar di daratan Sulawesi maupun di pulau-pulau yang mengitarinya, salah satunya adalah pulau Buton. Pulau buton sendiri memiliki hutan konservasi seluas 27.000 hektar yang menjadi habitat dari spesies Tarsius (Antara, 2013). Tarsius adalah primata terkecil di dunia. Ukuran tarsius dewasa 9,5 – 14 cm, dan memiliki ekor dengan panjang 20 – 26 cm, serta berat badan 104 – 150 gram. Rambutnya halus berwarna abu-abu pasir dengan kombinasi kuning keemasan (Iskandar, *et al.*, 2006). Habitat *Tarsius tarsier* umumnya di hutan hujan

primer maupun sekunder, namun mereka lebih suka hidup di hutan hujan sekunder. Hal tersebut ditengarai karena lebih melimpahnya sumber makanan di lokasi tersebut. Sebaran habitat *Tarsius tarsier* yaitu dari hutan hujan yang dekat dengan laut hingga hutan hujan di kaki gunung yang berketinggian 1500 mdpl. (Wright, *et al.*, dalam Mogk, 2012).

Banyaknya perburuan ilegal dan rusaknya habitat alami Tarsius menyebabkan hewan ini terancam punah. Tarsius merupakan satwa primata langka dan endemis di Sulawesi yang dilindungi sejak tahun 1930 berdasarkan Undang-undang No. 5/1990 dan PP No. 7/1999 (Widayanti, *et al.*, 2012). Akibat dari hal negatif tersebut, maka konservasi secara insitu maupun eksitu penting untuk dilaksanakan. Pengungkapan status genetik Tarsius penting guna mendukung konservasi tersebut. Salah satu peneliti yang fokus pada pengungkapan status genetik Tarsius adalah Widayanti *et al.* (2010) yang menggunakan sekuen DNA mitokondria (mtDNA) sebagai penanda genetik Tarsius, salah satunya adalah gen *cyt. oksidase sub-unit II (COX2)*.

Gen penyandi *cyt. oksidase sub-unit II* mempunyai ukuran 684 pb, terletak di antara gen

penyandi tRN^{Asp} (di sebelah kiri atau depan) dan gen penyandi tRNA^{Lys} (di sebelah kanan atau belakang) pada mt-DNA (Schmitz *et al.*, 2002). Menurut Galina *et al.*, (2003) pada gen penyandi COX2 di beberapa spesies hewan memiliki angka mutasi yang lebih besar dibandingkan dengan gen-gen penyandi lainnya di dalam DNA mitokondria. Mutasi yang ada berkemungkinan untuk merubah susunan kodon yang menyandi asam amino.

Penelitian yang melibatkan gen COX2 sebelumnya telah dilakukan oleh Adkins dan Honeycutt (1994) dan Widayanti *et al.*, (2010). Penelitian Adkins dan Honeycutt (1994) dilakukan guna menguji variasi sekuen asam amino dan nukleotida *cyt.* oksidase sub-unit II pada 25 jenis primata (termasuk dua jenis Tarsius). Hasil dari penelitian tersebut yaitu terdapat kekerabatan yang dekat (*sister-group*) antara tarsius dan kera (*ape clade*). Penelitian tersebut tidak berfokus pada seberapa dekat kekerabatan antara dua tarsius yang digunakan sebagai sampel. Penelitian Widayanti *et al.*, (2010) didapatkan hasil bahwa berdasarkan urutan nukleotida dan asam amino *cyt.* oksidase sub-unit II dapat membedakan antara tarsius dari Lampung dan tarsius dari Sulawesi, tetapi tidak dapat digunakan untuk membedakan antara *Tarsius diana* (dari Sulawesi Tengah) dan *Tarsius spektrum* (dari Sulawesi Utara).

Analisis molekuler yang akan dilakukan pada penelitian ini berfokus pada perubahan asam amino yang ditranslasi oleh gen COX2 *Tarsius tarsier* form Buton dan beberapa spesies Tarsius dari daerah lain yang datanya berasal dari *Genebank*, yaitu *Tarsius dentatus* yang tersebar di daratan Sulawesi dan *Carlito syrichta* yang tersebar di beberapa pulau negara Filipina. Analisis perubahan asam amino tersebut akan dibantu oleh *software* Clustal-X dan Mega 7.0.

Analisis perubahan asam amino pada gen *cyt.* oksidase sub-unit II *Tarsius tarsier* form Buton belum pernah dilakukan sebelumnya. Hal tersebut diperkuat dari data gen COX2 *Tarsius tarsier* form Buton yang belum ada di *Genebank*. Selain itu, penelitian terdahulu tentang analisis molekuler pada gen COX2 menunjukkan bahwa sekuen gen tersebut dapat dijadikan sebagai penanda genetik pada Tarsius. Gen COX2 diharapkan dapat dijadikan sebagai penanda genetik pada spesies *Tarsius tarsier* form Buton yang nantinya dapat digunakan untuk kepentingan konservasi.

METODE

Koleksi Sampel

Data *Tarsius tarsier* diperoleh dari hutan Pulau Buton, yang terdiri dari dua sampel, sedangkan data *Tarsius dentatus* dan *Carlito syrichta* diperoleh dari *Genebank* dengan kode akses KC977310.1 dan L22784.1.

Isolasi DNA

Proses isolasi dan purifikasi DNA berasal dari sampel yang terbatas, maksimal 5 mg jaringan otot menggunakan *innuPrepDNA Micro Kit*. Alat yang digunakan untuk mengukur kemurnian DNA adalah *Gene Quant Pro*, yaitu alat pengukur konsentrasi DNA yang menggunakan *spectrophotometer* absorbansi ultraviolet dengan panjang gelombang 260 nm dan 280 nm.

Primer yang Digunakan

Primer yang digunakan adalah primer gen COX2 hasil rancangan widayanti, *et al.* (2010). Primer untuk Amplifikasi Gen COX2 pada *Tarsius tarsier* bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Primer untuk amplifikasi gen COX2 *Tarsius tarsier*

Target R/F	Urutan Basa	Jumlah	Temperatur
660 bp	F 5' ACCCCTGTGTATTTTCATGGC 3'	21	58,59° C
	R 5' ACTAGTTCTAGGACGATGGGCA 3	21	57,59° C

Amplifikasi fragmen dna dengan PCR

Alat yang digunakan adalah mesin PCR Biometra T-Personal. Komponen dan optimasi kondisi PCR dapat dilihat di Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Komponen PCR

No	Komponen PCR	Konsentrasi	Volume (µl)
1	DNA <i>template</i>	-	4,0 – 5,0
2	ddH ₂ O	-	10 – 14
3	Buffer	5×	2,5
4	MgCl ₂	25 mM	3 – 4
5	Campuran dNTP	1 mM	0,5
6	Primer <i>forward</i>	15 – 30 pmol µL ⁻¹	0,5
7	Primer <i>reverse</i>	15 – 30 pmol µL ⁻¹	0,5
8	tag DNA polimerase	4 – 6 U µL ⁻¹	0,3

Tabel 3. Kondisi PCR

No	Jumlah siklus	Durasi (menit)	Temperatur (°C)	Tahap
1	35	3	94	Denaturasi awal
2	35	1	94	Denaturasi
3	35	1	55	<i>Annealing</i>
4	35	1	72	Elongasi
5	35	10	72	Pasca elongasi

Sekuensing DNA

Amplikon gen *cyt.* oksidase subunit II selanjutnya akan dikirim ke perusahaan First BASE, Laboratories Sdn, Bhd. Selangor, Malaysia untuk disekuensing. Alat yang digunakan adalah ABI PRISM 3730x1 Genetic Analyzer Biosystem USA.

Analisis Hasil Sekuensing

Hasil sekuensing gen *cyt.* oksidase subunit II akan dijabarkan dengan *software* penjarar otomatis Clustal-W (Thompson *et al.* 1994), MEGA 7.0 (Tamura, *et al.*, 2012).

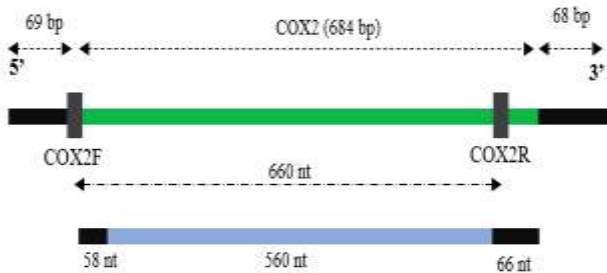
HASIL

Sepasang primer hasil rancangan Widayanti *et al.* (2010) pada penelitian ini khusus mengamplifikasi daerah gen *COX2*. Hasil visualisasi PCR pada gel agrose 1,5% dapat dilihat pada Gambar 1. Jumlah pasangan basa (pb) hasil amplifikasi gen *COX2 Tarsius tarsier* yaitu 560 pb.



Gambar 1. Hasil Amplifikasi Gen *Cyt. Oksidase* Sub-unit II melalui PCR: (1) Marka DNA 1 kb; (2) *Tarsius tarsier* form Buton sampel 1; dan (3) *T. tarsier* form Buton sampel 2

Gen parsial *COX2* sepanjang 660 nukleotida (nt) setelah dilakukan sekuensing menghasilkan 560 nt yang dapat dianalisis, yaitu pada posisi ke-59 hingga posisi ke-619 dari ujung 5' gen *COX2* utuh (lihat Gambar 2)



Gambar 2. Lokasi penempelan primer dan sekuen yang diamplifikasi pada gen target

Keterangan:
 ■ = lokasi penempelan primer
 ■ = sekuen gen *cyt.* oksidase sub-unit II
 ■ = sekuen yang teramplifikasi

Tabel 5. Proporsi asam amino hasil dari amplifikasi gen *COX2*

Sampel	Proporsi Asam Amino (%)									
	Ala	Cys	Asp	Glu	Phe	Gly	His	Ile	Lys	Leu
<i>T. tarsier_buton1</i>	4,9	1,1	5,5	5,0	1,6	3,8	3,8	13,8	2,7	15,8
<i>T. tarsier_buton2</i>	4,9	1,1	5,5	5,0	1,6	3,8	3,8	13,7	2,7	15,8
<i>T. dentatus</i>	4,4	1,1	5,5	5,5	1,6	3,8	3,8	14,8	2,2	15,9
<i>C. syrichta</i>	2,7	1,1	5,5	5,5	1,6	3,8	3,8	13,2	2,2	16,5
Rerata	4,0	1,1	5,5	5,2	1,6	3,8	3,8	13,8	2,5	16,0
	Met	Asn	Pro	Gln	Arg	Ser	Thr	Val	Trp	Tyr
<i>T. tarsier_buton1</i>	0	2,2	4,9	2,2	3,3	9,3	9,3	5,5	0,5	4,9
<i>T. tarsier_buton2</i>	0	2,2	4,9	2,2	3,3	9,3	9,3	5,5	0,5	4,9
<i>T. dentatus</i>	0	2,7	5,5	2,2	3,3	8,2	8,8	5,5	0	4,9
<i>C. syrichta</i>	0	3,3	5,5	2,2	3,3	7,7	10,4	6,6	0	4,9
Rerata	0	2,6	5,2	2,2	3,3	8,6	9,4	5,7	0,3	4,9

Keterangan: ala = alanin, cys = sistein, asp = asam aspartat, glu = asam glutamat, phe = fenilalanin, gly = glisin, his = histidin, ile = isoleusin, lys = lisin, leu = leusin, met = metionin, asn = asparagin, pro = prolin, gln = glutamin, arg = arginin, ser = serin, thr = threonin, val = valin, trp = triptofan, tyr = tirosin.

Tabel 6. Variable Asam Amino pada sampel dan spesies pembandingan yang berasal dari *Genebank*

Sampel	Asam Amino													
	55	70	73	75	78	98	107	111	129	131	146	163	166	183
<i>T.tarsier</i> B1	T	K	S	S	I	S	A	A	I	V	I	A	A	S
<i>T.tarsier</i> B2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>T. dentatus</i>	I	E	.	.	.	N	.	P	.	I	V	.	I	A
<i>C. syrichta</i>	I	E	N	L	V	N	T	P	V	I	V	T	T	.

Keterangan: Angka = situs. A = Alanin, I = Isoleusin, L = Leusin, V = Valin, K = Lisin, E = Asam glutamat, N = Asparagin, T = Treonin, P = Prolin, S = Serin.

PEMBAHASAN

Sekuen parsial gen *COX2* spesies *Tarsius* yang berhasil diamplifikasi berjumlah 560 bp dimana berdasarkan hasil analisis, gen sekuen *COX2* tersebut menghasilkan 186 asam amino dimana terdapat 14 variabel. Asam amino yang ditranslasikan, baik yang berasal dari sampel penelitian maupun sekuen homolog yang berasal dari *Genebank*, proporsi tertinggi adalah leusin (rerata = 16%) dan isoleusin (rerata = 13,8%), sedangkan metionin tidak ditemukan pada semua sekuen yang dianalisis (0%). Tingginya proporsi leusin diakibatkan oleh banyak kodon yang mengandung basa C dan T, disandikan oleh 6 kodon yang berbeda, serta beberapa diantaranya dibedakan oleh perubahan basa pertama yang menyebabkan mutasi diam (*silent mutation*) (TTR↔CTR) (Irwin, *et al.*, 1991).

Penjajaran sekuen sampel dan dua sekuen spesies *Tarsius* yang berasal dari *Genebank* ditemukan 116 kodon beragam, namun hanya terdapat 14 situs

yang mengalami perubahan asam amino (variabel). Ke-14 situs tersebut adalah situs nomor 55, 70, 73, 75, 78, 98, 107, 111, 129, 131, 146, 163, 166, dan 183. Pada situs nomor 55, kodon ACC menyandikan Treonin, ATT dan ATC menyandikan isoleusin. Situs nomor 70, kodon AAA menyandikan lisin, dan GAG dan GAA menyandikan asam glutamat. Situs nomor 73, AGT dan AGC menyandikan serin, dan AAC menyandikan asparagin. Situs nomor 75, TCC menyandikan serin, dan CTT menyandikan leusin. Situs nomor 78, ATC dan ATT menyandikan isoleusin, dan GTC menyandikan valin. Situs nomor 98, AGC menyandikan serin, AAT dan AAC menyandikan asparagin. Situs nomor 107 GCA menyandikan alanin, dan ACA menyandikan threonin. Situs nomor 111, GCA menyandikan alanin, dan ACA menyandikan prolin, Situs nomor 129, ATT dan ATC menyandikan isoleusin, dan GTA menyandikan valin. Situs nomor 131, GTT menyandikan valin, dan ATC menyandikan isoleusin. Situs nomor 146, ATA menyandikan isoleusin, dan GTC dan GTA menyandikan valin. Situs nomor 163, GCA menyandikan alanin, dan ACC menyandikan threonin. Situs nomor 166, GCA menyandikan alanin, ATA menyandikan isoleusin, dan ACA menyandikan threonin. Situs nomor 183, TCT dan TCA menyandikan serin, dan GCT menyandikan alanin. Perubahan asam amino yang terjadi pada 14 situs variabel tersebut sebagian besar terjadi akibat substitusi pada basa pertama dan kedua pada tiap kodon. Terjadinya substitusi basa namun tidak merubah asam amino disebabkan karena substitusi tersebut hanya terjadi pada basa ketiga.

Terjadinya substitusi pada basa pertama dan kedua kodon tertentu lebih beresiko merubah susunan asam amino akibat dari aturan *wobble* (*wobble rules*) kode genetika. *Wobble rules* adalah situasi dimana basa **ketiga antikodon (pada ujung 5')** dapat membentuk dua *alignment*. Basa ketiga ini dapat membentuk ikatan hidrogen tidak hanya dengan basa komplementer normalnya pada posisi ketiga kodon, tapi juga dengan basa berbeda di posisi tersebut (Griffiths, *et al.*, 2004).. Aturan wobble hanya berlaku pada basa ketiga kodon. Menurut Kamagi *et al.* (2014), sifat *wobble* (goyang) pada kode genetika khususnya basa ketiga, tidak selalu menyebabkan perubahan asam amino. Kejadian substitusi basa pada basa ketiga disebabkan karena basa ketiga pada kebanyakan pasangan kodon agak longgar dengan antikodonya, sedangkan basa pertama dan kedua memiliki ikatan yang sangat kuat dengan pasangan antikodonya.

Substitusi yang terjadi pada basa pertama dan kedua kodon termasuk mutasi *nonsilent*, yaitu substitusi yang akan ditranslasi menjadi asam amino. Hal ini diperkuat oleh Adkins dan Honeycut (1994) yang menyatakan bahwa semua substitusi pada basa pertama dan kedua tiap kodon termasuk mutasi *nonsilent* (kecuali transisi pada basa pertama empat

kodon leusin), kemungkinan besar basa ketiga ini menjadi penyebab ditranslasikannya asam amino yang memiliki peranan khusus.

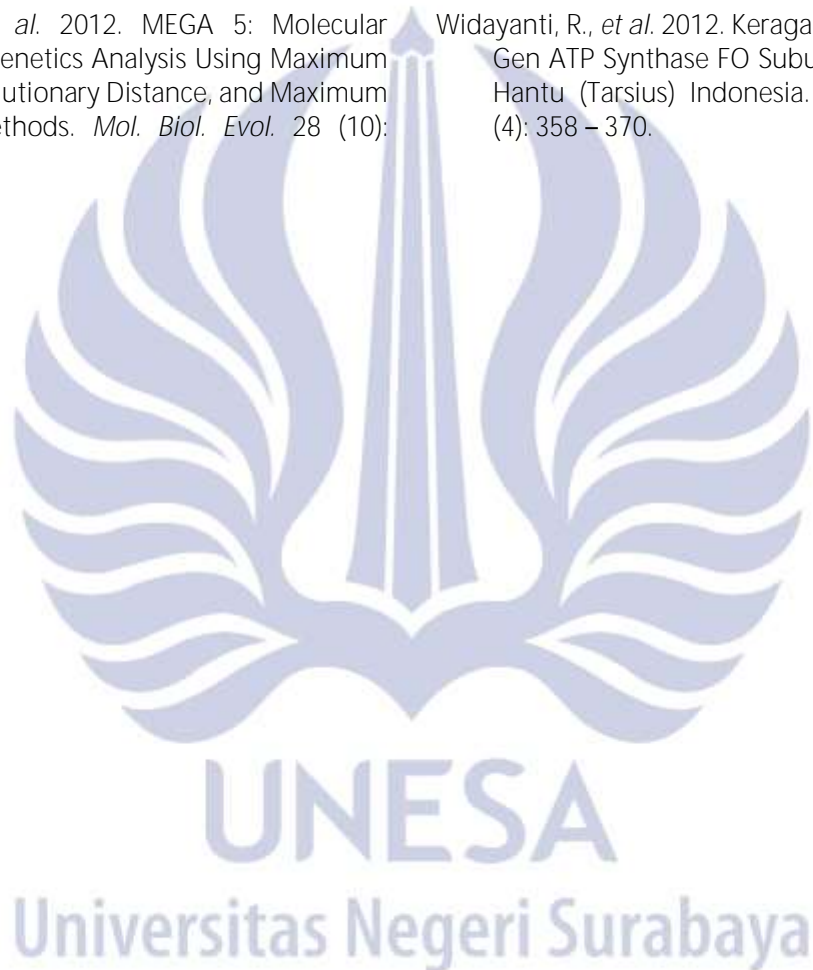
SIMPULAN

Hasil peninjauan dua sampel *Tarsius tarsier* form Buton memiliki situs yang identik (100%), artinya tidak ada perbedaan basa pada satu spesies tarsius meskipun sampel berbeda. Peninjauan *Tarsius tarsier* form Buton dengan *Tarsius dentatus* dan *Carlito syrichta* terdapat beberapa perbedaan komposisi asam amino. Proporsi asam amino tertinggi adalah leusin (16%), dan tidak terdapat metionin (0%). Jumlah asam amino yang berhasil terbentuk adalah 186 dan asam amino yang berubah (variabel) adalah 14. Adanya variable asam amino pada spesies *Tarsius* yang dibandingkan menandakan adanya perubahan susunan basa pada kodon yang merubah komposisi asam amino, khususnya basa pertama dan kedua pada kodon.

DAFTAR PUSTAKA

- Adkins, R. M., dan R. L. Honeycutt, 1994. Evolution of the Primate Cytochrome c Oxidase Subunit II Gene. *J Mol Evol.* 38: 215 – 231
- Antaranews. 2013. (online) (<http://www.antaranews.com/berita/391780/bupati-keluhkan-peneliti-asing-di-hutan-lambusango-buton>). Diakses 2 Februari 2017
- Galina, V., Glazko dan Nei, M. 2003. Estimation of Divergence Times for Major Lineages of Primate Species. *Mol. Biol. Evol.* 20 (3): 424 - 434.
- Griffiths, Anthony J. F., 2005. *An Introduction to Genetics Analysis 8th edition*. Gordonsville, VA: W.H. Freeman and Company
- Irwin, D.M., T.D. Kocher dan A.C. Wilson. 1991. Evolution of Cytochrome b Gene Mamals. *Journal of Molecular Evolution.* 32:128-144
- Iskandar, T., A. Sa'im, M. Shekelle. 2006. Tarsius: Monyet Mini yang Belum Banyak Dikenal di Indonesia dan Parasitnya. *Lokakarya Nasional dan Perlindungan Sumber Daya Genetik Indonesia: Manfaat Ekonomi untuk Mewujudkan Ketahanan Nasional*. Hal: 273-378.
- Kamagi, D. D. W., *et al.* 2014. *Keragaman Genetik Tarsius sp. Sulawesi Utara Berdasarkan gen sitokrom B. dan Penyusunan buku populer tentang Tarsius*. Desertasi tidak diterbitkan. Malang: PPs UM

- Mogk, K. 2012. *Tarsius tarsier*, (Online), (http://animaldiversity.org/accounts/Tarsius_tarsier/). Diakses 2 Februari 2017
- Schmitz, J., M. Ohme. dan H. Zischler. 2002. The Complete Mitochondrial Sequence of *Tarsius bancanus*: Evidence for an Extensive Nucleotide Compositional Plasticity of Primate Mitochondrial DNA. *Mol. Biol. Evol.* 19: 544 – 553.
- Shekelle, M. dan Leksono, S. M. 2004. Rencana Konservasi di Pulau Sulawesi dengan Menggunakan *Tarsius* sebagai Flagship Spesies. *Biota*. 9 (1): 1-10.
- Tamura, K. D., *et al.* 2012. MEGA 5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Mol. Biol. Evol.* 28 (10): 2731-2739.
- Thompson, J. D., D.G. Higgins, dan T. K. Gibson. 1994. CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, Position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acid Res.* 22: 4673-4680.
- Whitten, T., M. Mustafa, dan G.S. Henderson. 2002. *The Ecology of Sulawesi*. Singapore: Periplus Press.
- Widayanti, R., *et al.* 2010. Kajian Molekular *Tarsius* sp. Pada Gen Penyandi *Cytochrome Oxidase* Subunit 2 Mitokondria. *Biota*. 15 (1): 98–106.
- Widayanti, R., *et al.* 2012. Keragaman Genetik Sekuen Gen ATP Synthase FO Subunit 6 (ATP6) Monyet Hantu (*Tarsius*) Indonesia. *Jurnal veteriner*. 13 (4): 358 – 370.



Efisiensi Pelarutan Fosfat Bakteri Endofit Akar Ubi Jalar Varietas Papua Patippi

Ana Mariatul Khiftiyah¹, Yuliani², Lisa Lisdiana³

^{1,2,3}Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

Kampus Ketintang, Jalan Ketintang, Surabaya

¹email: ana.khiftiyah@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi isolat bakteri endofit yang sebelumnya telah diisolasi dari akar ubi jalar varietas Papua Patippi dalam melarutkan fosfat. Isolat bakteri endofit ditumbuhkan pada media Pikovskaya agar yang mengandung trikalsium fosfat sebagai sumber utama fosfat, kemudian diinkubasi selama lima hari pada suhu 30°C. Pada hari terakhir (hari ke-5) inkubasi dilakukan pengukuran terhadap diameter koloni bakteri dan diameter zona bening yang terbentuk di sekitar koloni isolat bakteri. Data berupa diameter zona bening dan diameter koloni isolat bakteri digunakan untuk menghitung efisiensi pelarutan fosfat oleh bakteri endofit. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi pelarutan fosfat oleh isolat bakteri antara 103,41-144,08%. Isolat bakteri yang memiliki nilai efisiensi tertinggi adalah isolat C2.

Kata Kunci: Efisiensi pelarutan fosfat; bakteri endofit; ubi jalar var. Papua Patippi

PENDAHULUAN

Salah satu unsur penting yang diperlukan oleh tumbuhan dan menjadi salah satu faktor pembatas pertumbuhan adalah fosfor (P) (Mikanová and Nováková 2002). Sebenarnya tanah mengandung jumlah fosfor yang cukup tinggi namun ketersediaan fosfor bagi tanaman rendah (Mikanová and Nováková 2002). Ketersediaan fosfor di tanah dipengaruhi oleh pH tanah (Hopkins and Ellsworth, 2005). Ketersediaan fosfor pada tanah asam berkurang karena fosfor berada dalam bentuk mineral *iron* dan *aluminium phosphate*, sedangkan pada tanah dengan pH basa fosfor akan terikat dengan kalsium (Hopkins and Ellsworth, 2005). Jika jumlah fosfor yang diperlukan oleh tanaman tidak terpenuhi maka pertumbuhan tanaman akan terganggu, misalnya tanaman menjadi kerdil (Hopkins and Ellsworth, 2005).

Bakteri pelarut fosfat (BPF) dapat membantu tanaman dalam menyediakan fosfor (Suliasih, 2012). Hal tersebut dikarenakan bakteri pelarut fosfat dapat mengubah bentuk fosfat yang sebelumnya tidak terlarut menjadi terlarut sehingga dapat diserap oleh tanaman (Kesaulya *et al.*, 2015). Bakteri yang dapat melarutkan fosfat salah satunya dapat ditemukan dalam jaringan tumbuhan (Chen *et al.*, 2012; Andrade *et al.*, 2014). Bakteri yang terdapat dalam jaringan tumbuhan dan tidak bersifat patogen bagi tumbuhan tersebut disebut sebagai bakteri endofit (Goryluk *et al.*, 2009). Bakteri endofit diketahui memiliki kemampuan dalam memproduksi IAA, siderofor, sebagai agen antifungi patogen pada tumbuhan (Wang *et al.*, 2013),

memfiksasi nitrogen, dan melarutkan fosfat (Ngamau *et al.*, 2012). Beberapa contoh bakteri endofit yang diketahui dapat melarutkan fosfat misalnya adalah *Paenibacillus* sp. yang diisolasi dari akar *Najas marina* (Chen *et al.*, 2012) dan dari akar tanaman pisang (Andrade *et al.*, 2014), bakteri *Aeromonas* sp., dan *Flavobacterium* sp., yang diisolasi dari batang *Phragmites communis* (Chen *et al.*, 2012), *Bacillus flexus* dan *Lysinibacillus* sp. yang diisolasi dari akar tanaman pisang (Andrade *et al.*, 2014).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Anggara *et al.* (2014) menunjukkan bahwa terdapat delapan isolat bakteri endofit akar ubi jalar varietas Papua Patippi yang dapat memproduksi IAA. Kedelapan isolat bakteri tersebut antara lain adalah A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, dan C2. Beberapa bakteri endofit selain diketahui dapat menghasilkan IAA, ternyata juga mampu melarutkan fosfat (El-Deeb *et al.*, 2012; Lins *et al.*, 2014). Kedelapan isolat bakteri endofit hasil isolasi dan karakterisasi Anggara *et al.* (2014) belum diketahui efisiensi masing-masing isolat bakteri dalam melarutkan fosfat, maka perlu diteliti efisiensi pelarutan fosfat dari masing-masing isolat bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi pelarutan fosfat oleh masing-masing isolat bakteri endofit.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Juni 2016 di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Negeri Surabaya. Bakteri endofit yang

digunakan dalam penelitian ini merupakan bakteri endofit penghasil IAA yang sebelumnya telah diisolasi dan dikarakterisasi oleh Anggara *et al.* (2014) dari akar ubi jalar varietas Papua Patippi. Isolat bakteri yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari delapan isolat yang diberi kode A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, dan C2 (Anggara *et al.*, 2014).

Penelitian dimulai dengan meremajakan seluruh isolat bakteri endofit dengan cara menumbuhkan masing-masing isolat bakteri endofit pada media *nutrient agar* (NA) miring dalam tabung reaksi, kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 48 jam. Setelah dilakukan peremajaan, seluruh isolat bakteri ditumbuhkan pada media Pikovskaya agar di cawan petri dengan teknik *spot inoculation*, kemudian diinkubasi selama lima hari dengan suhu 30°C (Aung *et al.*, 2011). Pada penelitian ini media Pikovskaya agar dibuat dengan komposisi (g/l): 2,5 g $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, 0,5 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,2 g NaCl, 0,2 g KCl, 0,1 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 10 g glukosa, 0,5 g *yeast extract*, MnSO_4 , FeSO_4 , serta 20 g agar (Rao, 1982 dalam Atekan *et al.*, 2014). Pada hari terakhir inkubasi (hari ke-5) dilakukan pengamatan terhadap zona bening yang terdapat di sekitar koloni masing-masing isolat bakteri. Selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap diameter zona bening yang terdapat di sekitar isolat bakteri dan diameter koloni isolat bakteri yang dapat membentuk zona bening di sekitar koloninya. Hasil pengukuran yang diperoleh digunakan untuk menghitung efisiensi pelarutan fosfat (EP) menggunakan rumus menurut Kesaulya *et al.* (2015) berikut:

$$EP(\%) = \frac{\text{Diameter zona bening}}{\text{Diameter koloni}} \times 100$$

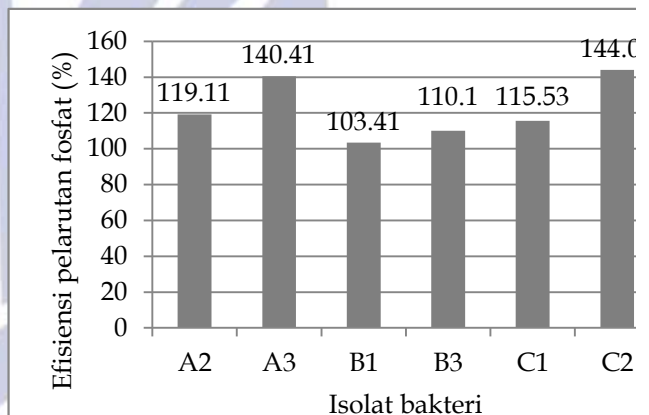
HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa enam dari delapan isolat bakteri yang diteliti efisiensinya dalam melarutkan fosfat, dapat membentuk zona bening di sekitar koloni isolat bakteri ketika isolat bakteri ditumbuhkan pada media Pikovskaya dengan sumber utama fosfat berupa trikalsium fosfat. Keenam isolat bakteri tersebut adalah A2, A3, B1, B3, C1, dan C2, sedangkan isolat lainnya yaitu isolat A1 dan B2 tidak menunjukkan terbentuknya zona bening di sekitar koloni isolat bakteri. Diameter koloni isolat bakteri dan diameter zona bening yang telah diukur pada hari kelima inkubasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Diameter koloni dan diameter zona bening isolat bakteri pelarut fosfat.

Isolat	Diameter koloni (cm)	Diameter zona bening (cm)
A2	0,69	0,82
A3	0,43	0,61
B1	0,78	0,80
B3	0,58	0,64
C1	0,84	0,97
C2	0,45	0,65

Berdasarkan diameter koloni masing-masing isolat bakteri dan diameter zona bening yang terbentuk di sekitar koloni isolat maka dapat dihitung efisiensi masing-masing isolat bakteri dalam melarutkan fosfat. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh efisiensi masing-masing isolat bakteri dalam melarutkan fosfat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Efisiensi pelarutan fosfat masing-masing isolat bakteri.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa efisiensi masing-masing isolat bakteri dalam melarutkan fosfat antara 103,41-144,08%. Isolat yang paling efisien dalam melarutkan fosfat adalah isolat C2 dengan nilai efisiensi sebesar 144,08%, sedangkan isolat yang kurang efisien dalam melarutkan fosfat adalah isolat B1 dengan nilai efisiensi sebesar 103,41%.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa terdapat enam isolat bakteri yang dapat membentuk zona bening di sekitar isolat bakteri, yaitu isolat A2, A3, B1, B3, C1, dan C2, sedangkan isolat A1 dan isolat B2 tidak mampu membentuk zona bening di sekitar koloni. Zona bening yang terbentuk memiliki diameter yang bervariasi

untuk masing-masing isolat, yaitu antara 0,61-0,97 cm. Zona bening akan meningkat seiring dengan meningkatnya diameter koloni (Mardad *et al.*, 2013). Zona bening tersebut menunjukkan potensi isolat bakteri dalam melarutkan fosfat (Qureshi *et al.*, 2012). Zona bening yang terbentuk di sekitar koloni isolat bakteri dapat terbentuk berkaitan dengan substansi yang dikeluarkan oleh bakteri ke lingkungan sekitar sehingga dapat melarutkan fosfat (Piccini and Azcon, 1987 dalam Zhu *et al.*, 2011). Hasil dari pelarutan fosfor bergantung pada jenis metabolit yang disekresikan oleh bakteri, kecepatan metabolit disekresikan, serta penyebaran metabolit tersebut pada lingkungan (Piccini and Azcon, 1987 dalam Zhu *et al.*, 2011). Berdasarkan zona bening yang terbentuk di sekitar koloni isolat bakteri maka dapat dihitung efisiensi isolat bakteri dalam melarutkan fosfat (Naik *et al.*, 2013).

Pada penelitian ini isolat C2 merupakan isolat yang memiliki efisiensi yang tinggi dalam melarutkan trikalsium fosfat jika dibandingkan dengan isolat A2, A3, B1, B3, dan C1. Nilai efisiensi isolat C2 adalah sebesar 144,08%. Nilai efisiensi isolat C2 tersebut juga lebih tinggi jika dibandingkan dengan beberapa isolat bakteri pelarut fosfat yang diisolasi dari rhizosfer kentang varietas Hartapel di Leksu, Buru Selatan, Pulau Buru, Maluku, Indonesia oleh Kesaulya *et al.* (2015). Pada penelitian Kesaulya *et al.* (2015) tersebut diperoleh 36 isolat bakteri yang dapat melarutkan fosfat. Pada penelitian tersebut terdapat beberapa isolat yang memiliki nilai efisiensi lebih rendah daripada C2, misalnya isolat dengan kode HB5 yang memiliki nilai efisiensi 114,29%, isolat HB7 dengan nilai efisiensi 104,17%, dan HB9 dengan nilai efisiensi 113,33% (Kesaulya *et al.*, 2015). Pelarutan fosfat bergantung pada tipe masing-masing bakteri (Mardad *et al.*, 2013).

Mekanisme utama dalam pelarutan fosfat diperkirakan melalui produksi asam organik yang disertai dengan pengasaman media (Mahdi *et al.*, 2011). Asam organik yang disekresikan oleh bakteri akan melarutkan fosfat dengan cara pertukaran anion atau dengan pengikatan mineral yang sebelumnya terikat dengan fosfat (Walpola and Yoon, 2013). Asam organik yang disekresikan oleh bakteri ke lingkungan akan menyebabkan pH lingkungan menjadi turun kemudian asam organik akan berdisosiasi menjadi anion dan proton sesuai dengan penyusun asam organik tersebut (Walpola and Yoon, 2012). Asam organik dapat melarutkan fosfat melalui gugus hidroksil dan gugus karboksil yang akan mengikat kation, misalnya Ca^{2+} ,

yang sebelumnya berikatan dengan fosfat sehingga fosfat berada dalam bentuk terlarut (Sagoe *et al.*, 1998 dalam Khan *et al.*, 2009; Kpombekou and Tabatabai, 1994 dalam Paul and Sinha, 2015). Asam organik mengubah trikalsium fosfat ke dalam bentuk fosfat *dibasic* dan *monobasic* (Mahdi *et al.*, 2011). Beberapa jenis asam organik yang berhasil diproduksi antara lain adalah asam glutamat, glukonat, malat, oksaloasetat, suksinat, fumarat, asetat (Mardad *et al.*, 2013), sitrat, dan propionat (Chen *et al.*, 2006).

Jenis dan konsentrasi asam organik yang disekresikan oleh bakteri ke lingkungan menentukan efisiensi pelarutan fosfat yang dilakukan oleh bakteri pelarut fosfat (Scervino *et al.*, 2010). Menurut Mahdi *et al.* (2011) tipe asam organik dan jumlah asam organik yang disekresikan berbeda untuk setiap organisme. Asam di- dan tri- karboksilat lebih efektif dalam melarutkan fosfat jika dibandingkan dengan asam *aromatic* dan *monobasic*, sedangkan asam alifatik lebih efektif dalam melarutkan fosfat jika dibandingkan dengan asam fenolat, sitrat, dan fumarat (Mahdi *et al.*, 2011).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa isolat bakteri endofit A2, A3, B1, B3, C1, dan C2 memiliki nilai efisiensi dalam pelarutan fosfat antara 103,41-144,08%. Isolat yang paling efisien dalam melarutkan fosfat berdasarkan nilai efisiensi pelarutan fosfat adalah isolat C2.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrade LF, Souza GLOD, Nietzsche S, Xavier AA, Costa MR, Cardoso AMS, Pereira MCT, and Pereira DFGS, 2014. Analysis of the Abilities of Endophytic Bacteria Associated with Banana Tree Roots to Promote Plant Growth. *Journal of Microbiology*: 1-7.
- Anggara BS, Yuliani, dan Lisdiana L, 2014. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Hormon *Indole Acetic Acid* dari Akar Tanaman Ubi Jalar. *LenteraBio Vol. 3 (3)*: 160-167.
- Atekan, Nuraini Y, Handayanto E, and Syekhfani, 2014. The Potential of Phosphate Solubilizing Bacteria Isolated from Sugarcane Wastes for Solubilizing Phosphate. *Journal of Degraded and Mining Lands Management Vol. 1 (4)*: 175-182.
- Aung TN, Nourmohammadi S, Sunitha EM, and Myint M, 2011. Isolation of Endophytic Bacteria From Green Gram and Study on Their Plant Growth Promoting Activities. *International Journal of*

- Applied Biology and Pharmaceutical Technology Vol. 2 (3): 525-537.*
- Chen W, Tang Y, Mori K, and Wu X, 2012. Distribution of Culturable Endophytic Bacteria In Aquatic Plants and Their Potential For Bioremediation In Polluted Waters. *Aquatic Biology Vol. 15: 99-110.*
- Chen YP, Rekha PD, Arun AB, Shen FT, Lai W-A, and Young CC, 2006. Phosphate Solubilizing Bacteria from Subtropical Soil and Their Tricalcium Phosphate Solubilizing Abilities. *Applied Soil Ecology Vol. 34: 33-41.*
- El-Deeb B, Bazaid S, Gherbawy Y, and Elhariry H, 2012. Characterization of Endophytic Bacteria Associated with Rose Plant (*Rosa damascena* triginipeta) During Flowering Stage and Their Plant Growth Promoting Traits. *Journal of Plant Interactions Vol. 7 (3): 248-253.*
- Zhu F, Qu L, Hong X, and Sun X, 2011. Isolation and Characterization of a Phosphate-Solubilizing Halophilic Bacterium *Kushneria* sp. YCWA18 from Daqiao Saltern on The Coast of Yellow Sea of China. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. Vol. 2011.*
- Goryluk A, Rekosz-Burlaga H, and Blaszczyk M, 2009. Isolation and Characterization of Bacterial Endophytes of *Chelidonium majus* L. *Polish Journal of Microbiology Vol. 58 (4): 355-361.*
- Hopkins B and Ellsworth J, 2005. Phosphorus Availability with Alkaline/Calcareous Soil. *Western Nutrient Management Conference Vol. 6: 88-93*
- Kesaulya H, Baharuddin, Zakaria B, and Syaiful SA, 2015. The Ability Phosphate Solubilization of Bacteria Rhizosphere of Potato Var. Hartapel from Buru Island. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences Vol. 4 (1): 404-409.*
- Khan AA, Jilani G, Akhtar MS, Naqvi SMS, and Rasheed M, 2009. Phosphorus Solubilizing Bacteria: Occurrence, Mechanisms and Their Role in Crop Production. *J. Agric. Biol. Sci. Vol. 1 (1): 48-58.*
- Lins MR, Fontes JM, Vasconcelos NM, Santos DMS, Ferreira OE, Azevedo JL, Araújo JM, and Lima GMS, 2014. Plant Growth Promoting Potential of Endophytic Bacteria Isolated from Cashew Leaves. *African Journal of Biotechnology Vol. 13 (33): 3360-3365.*
- Mahdi SS, Hassan GI, Hussain A, and Faisal-ur-Rasool, 2011. Phosphorus Availability Issue- Its Fixation and Role of Phosphate Solubilizing Bacteria in Phosphate Solubilization. *Research Journal of Agricultural Sciences Vol. 2 (1): 174-179.*
- Mardad I, Serrano A, and Soukri A, 2013. Solubilization of Inorganic Phosphate and Production of Organic Acids by Bacteria Isolated from Moroccan Mineral Phosphate Deposit. *African Journal of Microbiology Research Vol. 7 (8): 626-635.*
- Mikanová O and Nováková J, 2002. Evaluation of The P-Solubilizing Activity of Soil Microorganisms and Its Sensitivity to Soluble Phosphate. *Rostlinná Výroba Vol. 48 (9): 397-400.*
- Naik SK, Maurya S, Kumar R, Choudhary JS, Das B, and Kumar S, 2013. Evaluation of Rhizospheric Fungi from Acid Soils of Jharkhand on Phosphate Solubilization. *The Bioscan Vol. 8(3): 875-880.*
- Ngamau CN, Matiru VN, Tani A, and Muthuri CW, 2012. Isolation and Identification of Endophytic Bacteria of Bananas (*Musa* spp.) in Kenya and Their Potential as Biofertilizers for Sustainable Banana Production. *African Journal of Microbiology Research Vol. 6 (34): 6414-6422.*
- Paul D and Sinha SN, 2015. Isolation and Characterization of A Phosphate Solubilizing Heavy Metal Tolerant Bacterium from River Ganga, West Bengal, India. *Songklanakarin J. Sci. Technol. Vol. 37 (6): 651-657.*
- Qureshi MA, Ahmad ZA, Akhtar N, Iqbal A, Mujeeb F, and Shakir MA, 2012. Role of Phosphate Solubilizing Bacteria (PSB) in Enhancing P Availability and Promoting Cotton Growth. *The Journal of Animal & Plant Sciences Vol. 22 (1): 204-210.*
- Scervino JM, Mesa MP, Mónica ID, Recchi M, Moreno NS, and Godeas A, 2010. Soil Fungal Isolates Produce Different Organic Acid Patterns Involved in Phosphate Salts Solubilization. *Biol Fertil Soils Vol. 46: 755-763.*
- Suliasih, 2012. Pelarutan Batuan Fosfat oleh Bakteri Pelarut Fosfat dan Kemampuannya dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Sengon Buto (*Enterolobium cyclocarpum*). *J. Tek. Ling. Edisi Khusus "Hari Bumi": 21-29.*
- Walpolo BC, and Yoon M, 2012. Prospectus of Phosphate Solubilizing Microorganisms and Phosphorus Availability in Agricultural Soils: A Review. *African Journal of Microbiology Research Vol. 6 (37): 6600-6605.*
- Walpolo BC, and Yoon M, 2013. Phosphate Solubilizing Bacteria: Assesment of Their Effect on Growth Promotion and Phosphorous Utpatake of Mung Bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek). *Chilean Journal of Agricultural Research Vol. 73 (3): 275-281.*
- Wang S, Wang W, Jin Z, Du B, Ding Y, Ni T, and Jiao F, 2013. Screening and Diversity of Plant Growth Promoting Endophytic Bacteria from Peanut. *African Journal of Microbiology Research Vol. 7 (10): 875-884.*

Penggunaan Filtrat Umbi Gadung dan Daun Tembakau Sebagai Biopestisida Pengendali Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*)

Salma Argya Rasmi¹, Mahbubah², Dyandra Paramitha W.³

^{1,2,3}SMA Negeri 5 Surabaya

Jl. Kusumabangsa 21 Surabaya

¹email: salma.arga.rasmi@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan pestisida yang berasal dari tumbuhan semakin berkembang untuk ekosistem pertanian, karena lebih ramah lingkungan. Tujuan penelitian adalah mendiskripsikan pengaruh filtrat umbi gadung, daun tembakau dan kombinasi keduanya dalam mengendalikan *Spodoptera litura* serta pengaruhnya terhadap tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*), selain itu mengetahui konsentrasi filtrat yang dapat mengakibatkan mortalitas ulat grayak tetapi tidak mengakibatkan dampak terhadap pertumbuhan tanaman tomat. Jenis penelitian eksperimen, dengan dua faktor perlakuan yaitu pemberian filtrat umbi gadung, daun tembakau dan kombinasi keduanya serta konsentrasi filtrat 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan enam ulangan. Variabel respon yang diamati adalah mortalitas ulat grayak, dan pertumbuhan tanaman tomat yang meliputi biomassa, tinggi tanaman dan jumlah daun. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan pemberian filtrat umbi gadung, daun tembakau, dan kombinasi keduanya berpengaruh dalam mortalitas *S. litura* dan pertumbuhan tanaman tomat. Filtrat umbi gadung mengakibatkan kematian 66,7% sampai 100% (konsentrasi 10%,15%). Konsentrasi 5 % filtrat daun tembakau dan kombinasi keduanya (konsentrasi 5%,10%,15%) mengakibatkan kematian ulat grayak sebesar 83,3% sampai 100%. Pemberian Biopestisida 20% menimbulkan efek negative terhadap pertumbuhan tanaman tomat. Biopestisida yang dapat dikembangkan adalah filtrat daun tembakau dengan konsentrasi 5 %, filtrat umbi gadung dan kombinasi keduanya dengan konsentrasi 5 %, 10% dan 15%.

Kata Kunci: Filtrat, Umbi Gadung, Daun tembakau, Biopestisida, *Spodoptera litura*, Pertumbuhan, *Solanum lycopersicum*

PENDAHULUAN

Sejalan dengan bertambahnya penduduk serta meningkatnya jumlah kebutuhan primer terutama bahan pangan, maka pertanian dapat dijadikan usaha untuk memperoleh keuntungan. Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang mayoritas penduduknya bekerja di sektor pertanian. Untuk menunjang sektor pertanian agar produksi terus meningkat dan tanaman terhindar dari hama, maka dibuatlah pestisida. Pestisida digunakan terutama dalam bidang pertanian. Dengan bantuan pestisida, petani meyakini dapat terhindar dari kerugian akibat serangan hama, penyakit maupun gulma. Keyakinan tersebut cenderung memicu penggunaan pestisida yang semakin meningkat (Tjahjadi,1989; Girsang, 2009).

Pestisida memang banyak memberi manfaat dan keuntungan. Tetapi pestisida berasal dari kimia, dan dapat berbahaya bagi tumbuhan dan sekitarnya, selain itu penggunaan pestisida berlebih justru akan menjadikan hama dan gulma resistan terhadap pestisida. Pestisida juga sangat berbahaya bagi

kesehatan tubuh manusia dan dapat mengakibatkan berbagai macam penyakit. Bagi bidang pertanian, penggunaan pestisida yang berlebihan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, resistensi hama dan terbunuhnya musuh alami. Maka dari itu, salah satu cara yang saat ini sedang diteliti dan sangat baik untuk dikembangkan adalah biopestisida atau pestisida hayati yang berupa senyawa hasil metabolisme tumbuhan (Suriana, 2012; Kusumawardani, 2011; Djunaedy, 2009).

Pestisida yang bersumber dari tumbuhan mempunyai sifat mudah terurai sehingga relatif aman bagi kesehatan manusia dan hewan ternak serta tidak mencemari lingkungan. Biopestisida dari tumbuhan dapat digunakan untuk mengendalikan hama karena mempunyai fungsi diantaranya : 1) penolak kehadiran serangga terutama karena baunya yang menyengat, 2) mencegah serangga memakan tanaman yang telah disemprot terutama karena rasanya yang pahit, 3) mencegah serangga meletakkan telur dan menghentikan proses penetasan telur, 4) bekerja

mempengaruhi sistem saraf sehingga menimbulkan kegelisahan, kelumpuhan dan akhirnya kematian (Ardra, 2013; ; Suriana, 2012; Novizan, 2002).

Berdasarkan wawancara penulis dengan petani organik (petani di daerah Trawas Mojokerto, 2014) dikatakan bahwa penggunaan tanaman sebagai bahan biopestisida sudah dilakukan sejak tahun 1995 untuk pengendalian hama dan penyakit. Tanaman yang digunakan diantaranya kluwek, brotowali, gadung, tembakau, mindi, mimba, anting-anting, dan sirsak. Walaupun demikian pembuatannya masih secara tradisional, belum ada kajian secara ilmiah mengenai dosis yang tepat, yang dapat membunuh hama tetapi tidak membunuh musuh alaminya (Yuliani, 2015)

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian ini dengan menggunakan umbi gadung dan daun tembakau. Umbi gadung mengandung senyawa aktif yaitu alkaloid dioskorin, diosgenin, saponin dan flavonoid (Fajar dkk, 2009; Hasanah dkk., 2012). Dioskorin dapat menyebabkan kelumpuhan sistem saraf pusat, memiliki sifat antioksidan dan antiserangga (Santi, 2010). Daun Tembakau mengandung nikotin yang merupakan golongan alkaloid. Kadar nikotin berkisar antara 0,6 – 3,0% dari berat kering tembakau. Nikotin berfungsi sebagai bahan kimia antiherbivora dan adanya kandungan neurotoksin yang sangat sensitif bagi serangga menyebabkan nikotin dapat digunakan sebagai pestisida (Isroi, 2010; Alfa, 2011; Lisyah, 2012).

Penggunaan Umbi gadung dan tembakau pernah digunakan sebagai biopestisida pada hama walangsangit dan hasilnya menunjukkan umbi gadung dan tembakau dapat mengakibatkan kematian walangsangit sebesar 40-90% (Hasanah, dkk 2012). Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya dalam hal hewan uji dan dosis. Dasar dosis yang digunakan dalam penelitian ini adalah dosis dari petani organik di Trawas Mojokerto yang kemudian diencerkan dan dipekatkan, sedangkan biopestisida yang diperoleh dari filtrat umbi gadung dan limbah daun tembakau akan di uji cobakan ke ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*), hal ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh biopestisida yang dikembangkan terhadap tanaman budidaya dan waktu perlakuan yang tepat untuk aplikasi biopestisida. Tujuan penelitian adalah untuk mendiskripsikan pengaruh pemberian filtrat umbi gadung dan daun tembakau serta kombinasi keduanya terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan pertumbuhan tanaman tomat, serta untuk

mengetahui pada konsentrasi berapakah biopestisida dapat mengakibatkan mortalitas ulat grayak tetapi tidak mengakibatkan dampak terhadap pertumbuhan tanaman tomat.

METODE

Jenis penelitian eksperimen, dengan sasaran penelitian ulat grayak instar 2 yang diperoleh dari BALITAS Karang Ploso Malang. Umbi gadung dan daun tembakau yang diperoleh dari daerah Trawas, Mojokerto. Umbi gadung yang digunakan berwarna kekuningan dengan berat rata-rata 500 gram. Daun tembakau yang digunakan adalah limbah daun yang kering yang tidak layak untuk pembuatan rokok (tembakau kualitas rendah). Biji dan tanaman Tomat varietas servo diperoleh dari daerah Trawas Mojokerto. Penelitian (pembuatan filtrat, pengujian ulat grayak dan pengujian pertumbuhan tanaman) dilakukan di SMAN 5 Surabaya. Penelitian dilakukan pada Bulan Juni sampai dengan Bulan Agustus 2016.

Variabel manipulasi dalam penelitian ini adalah pemberian filtrat umbi gadung, daun tembakau dan konsentrasi. Konsentrasi yang digunakan adalah 5%, 10%, 15%, dan 20%. Variabel respon adalah kematian/mortalitas ulat grayak, dan pertumbuhan tanaman tomat. Penelitian ini menggunakan dua faktor perlakuan yaitu faktor pemberian filtrat umbi gadung, daun tembakau dan kombinasi keduanya. Faktor kedua adalah konsentrasi filtrat yaitu 5%, 10%, 15%, dan 20%. Setiap perlakuan diulang sebanyak 6 kali. Sehingga dibutuhkan 72 ulat grayak (4 x 3 x 6). Ditambah perlakuan kontrol dengan menggunakan aquades sebanyak 12 ulat sehingga jumlah ulat grayak yang dibutuhkan adalah 72+12 = 84 ulat. Pada pertumbuhan tanaman diulang 4 kali sehingga diperlukan 60 tanaman tomat.

Alat-alat yang digunakan meliputi gelas ukur 10 ml 1 buah, gelas beker 250 ml 1 buah, spatula 1 buah, timbangan 1 buah, blender 1 buah, botol vial, sprayer, kuas, kain mori, gunting, kertas label, dan toples. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi umbi gadung, daun tembakau, ulat grayak instar dua, daun sawi, biji dan bibit tanaman tomat. Penelitian ini terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap penyediaan filtrat, tahap uji coba ke *Spodoptera litura* dan tahap uji coba ke tanaman tomat.

Tahap pembuatan filtrat. Filtrat umbi gadung dan daun tembakau yang digunakan sebagai biopestisida merupakan hasil dari penyaringan rendaman umbi gadung dan daun tembakau yang

sudah dihaluskan terlebih dahulu dan direndam 72 jam (3 hari). Filtrat konsentrasi 20% diperoleh dengan cara menimbang 20 gram. Untuk persentase 15 %,10% dan 5 %, diencerkan dari filtrat konsentrasi 20 %. Kombinasi filtrat umbi gadung dan daun tembakau diperoleh dengan cara mencampurkan 10 gram umbi gadung halus dan 10 gram daun tembakau ke dalam 100 ml air untuk memperoleh persentase 20%, dan kemudian diencerkan sesuai perlakuan.

Tahap pengujian pada larva *Spodoptera litura*. Pengujian dilakukan dengan memberikan biopestisida pada pakan dan larva uji secara bersama. Daun sawi seberat 0,1 gram dan larva uji diletakkan pada botol vial perlakuan. Pada setiap perlakuan, diberi satu daun sawi yang sudah dipotong menjadi lingkaran. Daun sawi yang telah disiapkan ditetesi filtrat umbi gadung/daun tembakau sebanyak 5 tetes dengan pipet tetes. Kemudian larva uji diletakkan di atas daun yang telah ditetesi filtrat. Setiap ulangan mendapat perlakuan yang sama. Botol vial kemudian ditutup dan diberi label. Kematian larva ditandai dengan kriteria: tubuh larva kering dan mengerut, berwarna cokelat kehitaman, serta tidak bergerak jika disentuh dengan kuas. Kematian ulat grayak optimal apabila > 80%. Pengamatan mortalitas dilakukan setiap 24 jam. Dan dihitung persentase mortalitas nya.

Tahap Uji coba pada pertumbuhan tanaman tomat. Masing masing tanaman tomat yang telah diletakkan pada polybag (mempunyai jumlah daun berkisar 4-5) diberi larva uji berjumlah 2 yang diletakkan pada daun tanaman tomat. Tanaman tomat yang telah diberi larva uji diberi filtrat umbi gadung/daun tembakau sebanyak 10 ml dengan cara disemprot dengan botol semprot volume 20 ml dengan jarak semprot sejauh 15 cm. Setiap ulangan mendapat perlakuan yang sama. Menutup tanaman tomat dengan penutup berupa plastik yang telah disiapkan. Setelah ditutup plastic dilubangi sehingga tetap ada aliran udara. Dilakukan pengamatan setiap 24 jam sampai 7 hari. Dalam penelitian ini, parameter pertumbuhan adalah tinggi tanaman, jumlah daun dan biomassa tanaman. Analisis Data dilakukan secara deskriptif kuantitatif.

HASIL

1. Mortalitas Ulat Grayak

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian filtrat gadung, filtrat tembakau,serta kombinasi filtrat tembakau dan gadung

mengakibatkan kematian pada ulat grayak (*Spodoptera litura*) seperti pada tabel 1. dan gambar 1,2,3 berikut.

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa umbi gadung dan daun tembakau dapat digunakan sebagai biopestisida karena mengakibatkan kematian pada ulat grayak. Hasil penelitian menunjukkan umbi gadung menyebabkan kematian ulat grayak sebesar 66.7% - 100%, daun tembakau menyebabkan kematian ulat grayak sebesar 83.3%-100%, dan kombinasi gadung dan daun tembakau menyebabkan kematian ulat grayak sebesar 83.3% -100%.

Tabel 1. Perbandingan Kematian Ulat grayak akibat Pemberian Filtrat Umbi Gadung, Daun Tembakau, dan Kombinasinya pada Berbagai Konsentrasi.

Jenis tanaman	Kematian Pada Ulat Grayak pada konsentrasi			
	5%	10%	15%	20%
Umbi Gadung	66.7%	83.3%	83.3%	100%
Daun Tembakau	83.3%	100%	100%	100%
Kombinasi Gadung dan Tembakau	83.3%	83.3%	83.3%	100%

Pada filtrat umbi gadung yang menyebabkan kematian di atas 80% adalah konsentrasi 10% sampai 20% tapi yang dianjurkan sebagai pestisida adalah konsentrasi 10% dan 15%. Pada filtrat daun tembakau yang menyebabkan kematian di atas 80% adalah konsentrasi 5% sampai 20% tetapi yang dianjurkan sebagai pestisida adalah konsentrasi 5%. Pada kombinasi filtrat umbi gadung dan daun tembakau yang menyebabkan kematian di atas 80% adalah konsentrasi 5% sampai 20% tapi yang dianjurkan sebagai biopestisida adalah 5%, 10% dan 15%. Data pada tabel juga menunjukkan bahwa filtrat tembakau lebih kuat dalam membunuh ulat grayak dibandingkan dengan umbi gadung, ataupun dengan kombinasi antara daun tembakau dengan umbi gadung. Berikut gambar 1,2,3 yang menunjukkan kematian ulat grayak per harinya, yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Persentase ulat grayak yang mati karena filtrat umbi gadung pada setiap hari pengamatan

Berdasarkan data pada tabel dan grafik diatas terlihat bahwa umbi gadung mampu mengakibatkan kematian ulat grayak sebesar 66.7% sampai dengan 100%. Kematian tertinggi terjadi pada hari pertama dan keempat.



Gambar 2. Persentase Ulat Grayak yang mati karena filtrat Daun Tembakau pada setiap hari pengamatan

Berdasarkan data pada tabel dan grafik diatas terlihat bahwa tembakau mampu mengakibatkan kematian ulat grayak sebesar 83.3% sampai dengan 100%. Kematian tertinggi terjadi pada hari pertama, kedua dan keempat.



Gambar 3. Persentase Ulat Grayak yang mati karena filtrat GadungTembakau pada setiap hari pengamatan

Berdasarkan data pada tabel dan grafik diatas terlihat bahwa kombinasi umbi gadung dan tembakau mampu mengakibatkan kematian ulat grayak sebesar 83.3%

sampai dengan 100%. Kematian ulat tertinggi terjadi pada hari pertama. Pemberian filtrat kombinasi umbi gadung dan tembakau yang dapat mengakibatkan kematian 80% adalah 5%,10%,15%,20%.

2. Pertumbuhan tanaman Tomat

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman tomat masih dapat tumbuh dengan perlakuan biopestisida seperti pada tabel 2. Pengurangan hasil pertumbuhan pada tanaman tomat diakibatkan juga dari efek makan *Spodoptera litura* (dua ulat setiap tanaman) yang diberikan.

Tabel 2. Data Rerata Pertumbuhan Tanaman Tomat setelah Diberi Perlakuan

No	Perlakuan Konsentrasi dan Jenis tanaman	Berat tanaman (gram)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun
1	Filtrat Umbi Gadung			
	Gadung 5 %	0,71	8,52	1,25
	Gadung 10%	1,11	5,62	0,75
	Gadung 15 %	1,32	9	1,5
	Gadung 20%	1,18	9,26	1,5
2	Filtrat Daun Tembakau			
	Daun Tembakau 5 %	0,63	7,35	1
	Daun Tembakau 10%	0,63	8,18	1
	Daun Tembakau 15%	0,81	12,12	1,25
	Daun Tembakau 20%	0,28	11,2	1
3.	Kombinasi umbi gadung dan daun tembakau			
	Kombinasi umbi gadung dan daun tembakau 5%	1.01	7,35	1,25
	Kombinasi umbi gadung dan daun tembakau 10%	0,8	6,63	1
	Kombinasi umbi gadung dan daun tembakau 15%	0,86	8,65	2,25
	Kombinasi umbi gadung dan daun tembakau 20%	0,63	11,5	2,2
4	Kontrol			
	Kontrol 1	0,86	8,25	1,25
	Kontrol 2	0,65	8,43	0,5
	Kontrol 3	0,66	6,35	0,75
	Kontrol 4	0,87	7,83	1,25

Data pada tabel 2 menunjukkan bahwa:

- Pada pemberian filtrat umbi gadung menunjukkan bahwa berat tanaman masih dapat naik pada konsentrasi 15 %, tetapi menurun pada konsentrasi 20%, sedangkan untuk tinggi tanaman dan jumlah daun pada konsentrasi 15 dan 20 tidak

menunjukkan perbedaan. Dengan demikian efek pemberian biopestida gadung pada konsentrasi 5 dan 10 % tidak mempengaruhi ulat *spodoptera litura* untuk memakan tanaman tomat sehingga biomassa, tinggi dan daunnya menjadi berkurang. Ketika ulat mati pada hari ke dua, maka tumbuhan tomat dapat memberikan respon terhadap filtrate umbi gadung sehingga masih mampu hidup pada hari ketujuh perlakuan. Sedangkan pada pemberian filtrate dengan konsentrasi 15 dan 20 %, ulat *Spodoptera* menunjukkan aktivitas tidak mau makan sehingga tanaman tomat hanya sedikit yang dimakan oleh ulat, dan ketika ulat mati pada hari ke dua, tanaman tomat masih dapat tumbuh.

- b. Pada pemberian filtrat daun tembakau menunjukkan bahwa selain efek keberadaan ulat yang memakan tumbuhan tomat, efek pengurangan pertumbuhan tanaman tomat juga akibat dari pemberian filtrate daun tembakau. Dibandingkan dengan pemberian umbi gadung, maka berat tanaman akibat daun tembakau lebih kecil demikian pula dengan jumlah daun terutama pada pemberian filtrate daun tembakau 20%, padahal mortalitas ulat rata-rata terdapat pada hari kedua dan keempat.
- c. Pada pemberian filtrat kombinasi umbi gadung dan daun tembakau menunjukkan pola yang sama dengan pemberian daun tembakau. Ulat *spodoptera* pada pemberian filtrate 5 dan 10 % pada umumnya mati pada hari ke dua dan ke empat sehingga berat tanaman sangat berkurang. Tetapi untuk konsentrasi 15 dan 20 %, ulat mati pada hari kedua dan ketiga, sehingga efek pengurangan pertumbuhan tanaman dapat dikatakan selain karena ulat juga sebagai akibat biopestisida yang diberikan.
- d. Pada Kontrol menunjukkan bahwa efek ulat terhadap pertumbuhan tanaman tomat disebabkan ulat memakan daun tanaman tomat sampai banyak yang habis, sehingga mempengaruhi biomassa tanaman.

Berdasarkan hal tersebut, dapat dianalisis bahwa pemberian biopestisida dapat dilakukan pada masa pertumbuhan tanaman (pada saat jumlah daun sekitar 4-5/tanaman) karena dapat mengendalikan ulat tetapi tidak mematikan tanaman budidayanya. Biopestisida yang terbaik berdasarkan data pertumbuhan adalah: a). filtrate umbi gadung dengan konsentrasi 5%, 10 %, dan 15 %, b) filtrate daun tembakau dengan konsentrasi 5

%, 10% dan 15%. c) filtrate kombinasi umbi gadung dan daun tembakau dengan konsentrasi 5 %, 10% dan 15%.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa umbi gadung dan daun tembakau bisa digunakan sebagai biopestisida. Hal ini karena berpengaruh terhadap mortalitas dari ulat grayak. Filtrat tanaman tersebut dapat mempengaruhi kematian larva karena masuk ke dalam tubuh serangga melalui kutikula dan makanan larva yang diberi biopestisida. Biopestisida akan masuk ke dalam tubuh serangga melalui kutikula, lubang alami pada tubuh, menembus tubuh lapisan yang lebih dalam dan disebarkan ke seluruh bagian tubuh serangga. Selain itu, makanan larva yang telah terkena biopestisida akan masuk ke organ pencernaan larva dan diserap oleh dinding usus kemudian disebarkan ke berbagai tempat sasaran yang mematikan (Lu, 1995; Yuliani, 2015).

Penyerapan biopestisida sebagian besar berlangsung di dalam saluran pencernaan bagian tengah. Setelah masuk ke dalam tubuh serangga, maka biopestisida akan bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing. Misalnya, senyawa yang terkandung dalam umbi gadung, dan daun tembakau adalah saponin, flavonoid, dioskorin, dan tanin. Senyawa tersebut mengakibatkan kejang otot pernafasan, menghambat proses pernafasan sel, menghambat proses pembentukan energi, yang akan mengakibatkan kematian pada larva. Selain itu pada konsentrasi yang tinggi mengakibatkan serangga tidak mau makan. Menurunnya aktivitas makan akan mengganggu metabolisme dan menyebabkan kematian pada larva (Suriana, 2012). Senyawa aktif pada tumbuhan, seperti kumarin, fenol, terpenoid, polifenol, saponin, alkaloid diketahui mempunyai efek sebagai senyawa anti makan (*antifeedant*) dan hambatan pertumbuhan pada serangga yang pada akhirnya mengakibatkan larva mengalami toksisitas kronik dan mati (Lakshmanan *et al.*, 2012; Baskar *et al.*, 2010).

Kemampuan nikotin dalam membunuh hama disebabkan karena nikotin merupakan racun syaraf yang dapat bereaksi sangat cepat. Alkaloid nikotin, sulfat nikotin dan kandungan nikotin lainnya dapat digunakan sebagai racun kontak, fumigan dan racun perut. Sementara Dioscorine merupakan racun yang mempunyai sifat – sifat pembangkit kejang apabila dikonsumsi oleh hewan. Hal ini terbukti dari reaksi air perasan umbi gadung terhadap ulat grayak. (Hasanah, dkk 2012; Wulandari, 2012).

Perbedaan rata-rata persentase kematian ulat grayak menunjukkan adanya perbedaan ketahanan diantara setiap larva tersebut hal ini disebabkan adanya perbedaan kemampuan metabolisme serangga dalam menguraikan dan menyingkirkan bahan racun dari dalam tubuhnya. Selain itu, daun tembakau juga memiliki efektivitas yang lebih tinggi dari umbi gadung, hal ini juga dimungkinkan selain karena kandungan senyawa yang dimiliki berbeda juga karena kadar senyawa tersebut yang ada pada tumbuhan sangat bervariasi.

Respon suatu tanaman terhadap senyawa kimia yang dihasilkan tanaman lain bersifat selektif tergantung pada jenis senyawa kimia yang dihasilkan. Terdapat beberapa mekanisme ketahanan tanaman terhadap senyawa toksik antara lain pengenceran, lokalisasi, dan ekskresi untuk meminimalkan pengaruhnya. Menurut Fitter dan Hay (1991) terdapat beberapa mekanisme ketahanan tanaman terhadap senyawa toksik, antara lain ameliorasi dan penanggulangan, yaitu tanaman mengabsorpsi senyawa toksik tersebut dan membentuk khelat, pengenceran, lokalisasi, dan ekskresi untuk meminimalkan pengaruhnya. Lokalisasi senyawa toksik terjadi baik secara intra ataupun ekstra seluler dengan memindahkan senyawa-senyawa tersebut beberapa bagian tanaman untuk dilakukan perombakan sehingga tidak beracun bagi tanaman tersebut. Sedangkan mekanisme ekskresi dapat melalui kelenjar-kelenjardan akumulasi senyawa toksik pada daun yang tua kemudian diikuti dengan absisi. Triyono (2009) menyatakan meskipun suatu pertumbuhan tanaman peka terhadap senyawa toksik seperti perkembangan luas daun, tetapi kemampuan tanaman dalam menghasilkan bahan kering tanaman tidak dipengaruhi saat pemberian senyawa tersebut. Hal ini ditunjukkan pada percobaan yang telah dilakukan oleh Triyono (2009) dengan tidak adanya beda nyata dari berat kering tanaman pada pemberian ekstrak gulma pada umur 2,4, dan 6 minggu setelah tanam.

Senyawa toksik memberikan hambatan pada pertumbuhan gulma *M. Pudica*. Rice (1984) mengemukakan bahwa senyawa kimia tumbuhan dapat mempengaruhi aktivitas hormon pertumbuhan dan penyerapan hara pada tanaman. Senyawa-senyawa toksik menurunkan aktivitas hormon auksin dengan menstimulasi terjadinya oksidasi auksin sehingga terbentuk auksin inaktif. Auksin merupakan hormon pada tanaman yang mempengaruhi pertumbuhan sel-sel tanaman serta perkembangan batang dan akar

tanaman. Dengan menurunnya aktivitas auksin maka pertumbuhan sel, perkembangan batang dan akar suatu tanaman terhambat, sehingga panjang batang, panjang akar dan berat basah tanaman tidak optimal. Penghambatan panjang batang dan panjang akar terjadi karena adanya hambatan pada sintesis protein di daerah pemanjangan akar ataupun batang. Hambatan sintesis protein ini diakibatkan oleh terbatasnya komponen makromolekul (seperti glukosa) serta adanya hambatan aktivitas enzim dalam poses sintesis protein. Adanya hambatan terhadap pembelahan dan pemanjangan sel, berpengaruh pula terhadap hambatan panjang akar dan batang. Senyawa toksik dapat menghambat peristiwa mitosis sehingga pembelahan sel terhambat.

Berat kering tanaman disebabkan oleh adanya senyawa organik dan anorganik dalam tumbuhan, dan lebih dari 90% berat kering tanaman terdiri dari senyawa-senyawa organik seperti selulosa, pati, lemak, dan protein (Salisbury Ross, 1992) Adanya hambatan pada proses hidrolisis cadangan makanan mengakibatkan jumlah glukosa, lemak dan protein untuk proses perkecambahan sedikit, selain itu ditunjang juga oleh taslokasi senyawa toksik dari akar ke batang menyebabkan hambatan pada proses metabolisme tubuh, yang pada akhirnya berakibat pada berat kering yang dihasilkan oleh tanaman lebih rendah.

SIMPULAN

Ada pengaruh pemberian filtrat umbi gadung, daun tembakau, dan kombinasi keduanya dalam mengakibatkan kematian ulat grayak (*S.litura*) dan pertumbuhan tanaman tomat. Filtrat umbi gadung mengakibatkan kematian 66.7% sampai 100%. Filtrat daun tembakau dan kombinasi keduanya mengakibatkan kematian ulat grayak sebesar 83.3% sampai 100%. Konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian ulat grayak yang optimal adalah : 10 % dan 15 % untuk filtrat umbi gadung, 5 % untuk filtrat daun tembakau, dan 5 %, 10, 15 % untuk kombinasi keduanya. Tanaman tomat masih dapat tumbuh oleh berbagai biopestisida yang dikembangkan dengan konsentrasi 5 %, 10% dan 15 %. Sementara untuk 20 % tidak dapat digunakan karena menimbulkan efek negatif terhadap pertumbuhan. Biopestisida yang dapat dikembangkan adalah filtrate umbi gadung dengan konsentrasi 5 %, 10% dan 15 %. Filtrat daun tembakau dengan konsentrasi 5 %, dan kombinasi keduanya dengan konsentrasi 5 %, 10 % dan 15 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfa, Dian. 2011. Pestisida nabati dari Limbah Tembakau. [http://sampah dan lingkungan.wordpress.com/2011/03/02](http://sampahdanlingkungan.wordpress.com/2011/03/02).
- Ardra. 2013. Biopestisida, Pestisida Hayati, Pestisida Organik. Diakses melalui <http://ardra.biz/sain-teknologi/bio-teknologi/biopestisida-pestisida-hayati-pestisida-organik>.
- Baskar, K.R. Maheswaran, S. Kingsley, and S. Ignacimuthu. 2010. Bioefficacy of *Couroupita guianensis* (Aubl) against *Helicoverpa armigera* (Hub. (Lepidoptera:Noctuidae) Larvae. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8(1):135-141.
- Djunaedy, A. 2009. Biopestisida Sebagai Pengedali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang Ramah Lingkungan. *Embryo* 6(1):88-95
- Fajar, S.Y., Sandy O., Dede R., Hani S.Z., Suzani., dan Indra R. 2006 *Gadung Sebagai Pembasmi Hama pada Tanaman Padi*. Diakses melalui <http://directory.umm.ac.id/penelitian/PKMI/pdf/gadung%20sebagai%20pembasmi%20hama%20pada%20tanaman%20padi.pdf>
- Fitter. A. H. dan Hay, R. K. M. 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman, Gadjah Mada University Press.
- Girsang, Warlinson. 2009. Dampak Negatif Penggunaan Pestisida. <http://usitani.wordpress.com/2009/02/26>. Universitas Simalungun: Fakultas Pertanian
- Hasanah, M., I Made Tangkas, dan Jamaluddin Sakung. 2012. Daya Insektisida Alami Kombinasi Perasan Umbi Gadung (*Dioscorea hispida dennst*) dan Ekstrak Tembakau (*Nicotiana tabacum* l).*Jurnal Akad.Kimia* (14): 166-173.Universitas Tadulako.
- Isroi, 2010. Pestisida Nabati : Ekstrak Tembakau (*Nicotianatobaccun* L.) <http://isroi.wordpress.com/2010/08/01>
- Lisyah. 2012. Umbi Gadung. <http://lisyah-ub.blogspot.com/2012/02>
- Kusumawardani,Y. 2011. Biopestisida.[http://blog ub.ac.id/2011/04/30](http://blogub.ac.id/2011/04/30)
- Lakshmanan, S.K. Krishnappa, and K. Elumalai. 2012. Certain Plant Essential Oils Againts Antifeedant Activity of *Spodoptera litura* Fab.,*Helicoverpa armigera* (Hub.) and *Acheae Janata* (Linn.) (Lepidoptera:Noctuidae). *International Journal of Current Life Sciences*.2(1):5-11.
- Lu, Frank C. 1995. Toksikologi Dasar Asas, Organ Sasaran dan Penilaian Resiko Edisi kedua (Nugroho, trans) Jakarta: UI PRESS.
- Novizan. 2002. Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Rice E. 1984. Allelopathy. New York : Academic Press.
- Santi,Sri Rahayu.2010.Senyawa Aktif Anti Makan dari Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst). *Jurnal Kimia* 4 (1) Januari 2010:71-78.Universitas Udayana.
- Salisbury, F.B and C.W. Ross. 1995. Plant Physiology. 4th Edition. California: Wadworth Publishing Company.
- Suriana, Neti. 2012. Pestisida Nabati : pengertian kelebihan kelemahan dan mekanisme kerja. <http://informasitips.com>.
- Tjahjadi,Nur. 1989. Hama dan Penyakit Tanaman.Yogyakarta: Kanisius
- Triyono, K. 2009. Pengaruh Saat Pemberian Ekstrak Bayam berduri dan Teki terhadap Pertumbuhan dan hasil Tanaman Tomat. *Jurnal Inovasi Pertanian (INNOFARM)* 8 (1):20-27.
- Wulandari, FT. 2012. Ekstrak Umbi Gadung dan Ekstrak Biji Mimba Sebagai Bahan Pengawet Kayu Ramah Lingkungan. *Media Bina Ilmiah* 6(4):40-43
- Yuliani dan Lisa Lisdiana. 2015. Pengembangan Biopestisida dari Flora Lokal untuk Meningkatkan Kualitas Agroekosistem Sawah Padi Organik. Laporan Penelitian Fundamental. Surabaya: LPPM Universitas Negeri Surabaya.

Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Berbahan Eceng Gondok Terfermentasi terhadap Produksi Tanaman Cabai Merah Varietas Gada MK F1

Marella Kusuma Wardhani¹, Fida Rachmadiarti², Herlina Fitrihidajati³

^{1,2,3}Jurusan Biologi FMIPA Unesa

Gedung C3 Lt. 2 Jalan Ketintang Surabaya 60231, Indonesia

¹email: marellakusuma11.mw@gmail.com

ABSTRAK

Eceng gondok merupakan sumber bahan organik potensial yang dapat diolah dengan fermentasi untuk dijadikan pupuk sebagai nutrisi tanaman. Tanaman cabai merah merupakan tanaman budidaya yang memerlukan nutrisi untuk meningkatkan produksi. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan adanya pengaruh pemberian pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi pada berbagai konsentrasi dan menentukan konsentrasi optimal pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi terhadap produksi tanaman cabai merah varietas Gada MK F1. Penelitian dilakukan melalui tahap budidaya tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 dengan pemberian pupuk organik terfermentasi pada berbagai konsentrasi dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktorial 5 ulangan. Konsentrasi pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi yang digunakan antara lain 31,92 g/5 kg tanah; 63,84 g/5 kg tanah; 95,76 g/5 kg tanah; 127,68 g/5 kg tanah dan 0,27 g urea sebagai kontrol. Data diperoleh dari hasil perhitungan produksi tanaman yang meliputi jumlah bunga, jumlah buah, dan bobot buah per tanaman dan dianalisis menggunakan ANAVA, dilanjutkan uji Duncan taraf 5% untuk menentukan perbedaan produksi secara signifikan. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh yang berbeda setelah pemberian pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi pada berbagai konsentrasi terhadap produksi tanaman yang meliputi jumlah bunga, jumlah buah, dan bobot buah per tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 dan pemberian pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi pada konsentrasi 127,68 g/5 kg tanah memberikan pengaruh paling optimal terhadap produksi bobot buah per tanaman cabai merah varietas Gada MK F1.

Kata Kunci: Pupuk organik, eceng gondok terfermentasi, konsentrasi, produksi tanaman.

PENDAHULUAN

Tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 merupakan tanaman budidaya yang bernilai ekonomi tinggi. Berdasarkan hasil proyeksi Badan Pusat Statistik, permintaan cabai merah di Indonesia pada tahun 2017 sebesar 1,56 kg per kapita dengan total konsumsi 408.549 ton. Hasil tersebut meningkat dibandingkan tahun 2016 dengan total konsumsi 400.918 ton dan 392.885 ton pada tahun 2015 (Indarti, 2015). Oleh karena itu, kebutuhan nutrisi tanaman yang cukup diperlukan untuk meningkatkan produksi dalam tahap budidaya.

Kemelimpahan eceng gondok dalam perairan, dapat dijadikan sebagai bahan organik potensial untuk pupuk sebagai nutrisi yang diperlukan tanaman. Dengan perkembangan teknologi, pupuk organik dapat dibuat dengan fermentasi sehingga menghasilkan nilai hara yang lebih baik. Berdasarkan hasil analisis laboratorium Institut Teknologi Sepuluh Nopember tahun 2016, pupuk organik berbahan eceng

gondok terfermentasi memiliki kadar unsur hara C sangat tinggi (47,53%), N sangat tinggi (2,726%), (P) sangat tinggi (0,184%), kalium sangat tinggi (0,226%), dan C/N ratio sebesar 17,44% (Fitrihidajati dkk., 2015).

Pupuk organik selain memiliki kandungan mikro, juga memiliki kandungan unsur hara makro seperti N, P, dan K yang sangat diperlukan oleh tanaman. Menurut Hardjowigeno (2003), kandungan hara dalam pupuk organik memiliki berbagai peranan terhadap sifat-sifat tanah, yakni sumber hara makro dan mikro, sumber energi bagi mikroorganisme, sebagai granulator, dan meningkatkan KTK-tanah. Pemberian pupuk organik terhadap tanaman menyebabkan akar tanaman tumbuh leluasa dan kebutuhan hara terpenuhi dengan baik sehingga pertumbuhan dan perkembangannya lebih cepat (Safuan dkk., 2013). Penelitian Wardhani dkk. (2017) menunjukkan pemberian pupuk organik eceng gondok terfermentasi pada konsentrasi 31,92 g/5 kg tanah; 63,84 g/5 kg

tanah; 95,76 g/5 kg tanah; 127,68 g/5 kg tanah; dan 0,27 g urea sebagai kontrol memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman yang meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman cabai merah varietas Gada MK F1. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dilanjutkan penelitian terhadap produksi tanaman cabai merah varietas Gada MK F1.

Adapun tujuan penelitian adalah membuktikan adanya pengaruh pemberian pupuk organik eceng gondok terfermentasi pada berbagai konsentrasi terhadap produksi tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 dan menentukan konsentrasi optimal pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi terhadap produksi tanaman cabai merah varietas Gada MK F1.

METODE

Penelitian dilakukan melalui tahap budidaya cabai merah varietas Gada MK F1 pada bulan Oktober-Desember 2016 di lahan perkebunan Desa Tegalan, Kota Kediri. Bahan yang digunakan adalah pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi, air, tanah, urea, bibit tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 berumur 21-24 hari dengan jumlah daun 4-6 helai daun. Alat yang digunakan adalah *polybag* ukuran 35 cm x 30 cm, skop, kertas lebel, gembor, *soil tester*, pH meter, termometer, timbangan digital, alat tulis, dan kamera. Penelitian ini disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan yaitu perlakuan urea 0,27 g (kontrol); 31,92 g/5 kg tanah; 63,84 g/5 kg tanah; 95,76 g/5 kg tanah; dan 127,68 g/5 kg tanah, yang diulang sebanyak 5 kali sehingga diperoleh 25 unit percobaan.

Tahap budidaya dilakukan dengan proses penyemaian, penanaman, pemeliharaan dan panen tanaman cabai merah varietas Gada MK F1. Penyemaian diawali dengan perendaman biji dalam air hangat minimal selama 3 jam. Benih yang tenggelam adalah benih yang siap untuk disemaikan. Benih dimasukkan dalam media *polybag* ukuran 8 cm x 9 cm sedalam 1-15 cm. Setelah 21-24 hari, benih cabai merah menjadi bibit tanaman yang siap dipindahkan dalam *polybag* ukuran 35 cm x 30 cm. Media penanaman bibit yang digunakan terdiri atas 5 kg tanah dan pupuk organik eceng gondok terfermentasi sesuai perlakuan (31,92 g/5 kg tanah; 63,84 g/5 kg tanah; 95,76 g/5 kg tanah; 127,68 g/5 kg tanah dan 0,27 g urea sebagai kontrol). Pemandahan bibit baik dilakukan pada saat pagi hari sebelum pukul 09.00 atau sore hari setelah 15.30 WIB. Kemudian, pemeliharaan tanaman meliputi

penyiraman dan pencabutan gulma yang tumbuh di sekitar tanaman. Panen dilakukan pada saat tanaman menghasilkan buah berwarna merah masak 80% pada umur 80 HST.

Parameter yang diamati dalam penelitian adalah produksi tanaman yang meliputi jumlah bunga, jumlah buah, dan bobot buah per tanaman cabai merah varietas Gada MK F1. Pengambilan data dalam penelitian ini meliputi hasil pengukuran jumlah bunga dan jumlah buah tanaman pada umur 70 hari setelah tanam (HST), dan bobot buah per tanaman pada umur 80 HST. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANAVA satu arah. Hasil menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dengan nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 sehingga dapat dilanjutkan dengan Uji Duncan taraf 5%.

HASIL

Budidaya tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 dilakukan dengan pemberian pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi pada berbagai konsentrasi yakni konsentrasi 31,92 g/5 kg tanah; 63,84 g/5 kg tanah; 95,76 g/5 kg tanah; 127,68 g/5 kg tanah dan urea 0,27 g sebagai kontrol. Pemberian pupuk organik tersebut memberikan pengaruh secara signifikan ($<0,05$) terhadap produksi tanaman yang meliputi jumlah bunga, jumlah buah, dan bobot buah per tanaman cabai merah varietas Gada MK F1.

Adapun pengaruh pemberian pupuk berbahan eceng gondok terfermentasi terhadap produksi tanaman jumlah bunga dan jumlah buah pada umur 70 HST, dan bobot buah per tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 pada umur 80 HST, dapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata jumlah bunga, jumlah buah, dan bobot buah per tanaman setelah pemberian pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi dengan berbagai konsentrasi

Konsentrasi Pupuk (g/5 kg tanah)	Rata-rata Jumlah Bunga Tanaman (buah)	Rata-rata Jumlah Buah (buah)	Rata-rata Bobot Buah per Tanaman (g)
urea 0,27 (kontrol)	56,60 ± 14,15 ^a	5,00 ± 1,00 ^a	10,78 ± 5,54 ^a
31,92	60,60 ± 7,67 ^{ab}	6,60 ± 1,95 ^{ab}	16,15 ± 3,38 ^{ab}
63,84	66,80 ± 5,36 ^{bc}	7,60 ± 2,30 ^{bc}	18,91 ± 6,49 ^{bc}
95,76	71,00 ± 5,48 ^{bc}	9,40 ± 2,70 ^{bc}	26,32 ± 6,42 ^c

127,68	78,00 ± 3,54 ^c	10,80 ± 3,42 ^c	35,20 ± 5,99 ^d
--------	------------------------------	------------------------------	---------------------------

Keterangan: Notasi yang berbeda (a,b,c,d) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata antara perlakuan satu dengan yang lain dengan taraf 0,05 menurut Uji Duncan.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa rata-rata produksi jumlah bunga, jumlah buah, dan bobot buah per tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 setelah pemberian pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi didapatkan hasil tertinggi dari perlakuan konsentrasi 127,68 g/5 kg tanah dengan rata-rata jumlah bunga tanaman yang diperoleh sebesar 78,00 ± 3,54%, jumlah buah 10,80 ± 3,42%, dan bobot buah per tanaman sebesar 35,20 ± 5,99%. Perlakuan urea 0,27 gr (kontrol) merupakan perlakuan dengan hasil rata-rata terendah meliputi jumlah bunga yaitu 56,60 ± 14,15%, jumlah buah 5,00 ± 1,00%, dan bobot buah per tanaman sebesar 10,78 ± 5,54%.

Hasil produksi yang meliputi jumlah bunga menunjukkan bahwa konsentrasi 0,27 g urea tidak berbeda nyata secara statistik dengan pemberian pupuk organik konsentrasi 31,92 g/5 kg tanah; 63,84 g/5 kg tanah; 95,76 g/5 kg tanah. Keempat perlakuan tersebut berbeda nyata dengan pemberian pupuk organik 127,68 g/5 kg tanah terhadap jumlah bunga tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 sehingga pemberian pupuk organik terfermentasi pada berbagai konsentrasi tidak berpengaruh optimal terhadap produksi jumlah bunga yang dihasilkan.

Produksi jumlah buah menunjukkan konsentrasi 0,27 gram urea tidak berbeda nyata secara statistik dengan pemberian pupuk organik konsentrasi 31,92 g/5 kg tanah; 63,84 g/5 kg tanah; dan 95,76 g/5 kg tanah. Konsentrasi 0,27 gram urea; 31,92 g/5 kg tanah; 63,84 g/5 kg tanah; 95,76 g/5 kg tanah berbeda nyata secara statistik dengan pemberian pupuk organik konsentrasi 127,68 g/5 kg tanah terhadap jumlah buah per tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 sehingga pemberian pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi pada berbagai konsentrasi tidak berpengaruh optimal terhadap produksi jumlah buah yang dihasilkan.

Produksi bobot buah per tanaman menunjukkan bahwa konsentrasi 0,27 g urea tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 31,92 g/5 kg tanah. Konsentrasi 63,84 g/5 kg tanah tidak berbeda nyata dengan 31,92 g/5 kg tanah dan 95,76 g/5 kg tanah. Sedangkan konsentrasi 0,27 gram urea dan 31,92 g/5 kg tanah

berbeda nyata dengan konsentrasi 95,76 g/5 kg tanah dan keempat perlakuan berbeda nyata secara statistik dengan konsentrasi 127,68 g/5 kg tanah terhadap bobot buah per tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 sehingga pemberian pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi pada berbagai konsentrasi berpengaruh optimal terhadap produksi bobot buah per tanaman yang dihasilkan.

PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pemberian pupuk organik berbahan eceng gondok terfermentasi pada berbagai konsentrasi berpengaruh terhadap bobot buah per tanaman cabai merah varietas Gada MK F1. Hal ini diduga dengan kandungan hara N sangat tinggi (2,726%), (P) sangat tinggi (0,184%), dan kalium sangat tinggi (0,226%) memenuhi kebutuhan nutrisi yang diperlukan tanaman terutama unsur hara P dan K. Penzi dkk. (2015) menyatakan bahwa pupuk yang memiliki unsur P tinggi akan mempengaruhi penambahan nutrisi pada saat terjadi pembentukan buah dengan panjang dan diameter buah yang lebih besar dan unsur K berperan dalam proses asimilasi pada tanaman. Mekanisme membuka dan menutupnya stomata juga dipengaruhi oleh keberadaan ion K. Apabila stomata terbuka, maka terjadi proses fisiologi tanaman terutama proses fiksasi CO₂ yang akan menghasilkan asimilat untuk memenuhi kebutuhan tanaman (Surtinah, 2013).

Penelitian Wardhani dkk (2017), menunjukkan pemberian pupuk eceng gondok terfermentasi pada berbagai konsentrasi berpengaruh pada pertumbuhan tanaman yang meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun cabai merah varietas Gada MK F1. Hal ini linear positif dengan produksi pada bobot buah yang dihasilkan. Tanaman yang tinggi dengan jumlah daun lebih banyak, mampu menghasilkan bunga yang lebih banyak. Menurut Soedomo (2012), keberhasilan tanaman pada setiap tanaman adalah terbentuknya buah dari bunga yang keluar dari tiap klaster (Penzi dkk., 2015). Dalam hal ini pemberian pupuk organik pada konsentrasi 127,68 gr/5 kg tanah menghasilkan produksi jumlah bunga paling tinggi yaitu 78,00 ± 3,54% dengan bobot buah yang paling tinggi pula yaitu sebesar 35,20 ± 5,99.

Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik pada berbagai konsentrasi memberikan pengaruh lebih tinggi terhadap produksi bobot tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 dibandingkan perlakuan urea 0,27 g. Hal ini

dikarenakan urea merupakan perlakuan yang hanya mengandung unsur hara makro, sedangkan pupuk organik mengandung unsur hara makro dan mikro. Unsur hara makro maupun mikro dapat melakukan interaksi secara sinergis dalam penyerapan unsur hara tanaman dan mempengaruhi pertumbuhan generatif (Hayati dkk., 2012).

Pemberian konsentrasi tinggi yaitu 127,68 g/5 kg tanah diduga menyebabkan mekanisme penyerapan unsur hara dalam tanah lebih cepat. Berdasarkan penelitian Wardhani dkk (2017), pertumbuhan tanaman cabai merah pada umur 10, 30, 50, dan 70 HST dengan pemberian pupuk organik berbahan eceng gondok pada konsentrasi paling tinggi (127,68 g/5 kg tanah) diduga telah mengalami perkembangan akar yang lebih cepat. Akar tanaman tumbuh dan berkembang secara leluasa dan sepenuhnya menyerap unsur hara yang tersedia sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik dan mempercepat pertumbuhan dan perkembangannya (Safuan dkk., 2015).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil simpulan bahwa pemberian konsentrasi pupuk organik berbahan eceng gondok pada berbagai konsentrasi memberikan pengaruh yang berbeda terhadap produksi tanaman cabai merah varietas Gada MK F1 dan pemberian pupuk organik berbahan eceng gondok dengan konsentrasi 127,68 g/5 kg tanah memberikan pengaruh paling optimal terhadap produksi pada bobot buah per tanaman cabai merah varietas Gada MK F1.

DAFTAR PUSTAKA

Fitrihidajati H., Ratnasari E., Isnawati, dan Soeparno G, 2015. Kualitas Hasil Fermentasi pada Pembuatan Pakan Ternak Ruminansia Berbahan Baku Eceng Gondok. *Jurnal Biosaintifika* Vol. 7(1): 62-67.

Hardjowigeno, 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Pustaka Utama.

Hayati E, Mahmud T, dan Fazil R, 2012. Pengaruh Jenis Pupuk Organik dan Varietas terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Floratek* Vol. 7: 173– 181.

Indarti, Diah, 2015. *Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura Cabai*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.

Penzi Y, MP Puspita F, Adiwirma, 2015. Aplikasi Beberapa Dosis *Tricho*-Eceng terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) pada Medium Gambut. *JOM Faperta* 2(2): 1-12.

Safuan LO, Rakian, Tresjia C, dan Kardiansa E, 2015. Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Gliokompos terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agroteknos* Vol 3 (3): 127– 132.

Surtinah, 2013. Pengujian Kandungan Unsur Hara dalam Kompos yang berasal dari Serasah Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Ilmiah Pertanian* Vol.11 (1): 16-25.

Wardhani MK, Rachmadiarti F, Fitrihidajati H, 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Berbahan Eceng Gondok Terfermentasi pada Berbagai Konsentrasi terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah varietas Gada MK F1. *Jurnal Lenterabio* Vol 6 (1): 1-5. Universitas Negeri Surabaya In Press.

Potensi Gizi Jenis-Jenis Ikan Hasil Tangkapan Nelayan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Campurejo Kecamatan Panceng Kabupaten Gresik

Nilta Husnayaini¹, Maulina Maftuhatul Ilmiah², Desy Muwaffaqoh³, Ulfi Faizah⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang Gedung C3 Lt. 2 Surabaya 60231

¹email: nilta924@gmail.com

ABSTRAK

Ikan memiliki keanekaragaman yang besar dan mempunyai banyak manfaat antara lain kandungan gizi yang tinggi. Salah satu daerah pesisir penghasil ikan adalah daerah Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis ikan yang didaratkan di PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan) Campurejo Kecamatan Panceng Kabupaten Gresik dan mendeskripsikan potensi gizinya. Penelitian ini dilakukan pada Oktober 2016-Februari 2017. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskripsi dengan observasi langsung jenis-jenis ikan yang ditemui di PPI Campurejo, TPI Campurejo dan Pasar Campurejo, dan didukung wawancara kepada empat responden (satu nelayan, satu ketua PPI Campurejo dan dua pedagang pasar). Selain itu untuk mendeskripsikan potensi kandungan gizi ikan-ikan tersebut digunakan kajian literasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 28 jenis ikan yang terdiri dari 2 kelas, 9 Ordo (Perciformes, Clupeiformes, Anguilliformes, Pleuronecti, Rasiformes, Squaliformes, Siluriformes, Lophiiformes, dan Tetraodontiformes) yang terbagi menjadi 21 Famili. Berdasarkan kajian literasi, jenis ikan laut yang ditemukan memiliki kandungan gizi tinggi (terdapat protein, omega-3, omega-6) sehingga dapat menjadi referensi untuk meningkatkan gizi masyarakat sekitar dan masyarakat.

Kata Kunci: Jenis-jenis ikan, Kandungan Gizi, PPI Campurejo-Gresik.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi sumber daya ikan yang sangat besar dan memiliki keanekaragaman perairan 27,2 % dari seluruh flora dan fauna yang ada di dunia yang meliputi 44,7 % ikan, 40,0 % mollusca, 23,8 % amphibia, 12,0 % mamalia, dan 8,6 % rumput laut (Mallawa, 2006). Indonesia juga disebut sebagai negara maritim yang berarti Indonesia memiliki wilayah perairan yang lebih luas dibanding wilayah daratannya (Siswanto, 2008). Di wilayah perairan tersebut memiliki keanekaragaman yang besar. Salah satunya di KualaPesisir Kabupeten Nagan Raya Aceh yang ditemukan 2 kelas ikan yang terdiri dari 76 Spesies (43 famili 14 ordo). Jenis ikan yang paling banyak didaratkan adalah dari kelas Osteichthyes (ikan bertulang keras) yaitu Ordo Perciformes yang mencapai lebih dari 50% (Scombridae, Stromateidae, Sciaenidae, Teraponidae, Serranidae, Mullidae, Kyphosidae, Acanthuridae, Lobotidae, Scatophagidae, Lutjanidae, Lethrinidae, Priacanthidae, Sphyraenidae, Haemulidae, Nemipteridae, Trichiuridae, Ehippidae, Mungilidae, Chandidae, Cichilidae). Dalam penelitian ini terdapat satu jenis ikan yang terancam punah/langka yaitu ikan bukem (*Arothonimmaculatus*) dari Famili

Tetraodontidae (Abdullah, 2011). Perikanan di perairan Indonesia memiliki peranan penting yaitu dapat memberikan penyediaan pangan, kesempatan kerja, perdagangan, kesejahteraan bagi masyarakat Indonesia.

Ikan memiliki keunggulan dibanding produk hewani lain seperti daging atau ayam. Keunggulan tersebut adalah adanya asam amino esensial lengkap dan sangat diperlukan oleh tubuh manusia (Astawan, 2004). Selain itu keunggulan lainnya adalah adanya kandungan omega-3 dan omega-6, kelengkapan komposisi asam amino, menurunkan kadar kolesterol darah, meningkatkan kecerdasan anak dan meningkatkan kemampuan akademik, menurunkan aktivitas pertumbuhan sel kanker dan menurunkan risiko kematian karena penyakit jantung (Pandit, 2008). Tiap 100 gram ikan segar mengandung kurang lebih 18 gram protein dan untuk ikan yang telah dikeringkan, tiap 100 gram nya memiliki kandungan protein sebesar 40 gram (Budiarso, 1998). Sedangkan menurut Siswono (2003), didalam ikan terdapat 4 kelompok zat gizi yaitu protein (18%), lemak (1-20%), berbagai jenis vitamin dan mineral. Banyaknya kandungan dalam ikan tersebut menjadikan ikan sebagai pilihan tepat untuk meningkatkan gizi di suatu daerah khususnya daerah

pesisir karena diindikasikan lebih mudah mendapat ikan sebagai konsumsi sehari-hari.

Kabupaten Gresik memiliki beberapa wilayah pesisir, salah satunya berada di Kecamatan Panceng. Menurut Nybaken (1992), pada kawasan pesisir terdapat zona pantai yang merupakan daerah terkecil dari semua daerah yang terdapat di samudra dunia, berupa pinggir sempit. Wilayah ini disebut zona interdidal. Ekosistem pesisir merupakan ekosistem yang dinamis dan mempunyai kekayaan habitat yang beragam di darat maupun di laut serta saling berinteraksi antara habitat tersebut. Di Kecamatan Panceng, selain terdapat Pantai Pasir Putih Dalegan yang merupakan tempat wisata kebanggaan Kabupaten Gresik, juga terdapat PPI dan TPI yaitu PPI Campurejo. PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan) adalah tempat untuk penampungan ikan hasil tangkapan dari laut yang kemudian ikan tersebut dijual di Tempat Pelelangan Ikan (TPI). Sehingga PPI ini selain sebagai tempat pangkalan pendaratan ikan juga memiliki tempat pelelangan ikan. Menurut Agustianur dan Irfatika (2002), Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) dimaksudkan sebagai prasarana pendaratan ikan yang dapat menangani produksi ikan sampai dengan 5 ton/hari, dapat menampung kapal perikanan sampai dengan ukuran 5 GT (*Gross Tonnage*) sejumlah 15 unit sekaligus.

PPI Campurejo adalah PPI yang berada dibawah naungan Dinas Perikanan Daerah Kabupaten Gresik dan merupakan tempat pangkalan pendaratan ikan pusat yang menjadi tempat bekerja bagi mayoritas mata pencaharian masyarakat Kecamatan Panceng yaitu nelayan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis ikan yang didaratkan oleh nelayan di PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan) Campurejo Kecamatan Panceng Kabupaten Gresik dan mendeskripsikan potensi gizinya.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Lokasi yang digunakan dalam penelitian adalah daerah pesisir pantai di Kecamatan Panceng Kabupaten Gresik yang dikhususkan pada 3 lokasi yaitu PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan), Tempat Pelelangan Ikan (TPI) dan Pasar Campurejo (Gambar 1) serta Laboratorium Taksonomi Universitas Negeri Surabaya. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober-November 2016 sebanyak 3 kali pengamatan di lapangan. Pengamatan dilakukan setiap Hari Sabtu pukul 09.00-16.00 WIB. Penelitian juga dilakukan pada Januari 2017-Februari 2017 untuk mengkaji literasi terkait gizi ikan.

Pada penelitian ini digunakan beberapa alat dan bahan yakni alat tulis, kamera, penggaris, kantong plastik, karet pengikat, kertas label, dan sampel ikan yang berasal dari 3 lokasi yaitu di PPI Campurejo, Tempat Pelelangan Ikan (TPI) dan Pasar Campurejo. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskripsi dengan observasi langsung jenis-jenis ikan yang ditemui di PPI Campurejo, TPI Campurejo dan Pasar Campurejo, dan didukung wawancara kepada empat responden (satu nelayan, satu ketua PPI Campurejo dan dua pedagang pasar). Selain itu untuk mendeskripsikan potensi kandungan gizi ikan-ikan tersebut digunakan kajian literasi.

Penelitian diawali dengan survey langsung jenis ikan yang ditemui di PPI Campurejo, yang dilelang di TPI Campurejo (Gambar 2) dan kemudian diperjualbelikan di pasar Campurejo (Gambar 3). Untuk pengambilan sampel diperoleh dari ikan hasil tangkapan nelayan di PPI, TPI dan Pasar Campurejo Kecamatan Panceng Kabupaten Gresik. Untuk pengambilan sampel dilakukan dengan mendatangi ketiga lokasi tersebut. Jenis ikan yang diambil pada penelitian ini adalah ikan yang memiliki ukuran morfologi yang jelas (bagian tubuh yang lengkap). Selanjutnya dilakukan wawancara kepada empat responden (seorang nelayan, seorang ketua PPI Campurejo dan dua pedagang pasar) mengenai nama lokal ikan dan ikan sampel difoto sebagai dokumentasi. Ikan yang belum dapat diidentifikasi dimasukkan kedalam kantong plastik dan diberi nama menggunakan kertas label. Pengamatan yang dilakukan pada sampel berupa morfometri ikan, warna tubuh, jenis sirip, jenis ekor, jenis mulut. Selanjutnya nama ilmiah ikan diidentifikasi dengan buku identifikasi ikan yaitu *Western Central Pacific* vol 3 (Carpenter dan Volker, 1999) dan *Recreational Fishing Identification Guide* (Department of Fisheries, 2016), jurnal-jurnal sejenis yakni Identifikasi Jenis Ikan di Perairan Laguna Gampoeng Pulot Kecamatan Leupung Aceh Besar (Fitrah Dkk, 2016), Jenis-jenis Ikan Hasil Tangkapan Nelayan yang Didaratkan di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kuala Tuha Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya (Abdullah, 2011) dan situs web resmi yaitu Fish species in East China Sea (fishbase.org) dan Government of Western Australia. Department of Fisheries (fish.wa.gov.au).



Gambar 1. Denah lokasi pengambilan sampel ikan

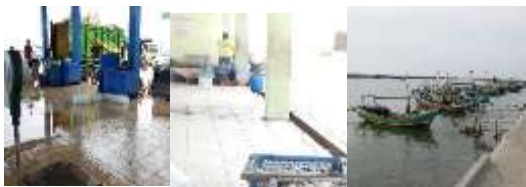
belakang PPI dan TPI Campurejo (Laut Lepas)



A B

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Gambar 3. Lokasi pengambilan sampel ikan. A, Keadaan Pasar Campurejo. B, Belakang Pasar Campurejo (Laut Lepas).



A B C

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel ikan. A, PPI Campurejo. B, TPI Campurejo. C, Bagian

Ikan yang telah teridentifikasi kemudian dicari kandungan gizinya melalui metode kajian literasi. Kandungan gizi yang dicari terfokus pada kandungan protein, omega-3 dan omega-6 yang merupakan kelebihan ikan dibanding sumber gizi yang lain.

HASIL

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di ketiga lokasi, didapatkan data ciri-ciri ikan dan identifikasi jenis-jenis ikan. Data tersebut tercantum dalam Tabel 1 dan Tabel 2 berikut:

Tabel 1. Ciri-ciri ikan yang dijumpai di ketiga lokasi.

No	Kode spesimen	Morfometri	Bentuk Ekor	Bentuk mulut	Bentuk sirip
1.	PCR001	a=± 21 cm, b=± 6 cm, c=± 5,2 cm, d=± 1 cm, e=± 1,6 cm, f=± 2,5 cm, g=± 11,5 cm, h=± 15, i=± 8, j=± 7,2 cm, k=± 16 cm, l=± 3 cm, m=± 1 cm	homocercal	terminal	tipe abdominalis
2.	PCR002	a= ± 19 cm, b=± 12 cm, c=± 4 cm, d=± 7,3 cm, e=± 4,5 cm, f=± 4 cm, g=± 7,3 cm, h=± 18, i=± 2, j=± 5,5 cm, k=± 15 cm, l=± 4,3 cm, m=± 2 cm	homocercal	inverior	tipe abdominalis
3.	PCR003	a=± 16 cm, b=± 5,5 cm, c=± 4 cm, d=± 0,2 cm, e=± 0,5 cm, f=± 4,5 cm, g=± 7 cm, h=± 0, i=± 37, j=± 9 cm, k=± 13,2 cm, l=± 2,8 cm, m=± 1 cm	homocerca	subterminal	pektoral
4.	PCR004	a= ± 17 cm, b= ± 8 cm, c= ± 3,4 cm, d= ± 1 cm, e=± 1 cm, f= ± 1,3 cm, g=± 2,2 cm, h= ± 6, i= ± 0, j= ± 6 cm, k=± 14,3 cm, l= ± 5,3 cm, m= ± 1 cm	homocercal	subterminal	abdominalis
5.	PCR005	ukuran panjang ± 63 cm, lebar ± 4 cm, tinggi ± 8 cm,	heterocercal		pektoralis
6.	PCR006	panjang 28 cm, lebar 13 cm, tinggi 10 cm, ekor 12 cm			-
7.	PCR007	a= ± 15 cm, b=± 5,5 cm, c= ± 3,7 cm, d= ± 1 cm, e=± 0 cm, f= ± 0 cm, g= ± 0 cm, h= ± 0, i= ± 42, j= ± 7,5 cm, k=± 11 cm, l=± 4 cm, m= ± 4 cm	Homocercal	inverior	
8.	PCR008	a= ± 16 cm, b= ± 4,5 cm, c= ± 2,3 cm, d= ± 1 cm, e=± 3 cm, f= ± 1,2 cm, g1= ± 2 cm, g2= ± 2 cm, h1= ± 2, i1=± 3, h2=± 8, i2=± 1, j= ± 3,5 cm, k= ± 12,5	Homocercal	inverior	

No	Kode spesimen	Morfometri	Bentuk Ekor	Bentuk mulut	Bentuk sirip
9.	PCR009	cm, l=± 3,8 cm, m= ± 4,5 cm. a= ± 34 cm, b=± 18,5 cm ,c= ± 5 cm, d= ± 3 cm, e=± 9,5 cm, f= ± 2,5 cm, g= ± 2,5 cm, i= ± 14, h= ± 0, j= ± 3,5 cm, k= ± 28 cm, l= ± 0 cm, m= ± 2cm.	homocerca		
10.	PCR010	a= ±26 cm, panjang b= ±8 cm , c=±5,5cm, d= ±3cm, e= ± 2,5cm, f=±2 cm, g=±2 cm,j= ± 2,2 cm, k= ±4cm, l= ± 2 cm, m= ± 4 cm	homocercal	inverior	
11.	PCR011	a= ± 5 cm, b=± 3 cm, c= ± 9,5 cm, d=± 2,5 cm, e= ± 8 cm,j= ± 6 cm, k= ± 28 cm, l= ± 0 cm, m= ± 2cm.	homocercal	superior	
12.	PCR012	a= ± 11 cm, b=± 3 cm , c= ± 2,6 cm, d=± 1 cm, e=± 0,7 cm, f= ± 4,6 cm, g=± 2 cm, h = ± 1, i = ± 14, j= ± 2,3 cm, k=± 8,7 cm, l=± 2 cm, m= ± 1,2 cm	homocercal	inferior	tipe jugularis
13.	PCR013	a= ± 9 cm, b= ± 7 cm , c= ± 2 cm, d= ± 1,1 cm, e=± 1,1 cm, f= ± 0,7 cm, g=± 1,4 cm, h = ± 1 , i = ± 26, j= ± 3 cm, k=± 7 cm, l=± 1,5 cm, m= ± 0,9 cm	hypocercal	terminal	tipe abdominalis
14.	PCR014	a= ± 19 cm, b= ± 7,5 cm ,c= ± 3 cm, d= ± 2,5 cm, e= ± 4,2 cm, f= ± 1,1 cm, g=± 2,2 cm, h = 1 ± , i = ± 16 cm, j= ± 3,7 cm, k= ± 16,2 cm, l= ± 2,2 cm, m= ± 1,2 cm	homocercal	superior	
15.	PCR015	a= ± 21 cm, b=± 9 cm , c= ± 3,1 cm, d= ± 0,5 cm, e=± 7 cm, f= ± 3,4 cm, g=± 8,5 cm, h = ± 2 , i = ± 24, j= ± 7 cm, k= ± 18 cm, l=± 3,5 cm, m= ± 1,7 cm	diphicercal	superior	tipe pectoralis
16.	PCR016	a= ± 17 cm, b=± 5,5 cm ,c= ± 3 cm, d= ± 2,6 cm, e= anal ± 4 cm, f= ± 2,5 cm, g1= ± 1,5 cm, g2 = ± 4,5, h= ± 4 , i= ± 20, j= ± 5,5 cm, k= ± 14 cm, l= ± 1,2 cm, m= ± 0,6 cm	homocercal	inferior	tipe abdominalis
17.	PCR017	a= ± 27,5 cm, b= ± 6cm ,c= ± 5,5 cm, d= ± 2 cm, e= ± 3,2 cm, f= ± 2cm, g= ± 16 cm, , h = ± 0 , i = ± 4, j= ± 8 cm, k=± 22,5 cm, l= ± 3 cm, m= ± 3 cm,	diphicercal	inferior	tipe jugularis
18.	PCR018	a= ± 21 cm, b= ± 3 cm , c= ± 3,5 cm, h=± 0 j= ± 7 cm, k= ± 18 cm	diphicercal	inferior	jugularis
19.	PCR019	a= ± 5,5 cm, b= ± 2,5 cm , c= ± 1 cm, d= ± 1,2 cm, e= ± 3 cm, f= ± 1,2 cm, g= ± 1 cm, h = ± 7, i = ± 3 , j=± 1,2 cm, k= ± 5,3cm, l= ± 0 cm, m= ± 0,5 cm	hypocercal		
20.	PCR020	a= ± 8 cm, b= ± 3,5 cm , c= ± 1,5 cm, d= ± 1 cm, e= ± 2 cm, f= ± 0,5 cm, g=± 0,7 cm, , h=± 10 , i = ± 11 , j= ± 2,2 cm, k= ± 7 cm, l= ± 0 cm, m= ± 1 cm	homocercal		
21.	PCR021	a= ± 15 cm, b=± 6,5 cm,c= ± 2,5 cm, d= ± 5 cm, e=± 3 cm,f= ± 1,5 cm, g= ± 2 cm, , h= ± 8, i= ± 0, tinggi j= ± 3,5 cm, k=± 12,5 cm, l= ± 3cm, m= ± 1 cm	hypocercal	superior	tipe abdominalis
22.	PCR022	a= ± 12,5 cm, b=± 3 cm,c= ± 2,5 cm, d= ± 4 cm, e=± 3 cm, f= ± 1,5 cm, g= ± 4,5 cm, , h= ± 9, i= ± 0, j= ± 6 cm, k= ± 10 cm, l=± 1,5 cm, m= ± 1,5 cm	simetrical homocercal	terminal	pectoralis
23.	PCR023	a= ± 52,5 cm,b= ± 7,5 cm ,c= ± 5 cm, d= ± 1 cm, j= ± 5 cm, k= ± 47,5 cm, l= ± 2 cm, m= ± 1 cm	diphicercal	terminal	
24.	PCR024	a= ± 22 cm, b=± 12,5 cm ,c= ± 4 cm, d= ± 1,5 cm, e=± 3,5 cm, f= ± 4,5 cm, g=± 11,7 cm, i= ± 23	simetrihomoc ercal	inverior	Abdomen
25.	PCR025	a= ± 14 cm, b= ± 5 cm ,c= ± 2,4 cm, d= ± 0,5 cm, e= ± 1 cm,f= ± 1,3 cm, g=± 2,2 cm, , h= ± 6 , i= ± 0, j= ± 5 cm, k=± 14,3 cm, l= ± 5,3 cm, m= ± 1 cm	homocercal		abdominalis
26.	PCR026	a= ± 22 cm, b = ± 12,5 cm , c = ± 4 cm, d= ± 1,5	homocercal	inverior	

No	Kode spesimen	Morfometri	Bentuk Ekor	Bentuk mulut	Bentuk sirip
27.	PCR027	cm, e = ± 3,5 cm, f = ± 4,5 cm, g = ± 11,7 cm, i = ± 23, h = ± 8, j = ± 13,5 cm, k = ± 18 cm, l = ± 9,6 cm, m = ± 2,5 cm. a = ± 19 cm, b = ± 7,5 cm, c = ± 3 cm, d = ± 2,5 cm, e = ± 4,2 cm, f = ± 1,1 cm, g = ± 2,2 cm, h = 1 ±, i = ± 16 cm, j = ± 3,7 cm, k = ± 16,2 cm, l = ± 2,2 cm, m = ± 1,2 cm	heterocercal	superior	
28.	PCR028	c = ± 5 cm, d = ± 3 cm, e = ± 9,5 cm, f = ± 2,5 cm, g = ± 8 cm, j = ± 6 cm, k = ± 28 cm, l = ± 0 cm, m = ± 2 cm	homocercal	terminal	

Keterangan:

a = panjang keseluruhan
 b = panjang kepala sampai ujung sirip punggung
 c = panjang ekor
 d = panjang ekor anal sampai ujung ekor
 e = pangkal abdomen sampai ujung sirip anal
 f = panjang sirip abdomen
 g = panjang sirip punggung
 h = jumlah sirip punggung yang keras
 i = jumlah sirip punggung yang lunak
 j = tinggi badan
 k = dari kepala sebelum ekor
 l = panjang sirip dada
 m = panjang ekor

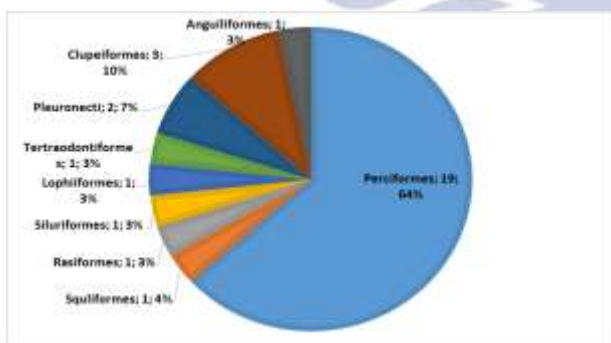
Tabel 2. Jenis – jenis ikan yang dijumpai di ketiga lokasi

No.	Kode Spesimen	Nama Daerah	Ordo	Famili	Spesies
1.	PCR001	Ikan Sadar	Perciformes	Siganidae	<i>Siganus Canaliculatus</i>
2.	PCR002	Ikan Kuningan	Perciformes	Lutjanidae	<i>Pristipomoides typus</i>
3.	PCR003	Ikan Pecok	Perciformes	Menidae	<i>Mene maculata</i>
4.	PCR004	Ikan Badong	Perciformes	Carangidae	<i>Carangoides talamparoides</i>
5.	PCR005	Ikan Hiu	Squiformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>
6.	PCR006	Ikan Pari	Rasiformes	Rajidae	<i>Dasyatis colarensis</i>
7.	PCR007	Ikan Dorang	Perciformes	Carangidae	<i>Pampus argenteus</i>
8.	PCR008	Ikan Selar Kuning	Perciformes	Carangidae	<i>Selar crumenophthalmus</i>
9.	PCR009	Ikan Barakuda	Perciformes	Sphyraenidae	<i>Sphyraena guachancho</i>
10.	PCR010	Ikan Keting	Siluriformes	Bagridae	<i>Hemibagrus menoda</i>
11.	PCR011	Ikan Kakap Merah	Perciformes	Lutjanidae	<i>Lutjanus campechanus</i>
12.	PCR012	Ikan Putri Ayu	Perciformes	Haemulidae	<i>Parakuhlia macrophthalmus</i>
13.	PCR013	Ikan Belo	Clupeiformes	Clupeidae	<i>Amblygaster leiogaster</i>
14.	PCR014	Ikan Siro/Sarden	Perciformes	Seranidae	
15.	PCR015	Ikan Duduk	Lophiiformes	Lophidae	
16.	PCR016	Ikan Songgo Langit	Tetraodontiformes	Monacanthidae	<i>Eubalichthys quadrispinis</i>
17.	PCR017	Ikan Ilat	Pleuronecti	Cynoglossidae	<i>Symphurus Arawak</i>
18.	PCR018	Ikan Ilat bergaris	Pleuronecti	Cynoglossidae	<i>Symphurus septemstriatus</i>
19.	PCR019	Ikan teri	Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoa tricolor</i>
20.	PCR020	Ikan Kerasa	Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoa surinamensis</i>

No.	Kode Spesimen	Nama Daerah	Ordo	Famili	Spesies
21.	PCR021	Ikan Layang	Perciformes	Carangidae	<i>Decapterus maruadsi</i>
22.	PCR022	Ikan Tetet	Perciformes	Scatothagidae	<i>Selenotoca papuensis</i>
23.	PCR023	Ikan Tonang	Anguilliformes	Congridae	<i>Conger orbignianus</i>
24.	PCR024	Ikan Gaplek	Perciformes	Drepaneidae	<i>Drepane punctata</i>
25.	PCR025	-	Perciformes	Leiognathidae	<i>Photopectoralis bindus</i>
26.	PCR026	Ikan Tenggiri	Perciformes	Scombridae	<i>Scomberomorus guttatus</i>
27.	PCR027	Ikan Tongkol	Perciformes	Scombridae	<i>Thunnus atlanticus</i>
28.	PCR028	Ikan Kerapu	Perciformes	Serranidae	<i>Acanthistius fuscus</i>

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa jenis ikan yang didaratkan di PPI Campurejo selama waktu pengamatan yakni Oktober-November 2016 adalah total sebanyak 28 jenis ikan yang terdiri atas 9 ordo dan terbagi menjadi 21 famili. Ordo tersebut adalah Perciformes, Clupeiformes, Anguilliformes, Pleuronecti, Rasiformes, Squilliformes, Siluriformes, Lophiiformes, dan Tetraodontiformes. Mayoritas jenis ikan yang terdapat di PPI Campurejo adalah berasal dari Ordo Perciformes yaitu sebesar 64% (Gambar 4).

Gambar 4. Grafik jenis ikan yang didaratkan di PPI Campurejo Kecamatan Panceng Kabupaten Gresik.



Kandungan gizi pada ikan yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah protein, omega-3 dan omega-6. Adapun kandungan gizi berdasarkan hasil kajian literatur disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan gizi ikan per 100 gram

No	Komposisi	Ikan						
		Tenggiri	Tongkol	Teri	Sarden	Layang	Pari	Kakap Merah
1	Protein (%)	21,1 ⁽⁶⁾	26 ⁽⁵⁾	16 ⁽²⁾	21,1 ⁽²⁾	24 ⁽⁹⁾	16,86 ⁽⁴⁾	20,54 ⁽⁸⁾
2	Omega-3 (%)	2,6 ⁽¹⁾	1,5 ⁽¹⁾	1,4 ⁽¹⁾	1,2 ⁽¹⁾	10,9 ⁽³⁾	-	-
3	Omega-	3,7 ⁽¹⁾	1,8 ⁽¹⁾	1,6 ⁽¹⁾	2,2 ⁽¹⁾	-	-	-

6 (%)

Keterangan:

(1)= Siswono (2003).

(2)= Irianto (2004).

(3)= Lembaga Gizi Departemen Kesehatan RI

(4)= Mardiah (2008)

(5)= Nurahman dan Isworo (2010)

(6)= Anonim (2007)

(7)= Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (2008)

(8)= Suprpti (2008)

(9)= Susilo (2007)

- = belum ditemukan kajian literasi terkait

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi yaitu dengan mengidentifikasi morfometri ikan, warna tubuh, jenis sirip, jenis ekor dan jenis mulut didapatkan hasil yang tercantum pada Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa setiap ikan memiliki ciri-ciri yang berbeda. Dapat diketahui juga pada Tabel 1 terdapat 6 bentuk ekor yang berbeda diantaranya homocercal, heterocercal, hypocercal, diphycercal, simetrical homocercal dan simetrihomocercal. Pada Tabel 1 juga dapat diketahui perbedaan morfologi dari segi bentuk mulut setiap jenis ikan. Identifikasi dan determinasi ikan yang dilakukan tersebut berdasarkan Weber dan De Beaufort (1913), Saanin (1984) serta Kottelat et al. (1993), memberikan gambaran bahwa beberapa karakter morfologi dapat digunakan sebagai pembeda spesies.

Hasil observasi tersebut kemudian merujuk pada jenis-jenis ikan dengan nama ilmiah yang sebelumnya masih diberi kode spesimen dan diberi nama lokal.

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa di lokasi penelitian terdapat 28 jenis ikan yang terdiri atas 9 ordo dan terbagi menjadi 21 famili. Ordo tersebut adalah Perciformes, Clupeiformes, Anguilliformes,

Pleuronecti, Rasiformes, Squaliformes, Siluriformes, Lophiiformes, dan Tertraodontiformes (Tabel 1). Hal tersebut dikarenakan menurut Pak Muslimun selaku ketua PPI Campurejo, mengatakan bahwa ikan yang didaratkan di PPI campurejo tidak sepenuhnya dari nelayan asli gresik namun juga berasal dari Kapal Kalimantan, Kapal NTT, dan Kapal Sulawesi. Lain halnya dengan penelitian di TPI Kuala Tuha Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya Aceh, ditemukan lebih banyak jenis ikan yaitu 2 kelas ikan yang terdiri dari 76 Spesies (43 famili 14 ordo) (Abdullah, 2011). Hal ini dikarenakan penelitian tersebut dilakukan ditempat dengan terumbu karang banyak dan masih baik disekitarnya membuat ikan dapat berkembangbiak dengan baik, selain itu nelayan setempat sudah menggunakan peralatan modern (Abdullah, 2011).

Penelitian ini dilakukan di tiga waktu yang berbeda karena menurut narasumber yakni Ibu Qoyimah, kapal atau perahu nelayan yang masuk ke PPI Campurejo dibagi menjadi 3 waktu yakni pukul 07.00-09.00 WIB, 10.00-12.00 WIB dan 13.00-17.00 WIB. Waktu tersebut mengakibatkan jenis ikan yang didaratkan nelayan tidak selalu sama. Hal tersebut didukung oleh narasumber lain yakni Ibu Suyani selaku penjual ikan di Pasar Campurejo mengatakan bahwa ikan yang selalu datang atau diperjualbelikan adalah ikan belo dan ikan siro atau ikan sarden. Sedangkan menurut Ibu Emas (penjual ikan), ikan yang selalu diperjualbelikan adalah ikan layang. Hal tersebut dikarenakan penyebaran ikan diperairan sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan yang dapat digolongkan menjadi empat macam, yaitu: faktor biotik, abiotik, faktor teknologi dan kegiatan manusia (Rifai *et al*, 1983).

Mayoritas jenis ikan yang terdapat di PPI Campurejo adalah berasal dari Ordo Perciformes yaitu sebesar 64%(Gambar 4) karena Ordo Perciformes adalah jenis ikan yang umumnya berenang mendekati permukaan perairan hingga kedalaman 200 meter, ikan-ikan jenis ini disebut juga ikan pelagis (Abdullah, 2011). Ordo Perciformes memiliki ciri-ciri umum yakni sirip perut letaknya di bawah sirip dada, sirip punggung umumnya ada dua. Sirip depan semuanya disokong oleh jari-jari keras, sedangkan sirip belakang sebagian besar disokong oleh jari-jari lunak. Gurat sisi ada yang utuh, ada juga yang terputus di bagian belakang (Djuhanda, 1981).

Selain Ordo Perciformes yang sering dikonsumsi, pada penelitian ini juga terdapat ikan yang tidak dapat dikonsumsi yakni menurut Ibu Qomariyah selaku narasumber adalah ikan duduk (sesuai nama lokal)

yang termasuk dalam Ordo Lophiiformes. Hal ini dikarenakan ikan ini merupakan ikan karang yang hidupnya di lumpur dan tidak dapat dimakan. Pada penelitian ditemukan juga 2 ikan dari kelas Chondrichthyes yakni ikan hiu putih dan ikan pari. Kedua jenis ikan tersebut tidak berasal dari perairan disekitar wilayah Kabupaten Gresik. Hiu putih dan ikan pari tidak diperdagangkan bebas di Pasar Campurejo. Namun untuk jumlah, keduanya terdapat perbedaan yakni jumlah ikan hiu lebih sedikit dibandingkan ikan pari.

Banyaknya jenis-jenis ikan yang ditemukan sangat memberikan keuntungan kepada masyarakat disekitarnya. Selain harganya yang dapat dijangkau oleh masyarakat dengan mayoritas berprofesi nelayan, ikan memiliki protein dengan komponen asam amino lengkap dan mengandung lemak esensial yang banyak dibutuhkan oleh tubuh manusia (Rahardjo dkk, 2011). Pada umumnya, komposisi kimia daging ikan terdiri dari air 66-84%, protein 15- 24%, karbohidrat 1-3%, lemak 0,1-22%, dan bahan anorganik 0,8-2% (Abdillah, 2006).

Lebih lanjut, Junianto (2003) menjelaskan tingkat kadar protein pada ikan yaitu ikan secara umum yang tergolong berprotein rendah memiliki kadar protein < 15% dan ikan dengan protein tinggi memiliki kadar protein 15-20 % hingga > 20%. Berdasarkan Tabel 2, ikan dengan protein tinggi adalah ikan tenggiri, tongkol, sarden, kakap merah dan layang. Sedangkan ikan dengan protein sedang adalah ikan pari, selar kuning, dan teri.

Merujuk pada Tabel 3 dapat diketahui kandungan omega-3 dan omega-6 dari beberapa jenis ikan yaitu tenggiri, tongkol, teri dan sarden. Kandungan omega-3 dan omega-6 dimiliki oleh ikan tenggiri yakni 2,6% dan 3,7% (per 100 gram). Namun untuk beberapa jenis ikan lain kandungan omega-3 dan omega-6 tidak dapat ditemukan karena kurangnya kajian literasi.

Menurut penelitian dari Siswono (2003), menyatakan bahwa kandungan omega-3 pada ikan salmon (1,6%/100 gr) dan omega-6 pada ikan salmon (2,1%/100 gr). Sedangkan kandungan protein pada ikan salmon sebesar 19,84. Menurut Balai Pengembangan dan Mutu Perikanan (1996), kandungan protein pada ikan bandeng sebesar 20,38%, kandungan omega-3 sebesar 14,29%, sedangkan kandungan omega-6 sebesar 7,47%. Berdasarkan data tersebut kandungan gizi ikan baik protein, omega-3 maupun omega-6 pada ikan bandeng dan ikan salmon sama tingginya dengan jenis-jenis ikan yang tertera pada Tabel 3. Selain

terdapat ikan yang memiliki harga murah, ikan yang memiliki kandungan lebih tinggi atau setara dengan kandungan gizi pada ikan salmon dan ikan bandeng inilah yang bisa digunakan sebagai referensi lain untuk meningkatkan gizi masyarakat sekitar.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian jenis ikan hasil tangkapan nelayan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Campurejo Kecamatan Panceng Kabupaten Gresik, dapat disimpulkan bahwa terdapat 28 jenis ikan yang terdiri dari 2 kelas, 9 ordo yang terbagi menjadi 21 famili. Masing-masing ikan memiliki kandungan protein omega-3 dan omega-6 yang berbeda. Kandungan protein tertinggi adalah ikan tenggiri, tongkol, sarden, kakap merah dan layang, sedangkan kandungan omega-3 dan omega-6 tertinggi dimiliki oleh ikan tenggiri yakni 2,6% dan 3,7% (per 100 gram). Jenis-jenis ikan tersebut dapat menjadi referensi untuk meningkatkan gizi masyarakat sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. 2011. Jenis-jenis Ikan Hasil Tangkapan Nelayan yang Didaratkan di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kuala Tuha Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya. *Jurnal Prodi Pendidikan Biologi FKIP Unsyiah Banda Aceh*.23111
- Agustianur dan Fitriana Iftatika. 2002. Perencanaan Pengembangan Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Tasik Agung Kabupaten Rembang. *Laporan Tugas Akhir (tidak dipublikasi)*.
- Amri dan Khaeruman. 2002. *Menanggulangi Penyakit pada Ikan Mas dan Koi*. : Jakarta : AgroMedia Pustaka.
- Anonim A. 2007. Fortifikasi Tepung Ikan Tenggiri (*Scomberomorus Sp.*) Dan Tepung Ikan Swangi (*Priacanthus Tayenun*) dalam Pembuatan Bubur Bayi Instan. *Skripsi*. IPB-83 hlm.
- Carpenter, Kent E. dan Volker H. Niem. 1999. *Western Central Pacific Vol 3 (Batoid Fishes, Chimaeras And Bony Fishes Part 1 (Elopidae To Linophrynidae))*. Rome : Food And Agriculture Organization Of The United Nations.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2008. *Strategi Peningkatan Konsumsi Ikan di Indonesia*. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Department of Fisheries.2016. *Recreational Fishing Identification Guide 4th Edition*. Perth: Department of Fisheries
- Djuhanda, T.1981. *Dunia Ikan*. Bandung : Armico.
- Eddy, Syaiful.2013. Inventarisasi dan Identifikasi Jenis-jenis Ikan Saat Pasang Surut di Perairan Sungai Musi Kota Palembang. *Seminar Nasional Sains & Teknologi V* Lembaga Penelitian Universitas Lampung
- Fish species in East China Sea. <http://www.fishbase.org>. diakses pada tanggal 27 November 2016 pukul 18.30 WIB
- Fitrah, Syawal Syah, Irma Dewiyanti, Thaib Rizwan.2016. Identifikasi Jenis Ikan Di Perairan Laguna Gampoeng Pulot Kecamatan Leupung Aceh Besar. Fakultas Kelautan Dan Perikanan Universitas Syiah Kuala Darussalam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*.Volume 1, Nomor 1 : 66-81
- Government of Western Australia. Department of Fisheries. <http://www.fish.wa.gov.au>. diakses pada tanggal 27 November 2016 pukul 20.35 WIB
- Irianto A. 2004. Patologi Ikan Teleostei. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Kottelat M & Whitten T. 1996. *Freshwater Biodiversity in Asia LTith Special Reference to Fish*. Washington DC: The World Bank.
- Laily, Nur.2006. Identifikasi Jenis-Jenis Ikan Teleostei yang Tertangkap Nelayan Di Wilayah Perairan Pesisir Kota Semarang. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. *Skripsi*.
- Mallawa. 2006. *Pengelolaan Sumberdaya Ikan Berkelanjutan dan Berbasis Masyarakat*. Makassar : Fakultas ilmu kelautan dan perikanan universitas hasanuddin.
- Mardiah, A.,Huda N., dan Ahmad Ruzita.2008.Potensi Penggunaan Ikan Pari (Himantuna sp.) sebagai Bahan Baku Pembuatan Flakes Ikan. *Prosiding SEMNAS*.UGM Yogyakarta.
- Nurahman dan J.T Isworo. 2010. Peran tawas terhadap perairan protein ikan tongkol. *Skripsi*. Unimus. 285 Hlm.
- Nybaken.1992. *Marine Biology* Odum, E.P (Diterjemahkan oleh Thahmosamingan). 1996.

Dasar-Dasar Ekologi. Yogyakarta : Gajah Mada Press.

Rahardjo, MF, Sjafei D.S, Affandi R, Sulistiono, dan Hutabarat J. 2011. *Iktiologi*. Bandung : Lubuk Agung.

Rifai, S. A. N., N. Sukaya dan Z. Nasution. 1983. *Biologi Perikanan. Edisi 1*. Jakarta : Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan

Saanin H. 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan. Jilid 1 dan 2. Jakarta: Bina Cipta.

Siswanto, Budi. 2008. *Kemiskinan dan Perlawanan Kaum Nelayan*. Surabaya : Laksbang Mediatama.

Siswono, 2003. Ikan Air Tawar Kaya Protein dan Vitamin, <http://www.gizi.net> (diakses tanggal 08-02-2017, pukul 20.20).

Suprpti M. L. 2008. *Produk-Produk Olahan Ikan*. Kanisius. Yogyakarta.

Weber M & de Beaufort LF. 1913. *The Fishes of the Indo-Australian Archipelago II. Malacopterygii, Myctophoidea, Ostariophysii: I. Siluridea*. Leyden: EJ.Brill.



Studi Awal Keanekaragaman Flora Cagar Alam Pulau Sempu Tahun 2016

Rony Irawanto¹, Apriyono Rahadianoro², Ilham Kurnia Abywijaya³

^{1,2,3}Kebun Raya Purwodadi, LIPI

Jalan Raya Surabaya Malang Km 65 Purwodadi, Pasuruan, Indonesia

¹email: rony001@lipi.go.id

ABSTRAK

Pulau Sempu merupakan pulau kecil yang berstatus cagar alam dengan beberapa tipe ekosistem dan keanekaragaman flora yang khas. Kebun Raya Purwodadi sebagai lembaga konservasi tumbuhan *ex-situ*, khususnya tumbuhan dataran rendah kering, perlu melakukan kegiatan eksplorasi dan pengkoleksian tumbuhan di Pulau Sempu. Sebelum melakukan kegiatan eksplorasi dilakukan studi pendahuluan mengenai keanekaragaman flora yang berada di kawasan Cagar Alam Pulau Sempu berdasarkan survei awal dan kajian pustaka. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman tumbuhan di Cagar Alam Pulau Sempu berdasarkan hasil survei dan kajian pustaka beberapa penelitian sebelumnya. Survei dilakukan pada tanggal 1-2 April 2016 mengambil jalur waru-waruu sampai telogo lele dan teluk semut sampai segoro anakan dengan melalui jalur utama maupun jalur pesisir pantai bagian barat. Berdasarkan hasil eksplorasi tahun 2015 diperoleh 274 nomor koleksi dengan jumlah 1.106 spesimen termasuk 110 jenis dan 59 jenis masih diketahui tingkat marga. Seratus sepuluh jenis tumbuhan tersebut termasuk dalam 64 suku. Jenis tumbuhan yang terkoleksi tersebut diketahui 21 jenis merupakan koleksi baru bagi Kebun Raya Purwodadi. Berdasarkan kajian pustaka dan survei awal yang telah dilakukan, diketahui keanekaragaman flora sejumlah 294 jenis, 89 jenis masih diketahui tingkat marga, 20 jenis anggrek dan 20 jenis paku. Dua ratus sembilan puluh empat jenis tumbuhan tersebut termasuk dalam 83 suku.

Kata Kunci: Keanekaragaman flora; Kebun Raya Purwodadi; Pulau Sempu

PENDAHULUAN

Indonesia dengan kepulauan yang hampir 17.508 pulau sangat mendukung berbagai tipe ekosistem alami, dari hutan dataran rendah, hutan mangrove, padang rumput sampai hutan pegunungan (Steenis, 1957). Meskipun Indonesia hanya 1,3% luasan di bumi, namun memiliki lebih dari 10% tumbuhan di bumi (Jacobs, 1974). Sehingga Indonesia merupakan negara dengan kekayaan biodiversitas tertinggi di dunia (Anonimus, 1995). Banyak pulau-pulau di Indonesia telah terisolir ratusan juta tahun sehingga memiliki jenis endemik yang tinggi, dan tipe vegetasinya belum pernah didiskripsikan secara menyeluruh. Namun keanekaragaman tumbuhan yang mendukung ekosistem hutan di Indonesia tersebut, terancam dengan perkembangan ekonomi (Sukardjo, 2006).

Kerusakan dan perambahan hutan untuk berbagai kepentingan, sangat berdampak terhadap hilangnya berbagai jenis tumbuhan yang terkadang belum sempat diketahui baik nama maupun manfaatnya bagi ilmu pengetahuan dan masyarakat secara luas. Kekhawatiran akan punahnya tumbuhan, sebagai dampak tersebut, menyadarkan bahwa

pentingnya keberadaan kebun raya sebagai tempat untuk menyelamatkan tumbuhan. Oleh karena itu, keberadaan kebun raya dapat dikatakan sebagai benteng terakhir konservasi tumbuhan. Kebun Raya di Indonesia berada di bawah LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) dengan pusat konservasi tumbuhan di Kebun Raya Bogor.

Kebun raya didefinisikan sebagai kawasan konservasi tumbuhan secara *ex-situ* yang memiliki koleksi tumbuhan terdokumentasi dan ditata berdasarkan pola klasifikasi taksonomi, bioregion, tematik atau kombinasi dari pola-pola tersebut untuk tujuan kegiatan konservasi, penelitian, pendidikan, wisata, dan jasa lingkungan (Perpres 93/2011). Kebun raya memiliki karakteristik utama berupa tersedianya koleksi tumbuhan yang terdokumentasi, dilengkapi dengan material biji dan spesimen herbarium sebagai koleksi penunjangnya (Irawanto, 2011). Koleksi tumbuhan kebun raya tercatat di bagian registrasi supaya jelas asal-usul tumbuhan tersebut (Yuzammi, dkk. 2006). Koleksi tumbuhan kebun raya tersebut diperoleh dari hasil eksplorasi ke berbagai tempat di Indonesia.

Kebun Raya Purwodadi adalah salah satunya Kebun Raya Indonesia yang memiliki spesifikasi

kawasan tumbuhan dataran rendah kering. Tugas utama Kebun Raya Purwodadi adalah menjalankan fungsi konservasi tumbuhan, termasuk inventarisasi, eksplorasi, penanaman koleksi dan pemeliharaan tumbuhan yang memiliki nilai ilmu pengetahuan dan berpotensi untuk dikonservasi (Asikin dan Soejono, 2006).

Melalui kegiatan eksplorasi, Kebun Raya Purwodadi berperan dalam upaya konservasi tumbuhan Indonesia yang berhabitat di hutan dataran rendah kering. Kegiatan eksplorasi dan pengkoleksian tumbuhan selain bertujuan konservasi untuk menyelamatkan tumbuhan dari kepunahan, juga melakukan penelitian keanekaragaman tumbuhan di kawasan tersebut. Sebelum melakukan kegiatan eksplorasi biasanya tim akan melakukan studi pendahuluan mengenai keanekaragaman flora yang berada di kawasan yang dituju berdasarkan studi literatur dan survei awal.

Kegiatan eksplorasi tumbuhan Kebun Raya Purwodadi pada tahun 2016 berlokasi di Pulau Sempu. Pulau Sempu dipilih karena satu-satunya pulau kecil di Jawa Timur yang berstatus Cagar Alam. Pulau Sempu memiliki luas 877 ha dan merupakan pulau kecil yang berada di selatan Jawa Timur. Keterbatasan area distribusi dan ancaman degradasi lingkungan menjadikan pulau kecil sebagai habitat yang rentan. Oleh karena itu kelestarian keanekaragaman tumbuhan di pulau kecil seperti Pulau Sempu mengalami tekanan yang jauh lebih besar dibandingkan pada pulau yang lebih besar. Hal ini yang menjadikan target prioritas dalam strategi global untuk konservasi tumbuhan (GSPC / *Global Strategy for Plants Conservation*).

Pulau Sempu juga memiliki keragaman tipe ekosistem dan keanekaragaman hayati yang endemik serta unik. Kekayaan dan keunikan flora serta bentang alam dalam kesatuan ekosistem yang jelas tersebut sangat rentan terhadap perubahan. Di sisi lain eksotisme keindahan alamnya sangat menarik untuk dikunjungi, sehingga pulau ini menjadi tujuan wisata yang seharusnya tidak diperbolehkan dalam perundangan. Oleh karena itu informasi awal keanekaragaman flora di Pulau Sempu sangat dibutuhkan untuk kegiatan eksplorasi flora. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman tumbuhan di Cagar Alam Pulau Sempu berdasarkan hasil survei dan kajian pustaka beberapa penelitian sebelumnya. Informasi yang diperoleh dapat menjadi dasar dalam menentukan target lokasi eksplorasi dan pengkoleksian tumbuhan untuk tujuan konservasi dan penelitian lebih lanjut.

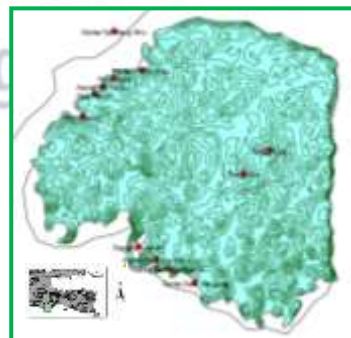
METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Bahan yang digunakan berupa tinjauan pustaka terkait keanekaragaman tumbuhan di Pulau Sempu dalam pencarian hasil penelitian-penelitian sebelumnya yang dilakukan dari 15 Februari s/d 25 Maret 2016 dan hasil survei lokasi yang dilakukan pada tanggal 1-2 April 2016. Survei mengambil jalur waru-waru sampai telogo lele dan teluk semut sampai segoro anakan dengan melalui jalur utama maupun jalur pesisir pantai bagian barat. Kemudian data yang diperoleh dilakukan pengelompokan dan sortasi dalam bentuk excel, sedangkan hasil survei jalur digambarkan dalam bentuk peta menggunakan Mapsource maupun Google Earth atau Quantum GIS. Data dan informasi yang diperoleh, dapat disajikan dalam bentuk tabel, gambar dan uraian.

HASIL

Cagar Alam Pulau Sempu

Pulau Sempu secara geografis berada di antara $112^{\circ}40'45''$ - $112^{\circ}42'45''$ BT dan $8^{\circ}27'24''$ - $8^{\circ}24'54''$ LS, sekitar 0,5 km dari garis pantai sebelah selatan Jawa Timur. Pulau ini terbentang 3,9 km dari barat ke timur, dan 3,6 km dari utara ke selatan. Bagian selatan dan timur langsung berbatasan dengan Samudera Indonesia, sedangkan bagian utara hingga ke barat dipisahkan dari daratan Pulau Jawa oleh Selat Sempu. Seperti dapat dilihat pada peta Pulau Sempu pada Gambar 1. Secara administratif, kawasan ini terletak di Dusun Sendang Biru, Desa Tambak Rejo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang, Jawa Timur.



Gambar 1. Letak Lokasi Cagar Alam Pulau Sempu.

Pulau Sempu merupakan kawasan Cagar Alam di bawah pengelolaan Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam (BBKSDA) Provinsi Jawa Timur. Penetapan kawasan Cagar Alam didasarkan karena Pulau Sempu memiliki kondisi alam yang khas meliputi keanekaragaman ekosistem dan hayati yang perlu dilindungi dan perkembangannya berlangsung secara alami. Menurut Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya, kegiatan yang dapat dilakukan dalam Cagar Alam hanya untuk kepentingan penelitian dan pengembangan, ilmu pengetahuan, pendidikan dan kegiatan lainnya yang menunjang budidaya. Namun keindahan alamnya menjadi objek yang menarik untuk dikunjungi, sehingga berkembang pula kegiatan pariwisata di sana.

Pulau Sempu ditetapkan sebagai Cagar Alam berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Jenderal Hindia Belanda (*Besluit van den Gouverneur Generaal van Nederlandsch Indie*) Nomor 46 Stbl No. 69 tanggal 15 Maret 1928 dengan luas ± 877 Ha (BBKSDA Jatim, 2011). Penetapan Pulau Sempu sebagai Cagar Alam didasarkan pada faktor botanis, estetis dan geologis (topografi), dimana potensi flora dan fauna dan posisi Pulau Sempu yang sangat dekat dengan Pulau Jawa menyebabkan Pulau Sempu mempunyai nilai lebih terkait keterwakilan kondisi hutan dan ekosistem daratan Pulau Jawa. Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990, dijelaskan bahwa penetapan kawasan hutan tersebut adalah sebagai cagar alam karena keadaan alamnya yang khas beserta potensi flora dan faunanya sehingga perlu dilindungi bagi kepentingan ilmu pengetahuan dan kebudayaan.

Keanekaragaman Flora Pulau Sempu

Pulau Sempu merupakan kawasan yang tepat untuk lokasi penelitian vegetasi. Kawasan ini memiliki batas ekologi yang jelas dengan 4 tipe ekosistem yang masing-masing memiliki ciri berbeda satu sama lain tetapi secara keseluruhan merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisah-pisahkan yaitu ekosistem hutan tropis dataran rendah, ekosistem hutan mangrove, ekosistem hutan pantai, dan ekosistem danau. Hutan dataran rendah meliputi sebagian besar daratan pulau, sebagian kecilnya ekosistem danau, hutan mangrove terdapat di beberapa kawasan pantai di bagian utara pulau, sedangkan hutan pantai

terdapat di sepanjang pantai utara ke arah barat dengan hamparan pasir putih.

Keanekaragaman tumbuhan yang ada di Pulau Sempu cukup beragam, mulai tumbuhan tingkat pohon, tiang, semak dan tumbuhan bawah. Tumbuhan tingkat pohon sejumlah 296 jenis, tiang 314 jenis, semak 103 jenis dan tumbuhan bawah 126 jenis. Selain yang telah teridentifikasi tersebut, diperkirakan masih terdapat jenis lainnya (BBKSDA Jatim, 2009).

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, seperti: penyebaran *Myristica teijsmannii* (Risna, 2009), vegetasi hutan mangrove (Suhardjono, 2012), tumbuhan asing invasif (Abywijaya, 2014), sebaran *Corypha utan* (Irawanto, 2014) dan data evaluasi serta pengelolaan kawasan (BBKSDA Jatim, 2009), diketahui terdapat sejumlah 282 jenis yang termasuk dalam 80 suku. Namun berdasarkan kajian pustaka dan survei awal yang telah dilakukan, keanekaragaman flora di Pulau Sempu diketahui sejumlah 294 jenis, 89 jenis masih diketahui tingkat marga, 20 jenis anggrek dan 20 jenis paku. Dua ratus sembilan puluh empat jenis tumbuhan tersebut termasuk dalam 83 suku, dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Daftar Jenis Keanekaragaman Flora di Pulau Sempu

No.	Jenis	Suku
1	<i>Acmena acuminatissima</i> (Blume) Merr & L.M.Perry	Myrtaceae
2	<i>Actinodaphne glomerata</i> (Blume) Ness	Lauraceae
3	<i>Acronychia pedunculata</i> (L.) Miq.	Rutaceae
4	<i>Adenantha pavonina</i> L.	Mimosaceae
5	<i>Adina cordifolia</i> /Haldina <i>cordifolia</i> (Roxb.) Ridsdale	Rubiaceae
6	<i>Aegiceras corniculatum</i> * (L.) Blanco	Myrsinaceae
7	<i>Ageratum mexicanum</i> * Sims	Asteraceae
8	<i>Aglaia elliptica</i> Blume	Meliaceae
9	<i>Aglaia lawii</i> (Weight) Saldanha	Meliaceae
10	<i>Aglaia odorata</i> Lour	Meliaceae
11	<i>Aglaia odoratissima</i> Blume	Meliaceae
12	<i>Aglaia oppositifolia</i> * Blume	Meliaceae
13	<i>Aglaia tomentosa</i> Teijs & Binn	Meliaceae
14	<i>Aglaonema simplex</i> (Blume) Blume	Araceae
15	<i>Alangium javanicum</i> (Blume) Wangerin	Alangiaceae
16	<i>Albizia procera</i> (Roxb.) Benth	Mimosaceae
17	<i>Alectryon serratus</i>	Sapindaceae
18	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch	Sapindaceae
19	<i>Alstonia scholaris</i> R.Br.	Apocynaceae
20	<i>Amorphophalus variabilis</i> Blume	Araceae

No.	Jenis	Suku	No.	Jenis	Suku
21	<i>Anisomeles indica</i> (L.) D.K	Lamiaceae	67	<i>Cerbera manghas</i> L.	Apocynaceae
22	<i>Anomianthus dulcis</i> (Dunal.) J.sindair	Annonaceae	68	<i>Cerbera odolam</i> Gaertn.	Apocynaceae
23	<i>Antidesma bunius</i> (L.) spreng	Euphorbiaceae	69	<i>Ceriops decandra</i> * (Griff.)Ding Hou	Rhizophoraceae
24	<i>Antidesma ghaesembilla</i> Gaertn	Euphorbiaceae	70	<i>Ceriops tagal</i> * (Perr.) C,B.Robins.	Rhizophoraceae
25	<i>Antidesma javanica</i> * Blume	Euphorbiaceae	71	<i>Cinnamomum iners</i> Reinw.ex Blume	Lauraceae
26	<i>Aphanamixis grandifolia</i> (Blume) Walp	Meliaceae	72	<i>Cinnamomum sintoc</i> Blume	Lauraceae
27	<i>Ardisia crispa</i> (Thunb.) A.DC.	Myrsinaceae	73	<i>Cissus discolor</i> * Blume	Vitaceae
28	<i>Ardisia fuliginosa</i> Blume	Myrsinaceae	74	<i>Cleistanthus myrianthus</i> Kurz	Euphorbiaceae
29	<i>Ardisia humilis</i> Vahl	Myrsinaceae	75	<i>Cleistanthus subcordatus</i> (J.J.Sm.) Jabl.	Euphorbiaceae
30	<i>Argyreia hookeri</i> * C.B.Clarke	Convolvulaceae	76	<i>Clerodendrum inerme</i>	Verbenaceae
31	<i>Argyreia mollis</i> * (Burm.f.) choisy	Convolvulaceae	77	<i>Combretum grandiflorum</i> G.Don*	Combretaceae
32	<i>Artocarpus elasticus</i> Reinw. Ex Blume	Moraceae	78	<i>Commelina nudiflora</i>	Commelinaceae
33	<i>Asparagus racemosus</i> Willd	Liliaceae	79	<i>Corypha utan</i> Lam.	Arecaceae
34	<i>Avicennia officinalis</i> * L.	Avicenniaceae	80	<i>Cratoxylum formosum</i> (Jack) Dyer	Hypericaceae
35	<i>Baccaurea dulcis</i> (Jack) M.A.	Euphorbiaceae	81	<i>Crinum asiaticum</i> L.	Amaryllidaceae
36	<i>Baccaurea javanica</i> (Blume) M.A.	Euphorbiaceae	82	<i>Chromolaena odorata</i>	Asteraceae
37	<i>Barringtonia asiatica</i> (L.)Kurz	Lecythidaceae	83	<i>Croton caudatus</i> Geiseler	Euphorbiaceae
38	<i>Barringtonia racemosa</i> (L.) Spreng	Lecythidaceae	84	<i>Croton tiglium</i> L.	Euphorbiaceae
39	<i>Bauhinia lingua</i> DC.	Caesalpiniaceae	85	<i>Cryptocarya ferrea</i> *	Lauraceae
40	<i>Bischofia javanica</i> Blume	Euphorbiaceae	86	<i>Cycas circinalis</i> L.	Cycadae
41	<i>Blumeodendron tokbrai</i> (Blume) Kurz	Euphorbiaceae	87	<i>Cydenanthus exelsus</i> (Blume) Miers	Lecythidaceae
42	<i>Borreria articularis/Spermacoce</i> <i>articularis</i> L.f.	Rubiaceae	88	<i>Cynometra ramiflora</i> L.	Caesalpiniaceae
43	<i>Bouea macrophylla</i> Griff.	Anacardiaceae	89	<i>Dacryodes rugosa</i> * (Bl.)H.g.L.	Burseraceae
44	<i>Bridelia stipularis</i> (L.) Blume	Euphorbiaceae	90	<i>Dehaasia caesia</i> Blume	Lauraceae
45	<i>Brucea javanica</i> (L.) Merr	Simaroubaceae	91	<i>Derris acuminata</i> * Benth.	Papilionaceae
46	<i>Bruguiera gymnorhiza</i> * (L.) Lmk	Rhizophoraceae	92	<i>Derris trifoliata</i> * Lour.	Fabaceae
47	<i>Bruguiera parviflora</i> * (Roxb.) W.&A.ex Griff	Rhizophoraceae	93	<i>Desmodium gangeticum</i> * (L.) DC.	Papilionaceae
48	<i>Bruguiera sexangula</i> * (Lour.) Poir	Rhizophoraceae	94	<i>Desmodium umbelatum</i> (L.) DC.	Papilionaceae
49	<i>Buchanania arborescens</i> (Blume) Blume	Anacardiaceae	95	<i>Dinochloa mat mat</i> s. Diansf.&widjaja	Poaceae
50	<i>Caesalpinia globularum</i> Bakh.f.& P.Royen	Caesalpiniaceae	96	<i>Diospyros cauliflora</i> Blume	Ebenaceae
51	<i>Calamus unifarius</i> H.Wendl	Arecaceae	97	<i>Diospyros ferrea</i> (Willd) Bakh	Ebenaceae
52	<i>Callicarpa pedunculata</i> R.Br	Verbenaceae	98	<i>Diospyros frutescens</i> Blume	Ebenaceae
53	<i>Calophyllum inophyllum</i> L.	Clusiaceae	99	<i>Diospyros javanica</i> (Desr.) Kostel	Ebenaceae
54	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook. F. & Thoms	Annonaceae	100	<i>Diospyros macrophylla</i> Blume	Ebenaceae
55	<i>Canarium hirsutum</i> Willd.	Burseraceae	101	<i>Diospyros malabarica</i> (Desr.) Kostel.	Ebenaceae
56	<i>Canarium oleosum</i> (Lam.)Engl.	Burseraceae	102	<i>Diospyros maritima</i> Blume	Ebenaceae
57	<i>Canthium glabrum</i> Blume	Rubiaceae	103	<i>Diospyros truncata</i> * Zoll.& Molritzi.	Ebenaceae
58	<i>Canthium hebecladum</i> DC.	Rubiaceae	104	<i>Diospyros pilosanthera</i> Blanco	Ebenaceae
59	<i>Carallia brachiata</i> * (Lour.) Merr	Rhizophoraceae	105	<i>Dischidia nummularifolia</i> Br.	Asclepiadaceae
60	<i>Carmona retusa/Ehretia</i> <i>microphylla</i> Lam.	Boraginaceae	106	<i>Dolichandrone spathacea</i> * (L.f.) K.Schum.	Bignoniaceae
61	<i>Casearia grewiifolia</i> * / <i>C.flavo-</i> <i>virens</i> Blume	Salicaceae	107	<i>Dolichos fulcatus</i> J.G Klein ex Willd.	Papilionaceae
62	<i>Cassia alata</i> * / <i>Senna alata</i> L.	Caesalpiniaceae	108	<i>Dracaena elliptica</i> (Thunb.) Dalm.	Dracaenaceae
63	<i>Cayratia trifolia</i> * (L.) Domin	Vitaceae	109	<i>Dracontomelon dao</i> (Blume)	Anacardiaceae
64	<i>Celtis australis</i> * L.	Ulmaceae	110	Merril & Rolfe	
65	<i>Celtis philippensis</i> Blanco	Ulmaceae		<i>Drypetes longifolia</i> (Blume) Pax & K.Hoffm.	Euphorbiaceae
66	<i>Centotheca lappacea</i> (L.) Desv	Poaceae			

No.	Jenis	Suku	No.	Jenis	Suku
111	<i>Drypetes ovalis</i> (J.J.Sm ex Koord & Valetton) Pax & K.Hoffm.	Euphorbiaceae		w.Art.	
112	<i>Dysoxylum gaudichaudianum</i> (A.Juss.) Miq.	Meliaceae	159	<i>Hibiscus similis</i> * / <i>H.macrophyllum</i> Roxb.ex Hornem	Malvaceae
113	<i>Dysoxylum parasiticum</i> (Osbeck) Kosterm.	Meliaceae	160	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Malvaceae
114	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae	161	<i>Imperata cylindrica</i> L.Raesch	Poaceae
115	<i>Emilia javanica</i> * (Burm.f.) Merr.	Asteraceae	162	<i>Ipomoea pes-caprae</i> *(L.)R.Br.	Convolvulaceae
116	<i>Erythrina orientalis</i> / E. Variegata L.	Papilionaceae	163	<i>Ischaemum muticum</i> * / <i>I.rugosum</i> salisb.	Poaceae
117	<i>Euphorbia lactea</i> Haw.	Euphorbiaceae	164	<i>Ixora smeruensis</i> Brem.	Rubiaceae
118	<i>Excoecaria agallocha</i> L.	Euphorbiaceae	165	<i>Ixora javanica</i> (Blume) DC.	Rubiaceae
119	<i>Fragraea ceylanica</i> Thunb	Loganiaceae	166	<i>Ixora simalurensis</i> * Brem.	Rubiaceae
120	<i>Ficus albipila</i> (Miq.)king	Moraceae	167	<i>Jasminum multiflorum</i> (Burm.f.)Andr.	Oleaceae
121	<i>Ficus caulocarpa</i> (Miq.)miq.	Moraceae	168	<i>Kleinhofia hospita</i> L.	Sterculiaceae
122	<i>Ficus benjamina</i> L.	Moraceae	169	<i>Knema glauca</i> * (Blume) Warb	Myristicaceae
123	<i>Ficus callophylla</i> Blume	Moraceae	170	<i>Knema laurina</i> (Blume)Warb	Myristicaceae
124	<i>Ficus drupacea</i>	Moraceae	171	<i>Lagerstroemia flos-reginae</i> / L. <i>Speciosa</i> (L.)pers.	Lythraceae
125	<i>Ficus crasiramen</i> (Miq.) miq	Moraceae	172	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae
126	<i>Ficus hispida</i> L.f.	Moraceae	173	<i>Leea angulata</i> korth.ex miq.	Leeaceae
127	<i>Ficus retusa</i> * L.	Moraceae	174	<i>Leea indica</i> (Burm.f.)merr	Leeaceae
128	<i>Ficus septica</i> Burm.f.	Moraceae	175	<i>Lepisanthes rubiginosa</i> (Roxb.)Leenh.	Sapindaceae
129	<i>Ficus sundaica</i> Blume	Moraceae	176	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C.B.Rob.	Lauraceae
130	<i>Ficus variegata</i> Blume	Moraceae	177	<i>Lophopetalum javanicum</i> *(Zdl.)Turcz.	Celastraceae
131	<i>Fimbristylis glandulosa</i> * (Retz.) kunth	Cyperaceae	178	<i>Macaranga peltata</i> * (Bl.)M.A.	Euphorbiaceae
132	<i>Flacourtia innermis</i> Roxb.	Flacourtiaceae	179	<i>Macaranga tanarius</i> (L.)M.A.	Euphorbiaceae
133	<i>Flacourtia rukam</i> Zoll.&moritzi	Flacourtiaceae	180	<i>Magnolia candollii</i> (Blume) H.kang	Magnoliaceae
134	<i>Flacourtia zippelii</i> Sloot	Flacourtiaceae	181	<i>Mallotus floribundus</i> (Blume)mull.Arg.	Euphorbiaceae
135	<i>Flagellaria indica</i> L.	Flagellariaceae	182	<i>Mallotus moluccana</i> * (L.) M.A	Euphorbiaceae
136	<i>Ganophyllum falcatum</i> * Blume	Sapindaceae	183	<i>Mallotus moritzianus</i> M.A.	Euphorbiaceae
137	<i>Garcinia balica</i> Miq.	Clusiaceae	184	<i>Mallotus muricatus</i> * (Weight) M.A.	Euphorbiaceae
138	<i>Garcinia celebica</i> L.	Clusiaceae	185	<i>Mallotus peltatus</i> *(Geist) M.A.	Euphorbiaceae
139	<i>Garcinia dulcis</i> (Roxb.)kurz	Clusiaceae	186	<i>Malpighia puniceifolia</i> L.	Malpighiaceae
140	<i>Garcinia parviflora</i> (Miq.) Miq.	Clusiaceae	187	<i>Mammea odorata</i> (Raf.)kosterm.	Clusiaceae
141	<i>Gendarussa vulgaris</i> Ness.	Acanthaceae	188	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
142	<i>Globa marantina</i> L.	Zingiberaceae	189	<i>Manglietia glauca</i> / <i>Magnolia blumei</i> * Prantl	Magnoliaceae
143	<i>Glochidion molle</i> *Blume	Euphorbiaceae	190	<i>Maranthes corymbosa</i> Blume**	Chrysobalanaceae
144	<i>Glochidion obscurum</i> (Roxb. Ex Willd.) Blume	Euphorbiaceae	191	<i>Melanolepis multigrandulosa</i> (Rein ex Blume) Rchb &zoll.	Euphorbiaceae
145	<i>Gluta renghas</i> L.	Anacardiaceae	192	<i>Memecylon floribundum</i> Blume	Melastomataceae
146	<i>Glycosmis pentaphylla</i> (Retz.)corr.	Rutaceae	193	<i>Memecylon myrsinoides</i> Blume	Melastomataceae
147	<i>Gmelina asiatica</i> L.	Verbenaceae	194	<i>Microcos tomentosa</i> sm.	Tiliaceae
148	<i>Gnetum gnemon</i> L.	Gnetaceae	195	<i>Mischocarpus pentapetalus</i> (Roxb.) Radlx.	Sapindaceae
149	<i>Gonocaryum diospyrosifolium</i> * / <i>G.calleryanum</i> (Baill.)Becc.	Icacinaceae	196	<i>Mitrephora javanica</i> Backer	Annonaceae
150	<i>Guettarda speciosa</i> L.	Rubiaceae	197	<i>Mitrephora polypyrena</i> Miq.	Annonaceae
151	<i>Guioa diplopetala</i> (Hassk.)Radlk.	Sapindaceae	198	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Rubiaceae
152	<i>Gymnema littorale</i> Blume	Asclepiadaceae	199	<i>Mucuna pruriens</i> L.DC	Papilionaceae
153	<i>Harpullia arborea</i> (Blanco)Radlk.	Sapindaceae	200	<i>Muraya koeningii</i> L.spreng.	Rutaceae
154	<i>Harrisonia pervorata</i> (Blanco)merr.	Simaroubaceae	201	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae
155	<i>Hedyotis corymbosa</i> * (L.)Lmk	Rubiaceae	202	<i>Myristica teysmannii</i> Miq.	Myristicaceae
156	<i>Hernandia peltata</i> Meissn	Hernandiaceae	203	<i>Myxophyrum nervosum</i> Blume	Oleaceae
157	<i>Heritiera javanica</i> (Blume)kosterm.	Sterculiaceae	204	<i>Oplismenus</i>	Poaceae
158	<i>Heritiera littoralis</i> Dryand.ex	Sterculiaceae			

No.	Jenis	Suku	No.	Jenis	Suku
	<i>compositus</i> *(L.)Beauv		248	<i>Rhus taitinensis</i> Guillem	Anacardiaceae
205	<i>Orophea enneandra</i> Blume	Annonaceae	249	<i>Salacca zalacca</i> (Gaertn)Voss	Arecaceae
206	<i>Orophea hexandra</i> Blume	Annonaceae	250	<i>Salacia chinensis</i> L.	Hippocrateaceae
207	<i>Paederia scandens</i> (Lour.) merr.	Rubiaceae	251	<i>Sandoricum koetjape</i> (Burm.f.)Merr	Meliaceae
208	<i>Pandanus tectorius</i> Soland. Ex Park	Pandanaceae	252	<i>Saraca indica</i> L.	Caesalpiniaceae
209	<i>Pararuellia napivera</i> (Zoll.) Bremek	Acanthaceae	253	<i>Scaevola taccada</i> (Gaertn.)Roxb.	Goodeniaceae
210	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg	Poaceae	254	<i>Schefflera elliptica</i> (Blume)Harms	Araliaceae
211	<i>Passiflora foetida</i> * L.	Passifloraceae	255	<i>Schoutenia ovata</i> Korth	Tiliaceae
212	<i>Pavetta multiflora</i> (Koord. & Valetton) Bremek.**	Rubiaceae	256	<i>Sindora javanica</i> (K.&V.) Back	Caesalpiniaceae
213	<i>Payena acuminata</i> (Blume) Pierre	Sapindaceae	257	<i>Smilax glabra</i> zeylanica L.	Smilacaceae
214	<i>Peliosanthes teta</i> Andrews	Asparagaceae	258	<i>Solanum torvum</i> Swartz	Solanaceae
215	<i>Peltophorum pterocarpum</i> (DC.)K.Heyne	Caesalpiniaceae	259	<i>Sophora tomentosa</i> L.	Papilionaceae
216	<i>Pentace polyantha</i> * Hassk.	Tiliaceae	260	<i>Spondias pinnata</i> (L.f.) kurz	Anacardiaceae
217	<i>Phaleria octandra</i> (L.)Barll.	Thymelaeaceae	261	<i>Sterculia coccinea</i> Jack	Sterculiaceae
218	<i>Phrinium capitatum</i> * Willd	Maranthaceae	262	<i>Sterculia diversifolia</i>	Sterculiaceae
219	<i>Phyllanthus niruri</i> * L.	Phyllanthaceae	263	<i>Sterculia foetida</i> L.	Sterculiaceae
220	<i>Phyllanthus reticulatus</i> Poir.	Phyllanthaceae	264	<i>Sterculia macrophylla</i> Vent.	Sterculiaceae
221	<i>Phyllanthus urinaria</i> *L.	Phyllanthaceae	265	<i>Streblus asper</i> Lour.	Moraceae
222	<i>Placonella obovata</i> R.Br Pierre	Sapotaceae	266	<i>Streblus ilicifolius</i> (Vidal) Corner	Moraceae
223	<i>Plectocomia elongata</i> Mart. Ex Bl.	Arecaceae	267	<i>Streblus spinosus</i> (Blume) comer	Moraceae
224	<i>Piper betle</i> L.	Piperaceae	268	<i>Sumbaviopsis albicam</i> Blume J.J.sm.	Euphorbiaceae
225	<i>Piper retrofractum</i> * Vahl	Piperaceae	269	<i>Suregada glomerulata</i> (Blume)Bail	Euphorbiaceae
226	<i>Pistia stratiotes</i> * L.	Araceae	270	<i>Syzygium javanicum</i> Miq.	Myrtaceae
227	<i>Pittosporum moluccanum</i> (Lmk)Miq.	Pittosporaceae	271	<i>Syzygium littorale</i> (Blume)Amshoff	Myrtaceae
228	<i>Poikilospermum suaveolens</i> (Blume) Merr.	Urticaceae	272	<i>Syzygium polyanthum</i> (Wight) Walp.	Myrtaceae
229	<i>Polyalthia lateriflora</i> (Blume) king	Annonaceae	273	<i>Syzygium racemosum</i> (Blume)DC	Myrtaceae
230	<i>Polyalthia littoralis</i> (Blume) Boerl.	Annonaceae	274	<i>Syzygium syzygioides</i> (Miq.) Amshof	Myrtaceae
231	<i>Polyalthia rumphii</i> (Bl.) ex Hensch.merr	Annonaceae	275	<i>Tacca palmata</i> Blume	Taccaceae
232	<i>Polygonum barbatum</i> L.	Polygonaceae	276	<i>Terminalia bellirica</i> (Gaertn.) Roxb.	Combretaceae
233	<i>Pometia pinnata</i> J.R.&g.Forst.	Sapindaceae	277	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae
234	<i>Pongamia pinnata</i> (L.)Pierre	Fabaceae	278	<i>Terminalia microcarpa</i> Decne	Combretaceae
235	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	Sapotaceae	279	<i>Terminalia subspathulata</i> King	Combretaceae
236	<i>Pouteria obovata</i> (R.Br.) Baehni	Sapotaceae	280	<i>Tetracera scandens</i> (L.) Merr.	Dilleniaceae
237	<i>Procis havelandii longifolia</i> Blume	Urticaceae	281	<i>Toona sureni</i> (Bl.) Merr.	Meliaceae
238	<i>Prunus gricea</i> Kalkman	Rosaceae	282	<i>Trema orientalis</i> (L.)Bl.	Ulmaceae
239	<i>Prunus javanicus</i> (T.&B.) Miq.	Rosaceae	283	<i>Uncaria gambir</i> (Hunter)Roxb.	Rubiaceae
240	<i>Pterocymbium javanicum</i> R.Br.	Sterculiaceae	284	<i>Urena lobata</i> L.	Malvaceae
241	<i>Pterospermum diversifolium</i> Blume	Sterculiaceae	285	<i>Uvaria purpurea</i> Blume	Annonaceae
242	<i>Pterospermum javanicum</i> jungh.	Sterculiaceae	286	<i>Vernonia cinerea</i> (L.)Less.	Asteraceae
243	<i>Radermachera gigantea</i> (Bl.) Miq.	Bignoniaceae	287	<i>Vitex glabrata</i> R.Br.	Verbenaceae
244	<i>Ranvolfia javanica</i> Koord. & Valetton	Apocynaceae	288	<i>Vitex trifolia</i> L.	Verbenaceae
245	<i>Ranvolfia sumatrana</i> Jack	Apocynaceae	289	<i>Wedelia biflora</i> (L.)DC.	Asteraceae
246	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	Rhizophoraceae	290	<i>Xanthophyllum vitellinum</i> (Bl.)Dietr.	Polygalaceae
247	<i>Rhizophora mucronata</i> Lmk	Rhizophoraceae	291	<i>Xeromphis spinosa</i>	Rubiaceae
			292	<i>Xylocarpus granatum</i> Koen.	Meliaceae
			293	<i>Xylocarpus rumphii moluccensis</i> (Lamk)Roem.	Meliaceae
			294	<i>Ziziphus oenoplia</i> (L.)Mill.	Rhamnaceae

Berdasarkan hasil eksplorasi flora Pulau Sempu pada tahun 2015 yang dilakukan oleh tim 1 dan tim 2, diperoleh 274 nomor koleksi dengan jumlah 1.106 spesimen termasuk 110 jenis dan 59 jenis masih diketahui tingkat marga. Jenis-jenis tumbuhan yang terkoleksi tersebut diketahui 21 jenis merupakan koleksi baru bagi Kebun Raya Purwodadi. Seratus sepuluh tumbuhan tersebut termasuk dalam 64 suku, yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Daftar Jenis Hasil Eksplorasi Flora di Pulau Sempu tahun 2015

No	Jenis	Suku
1	<i>Acronychia pedunculata</i>	Rutaceae
2	<i>Aglai elliptica</i>	Meliaceae
3	<i>Aglai lawii</i>	Meliaceae
4	<i>Aglaonema simplex</i>	Araceae
5	<i>Alectryon serratus</i>	Sapindaceae
6	<i>Antidesma ghaesembilla</i>	Euphorbiaceae
7	<i>Antrophyllum semicostatum</i>	Polypodiaceae
8	<i>Aphanamixis grandiflora</i>	Meliaceae
9	<i>Ardisia fuliginosa</i>	Myrsinaceae
10	<i>Asplenium nidus</i>	Aspleniaceae
11	<i>Baccaurea javanica</i>	Euphorbiaceae
12	<i>Barringtonia racemosa</i>	Lecythidaceae
13	<i>Blumeodendron tokbrai</i>	Euphorbiaceae
14	<i>Buchanania arborescens</i>	Anacardiaceae
15	<i>Calamus univarius</i>	Arecaceae
16	<i>Cananga odorata</i>	Annonaceae
17	<i>Canarium hirsutum</i>	Burseraceae
18	<i>Canthium glabrum</i>	Rubiaceae
19	<i>Chamaeanthus brachystachys</i>	Orchidaceae
20	<i>Chydenantus excelcus</i>	Lecythidaceae
21	<i>Cinnamomum sintoc</i> Blume	Lauraceae
22	<i>Cissus discolor</i>	Vitaceae
23	<i>Cleistanthus myrianthus</i>	Euphorbiaceae
24	<i>Clidemia hirta</i>	Melastomataceae
25	<i>Corypha utan</i>	Arecaceae
26	<i>Cratoxylum formosum</i>	Hypericaceae
27	<i>Croton tiglium</i>	Euphorbiaceae
28	<i>Cynometra ramiflora</i>	Caesalpiniaceae
29	<i>Deehasia caesia</i>	Lauraceae
30	<i>Dendrobium cruminatum</i>	Orchidaceae
31	<i>Dendrobium subulatum</i>	Orchidaceae
32	<i>Dendrobium rugosum</i> var. <i>Glaucophyllum</i>	Orchidaceae
33	<i>Dinochloa mat-mat</i>	Poaceae
34	<i>Diospyros cauliflora</i>	Ebenaceae
35	<i>Diospyros celebica</i>	Ebenaceae
36	<i>Diospyros javanica</i>	Ebenaceae
37	<i>Dischidia nummularifolia</i>	Asclepiadaceae
38	<i>Dolicandrone spathacea</i>	Meliaceae
39	<i>Drynaria quercifolia</i>	Pteridophyta
40	<i>Drypetes neglecta</i>	Euphorbiaceae
41	<i>Ficus septica</i>	Moraceae
42	<i>Flacourtia zippellii</i>	Flacourtiaceae
43	<i>Flagellaria indica</i>	Flagellariaceae
44	<i>Garcinia celebica</i>	Clusiaceae
45	<i>Gendarusa vulgaris</i>	Acanthaceae
46	<i>Globba marantina</i>	Zingiberaceae
47	<i>Glochidion obscurum</i>	Euphorbiaceae
48	<i>Grouourdy appendiculata</i>	Orchidaceae
49	<i>Guioa diplopetala</i>	Sapindaceae
50	<i>Harrisonia pervorata</i>	Simaroubaceae
51	<i>Heritiera littoralis</i>	Sterculiaceae
52	<i>Homalanthus pedicellatus</i>	Euphorbiaceae
53	<i>Ixora smeruensis</i>	Rubiaceae
54	<i>Jasminum multiflorum</i>	Oleaceae
55	<i>Kleinhovia hospita</i>	Sterculiaceae
56	<i>Leea angulata</i>	Leeaceae
57	<i>Lophopetalum javanicum</i>	Celastraceae
58	<i>Lycopodium cernuum</i>	Lycopodiaceae
59	<i>Lygodium cirratum</i>	Schizaeaceae
60	<i>Magnolia candollei</i>	Magnoliaceae
61	<i>Mallotus peltatus</i>	Euphorbiaceae
62	<i>Mangifera pedicellata</i>	Anacardiaceae
63	<i>Maranthes corymbosa</i>	Chrysobalanaceae
64	<i>Mitrephora polypyrena</i>	Annonaceae
65	<i>Mucuna pruriens</i>	Papilionaceae
66	<i>Musa accuminata</i> x <i>Musa balbisiana</i> cv. Berlin	Musaceae
67	<i>Myristica teysmanii</i>	Myristicaceae
68	<i>Myxophyrum nervosum</i>	Oleaceae
69	<i>Nervilia aragoana</i>	Orchidaceae
70	<i>Orophea enneandra</i>	Annonaceae
71	<i>Pandanus tectorius</i>	Pandanaceae
72	<i>Pararuellia napifera</i>	Acanthaceae
73	<i>Peliosanthes javanica</i>	Asparagaceae
74	<i>Phaleria octandra</i>	Thymelaeaceae
75	<i>Phymatoides negrecans</i>	Pteridophyta
76	<i>Piper retrofractum</i>	Piperaceae
77	<i>Planchonella obovata</i>	Sapotaceae
78	<i>Pleomele elliptica</i>	Dracaenaceae
79	<i>Pogonatherum panicum</i>	Poaceae
80	<i>Polyalthia latteriflora</i>	Annonaceae
81	<i>Polyalthia littoralis</i>	Annonaceae
82	<i>Procris ruhlantii</i>	Urticaceae
83	<i>Pterospermum diversifolium</i>	Urticaceae
84	<i>Pterospermum javanicum</i>	Sterculiaceae
85	<i>Pyrrisia nummularifolia</i>	Polypodiaceae
86	<i>Saraca indica</i>	Caesalpiniaceae
87	<i>Sindora javanica</i>	Caesalpiniaceae
88	<i>Sophora tomentosa</i>	Papilionaceae
89	<i>Stelechocarpus burahol</i>	Annonaceae
90	<i>Stemona tuberosa</i>	Stemonaceae
91	<i>Sterculia foetida</i>	Sterculiaceae
92	<i>Streblus ilicifolius</i>	Moraceae
93	<i>Syzygium polyanthum</i>	Myrtaceae
94	<i>Syzygium racemosum</i>	Myrtaceae
95	<i>Syzygium syzygioides</i>	Myrtaceae
96	<i>Tacca palmata</i>	Taccaceae
97	<i>Taeniophyllum biocellatum</i>	Orchidaceae
98	<i>Taeniophyllum hasseltii</i>	Orchidaceae
99	<i>Tectaria polymorpha</i>	Aspidiaceae
100	<i>Terminalia chebula</i>	Combretaceae
101	<i>Terminalia bellirica</i>	Combretaceae
102	<i>Tetracera scandens</i>	Dilleniaceae
103	<i>Thrixspermum arachnites</i>	Orchidaceae
104	<i>Thrixspermum subulatum</i>	Orchidaceae

No	Jenis	Suku
105	<i>Thrixspermum tortum</i>	Orchidaceae
106	<i>Toona sureni</i>	Meliaceae
107	<i>Vitex pinnata</i>	Verbenaceae
108	<i>Vitex trifolia</i>	Verbenaceae
109	<i>Vitis discolor</i>	Vitaceae
110	<i>Vittaria linearis</i>	Vittariaceae

PEMBAHASAN

Hasil eksplorasi flora Pulau Sempu tahun 2015 yang dilakukan oleh Tim 1 memperoleh 163 nomor (689 spesimen) dan Tim 2 memperoleh 111 nomor (417 spesimen), total 274 nomor dengan 1.106 spesimen bibit koleksi. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh 110 jenis dalam 64 suku. Jika berdasarkan literatur dan survei awal yang dilakukan sejumlah 294 jenis dalam 83 suku. Apabila tidak memperhatikan duplikasi jenis, diperkirakan terdapat sekitar 400 jenis keanekaragaman flora di Pulau Sempu, termasuk dalam 94 suku.

Sembilan puluh empat suku tersebut, adalah: Acanthaceae, Alangiaceae, Amaryllidaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Araceae, Araliaceae, Arecaceae, Asclepiadaceae, Asparagaceae, Aspidiaceae, Aspleniaceae, Asteliaceae, Asteraceae, Athyriaceae, Avicenniaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Burseraceae, Caesalpiniaceae, Celastraceae, Chrysobalanaceae, Clusiaceae, Combretaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Cycadae, Cyperaceae, Dilleniaceae, Dracaenaceae, Ebenaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Flagellariaceae, Gnetaceae, Goodeniaceae, Hernandiaceae, Hippocrateaceae, Hypericaceae, Icacinaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Leeaceae, Liliaceae, Loganiaceae, Lycopodiaceae, Lythraceae, Magnoliaceae, Malvaceae, Marantaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Mimosaceae, Moraceae, Musaceae, Myristicaceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Nephrolepidaceae, Oleaceae, Orchidaceae, Pandanaceae, Papilionaceae, Piperaceae, Pittosporaceae, Poaceae, Polygonaceae, Polypodiaceae, Pteridophyta, Rhamnaceae, Rhizophoraceae, Rosaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Salicaceae, Sapindaceae, Sapotaceae, Schizaeaceae, Simaroubaceae, Smilacaceae, Solanaceae, Stemonaceae, Sterculiaceae, Taccaceae, Thelypteridaceae, Thymelaceae, Tiliaceae, Ulmaceae, Urticaceae, Verbenaceae, Vitaceae, Vittariaceae, dan Zingiberaceae.

Sebelum melakukan kegiatan eksplorasi Pulau Sempu tahun 2016, tim melakukan survei awal melihat kondisi lapangan dan memperkirakan jalur menuju rencana lokasi yaitu jalur waru-waruu sampai telogo lele, dengan waktu tempuh sekitar 1 jam dengan perjalanan perahu 10 menit. Jalur lainnya yaitu jalur teluk semut sampai segoro anakan dapat ditempuh dengan rute melingkar mengikuti pantai, waktu tempuh untuk jalur pantai 3 jam dan jalur utama 1 jam dengan perjalanan perahu 10 menit. Apabila dipetakan hasil survei tersebut seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Jalur *tracking* survei di Cagar Alam Pulau Sempu.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil eksplorasi tahun 2015 diperoleh 274 nomor koleksi dengan jumlah 1.106 spesimen termasuk 110 jenis dan 59 jenis masih diketahui tingkat marga. Seratus sepuluh jenis tumbuhan tersebut termasuk dalam 64 suku. Selanjutnya berdasarkan kajian pustaka dan survei awal yang telah dilakukan, diketahui keanekaragaman flora sejumlah 294 jenis, 89 jenis masih diketahui tingkat marga, 20 jenis anggrek dan 20 jenis paku. Dua ratus sembilan puluh empat jenis tumbuhan tersebut termasuk dalam 83 suku, sehingga diperkirakan terdapat hampir 400 jenis keanekaragaman flora di Pulau Sempu yang termasuk dalam 94 suku.

DAFTAR PUSTAKA

- Abywijaya, I.K., 2014. Keanekaragaman dan Pola Sebaran Spesies Tumbuhan Asing Invasif di Cagar Alam Pulau Sempu, Jawa Timur. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anonimus, 1995. National Biodiversity Planing: Guidelines Based on Early Experience Around The World. IUCN.

- Asikin, D. dan Soejono, 2006. Peranan Kebun Raya Purwodadi dalam Konservasi dan Pendayagunaan Keanekaragaman Tumbuhan Daerah Kering. *Prosiding. Seminar Konservasi dan Pendayagunaan Keanekaragaman Tumbuhan Daerah Kering II*. Pasuruan.
- BBKSDA Jatim, 2009. Evaluasi Fungsi dan Peruntukkan Kawasan Cagar Alam Pulau Sempu. *Laporan*. Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam (BBKSDA) Jawa Timur. Surabaya.
- BBKSDA Jatim, 2011. Rencana Pengelolaan Jangka Panjang Cagar Alam Pulau Sempu Periode tahun 2011-2030 Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur. Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam (BBKSDA) Jawa Timur. Surabaya.
- Irawanto, R., 2011. Koleksi Biji dan Herbarium Arecaceae di Kebun Raya Purwodadi. *Prosiding. Seminar Green Technology 2*, UIN. Malang.
- Irawanto, R., 2014. Fenologi *Corypha* Di Kebun Raya Purwodadi dan Sebarannya pada Kawasan Konservasi di Jawa Timur. *Prosiding. Seminar Nasional Biologi Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya.
- Jacobs, M., 1974. Botanical Panorama of The Malesian Archipelago (Vascular Plants) In National Resources of Humid Tropical Asia. 262-294. UNESCO.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 93 Tahun 2011 tentang Kebun Raya.
- Risna, R.A., 2009. Autoekologi dan Studi Populasi *Myristica teijsmannii* Miq. (Myristicaceae) di Cagar Alam Pulau Sempu Jawa Timur. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Steenis, C.G.G.J.van., 1957. Outline of Vegetation Type in Indonesia and Some Adjacent Regions. *Proceeding. Pasific Science*. 8(4): 61-97.
- Suhardjono, 2012. Keanekaragaman Tumbuhan Mangrove Cagar Alam Pulau Sempu. Jawa Timur. *Berkala Penelitian Hayati*. 18: 9-17.
- Sukardjo, S., 2006. Botanical Exploration in Small Islands: 1. Floristic Ecology and The Vegetation Types of Pari Island, West Java, Indonesia. *South Pasific Studies*. 26(2): 73-87.
- Yuzammi, Sutrisno, dan Sugiarti, 2006. *Manual Pembangunan Kebun Raya*. Kebun Raya Bogor – LIPI, Bogor.



Survey Kebutuhan Masyarakat di Kecamatan Sukorejo Kabupaten Pasuruan tentang Pengolahan Matoa sebagai Nata

Mareta Ariswara Edy¹, Utami Sri Hastuti², Abdul Gofur³

^{1,2,3}Universitas Negeri Malang

Jalan Semarang No. 5, Sumbersari, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65145

¹email: maretaariswara94@gmail.com

ABSTRAK

Buah matoa (*Pometia pinnata*) merupakan buah khas daerah Papua yang sekarang telah dikembangkan di Kecamatan Sukorejo Kabupaten Pasuruan, tetapi belum diolah secara maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan masyarakat tentang pengolahan matoa sebagai nata. Jenis penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif dengan menggunakan metode survei. Data diperoleh melalui wawancara, observasi, dan penyebaran angket terhadap 50 responden. Hasil observasi menunjukkan bahwa terdapat banyak pohon matoa didepan rumah warga maupun yang ditanam di kebun. Hasil perhitungan angket menunjukkan: 1) 96% responden belum mengolah buah matoa, 2) 100% responden tidak mengetahui bahwa buah matoa dapat diolah menjadi nata, 3) 100% responden tertarik untuk membuat nata dari buah matoa, 4) 98% responden menyatakan perlu diadakan penyuluhan pembuatan *nata de matoa*, 5) 100% responden menyatakan perlu disusun booklet untuk media pembelajaran. Berdasarkan hasil penelitian ini digunakan sebagai dasar pengembangan booklet penyuluhan pembuatan *nata de matoa*.

Kata Kunci: Survey; buah matoa; booklet; *nata de matoa*

PENDAHULUAN

Buah matoa (*Pometia pinnata*) merupakan buah khas daerah Papua (Thompson & Thaman, 2006; Suharno & Tanjung, 2011), tetapi sekarang telah dikembangkan ke daerah lain diantaranya yaitu di Kalimantan Tengah dan Jawa Timur (Jatim pos, 2015; Suharno & Tanjung, 2011). Pada tahun 2014 sekitar 10.000 pohon matoa ditanam di Kecamatan Sukorejo Kabupaten Pasuruan Jawa Timur sebagai program pelestarian lingkungan (Petoc, 2007), peningkatan ekonomi lokal (Ashari, 2006), pengentas kemiskinan, perluasan kesempatan kerja (Jatim Pos, 2015), dan perbaikan gizi masyarakat (Setyowati & Wardah, 2007). Buah matoa memiliki kelimpahan tinggi dengan daya tahan simpan yang relatif singkat dan belum diolah secara maksimal. Para petani matoa hanya memanfaatkan buah matoa sebagai buah segar untuk dijual. Hasil observasi di Kecamatan Sukorejo menunjukkan bahwa para petani belum mengolah buah matoa menjadi makanan olahan. Tingkat pendidikan petani matoa hanya sampai tingkat SMP sehingga menyebabkan mereka kurang mampu melakukan inovasi dalam pengolahan buah matoa.

Pengolahan buah matoa menjadi makanan olahan bertujuan untuk diversifikasi pangan dan mengurangi kerugian karena banyak buah menjadi busuk pada pasca panen. Salah satu cara pengolahan buah matoa yang inovatif yaitu dengan cara diolah menjadi nata. Menurut Saragih (2004), nata merupakan minuman kesehatan yang mengandung serat tinggi (*dietary fiber*) yang berfungsi untuk melancarkan proses pencernaan makanan sehingga tidak terjadi sembelit. Nata juga mengandung kalori yang rendah sehingga dapat dimanfaatkan sebagai makanan fungsional untuk keperluan diet. Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat kebutuhan masyarakat tentang pengolahan matoa sebagai *nata de matoa*.

METODE

Jenis penelitian ini ialah penelitian survei. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Sukorejo pada bulan November 2016. Instrumen penelitian yang digunakan untuk pengumpulan data meliputi angket kebutuhan masyarakat, lembar observasi, dan lembar wawancara. Responden pada penelitian ini yaitu 50 warga Kecamatan Sukorejo yang terdiri dari para petani

buah. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x \sum x}{\sum xi \sum xi} \times 100 \%$$

(Sumber: Akdon & Riduwan, 2009)

Keterangan :

- P =persentase
 x =jumlah skor jawaban responden dalam satu item pernyataan
 xi =jumlah skor ideal dalam satu item pernyataan
 100 % = konstanta

Hasil persentase angket dikategorikan pada kriteria sebagai berikut:

Skor	Persentase	Kriteria
5	90%-100%	Sangat banyak
4	75%-89%	banyak
3	65%-74%	cukup banyak
2	40%-64%	sedikit
1	0%-39%	sangat sedikit

(Sumber: Akdon & Riduwan, 2009)

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebesar 96% (sangat banyak) responden yang belum pernah mengolah buah matoa dan sebesar 4% (sangat sedikit) responden sudah pernah mengolah buah matoa untuk dijadikan jus buah. Sebesar 100% (sangat banyak) responden menyatakan bahwa tidak mengetahui bahwa buah matoa dapat dijadikan sebagai bahan baku untuk pembuatan nata. Sebesar 100% responden juga menyatakan tertarik untuk membuat nata dari sari buah matoa, selanjutnya untuk memahami proses pembuatan nata dari buah matoa, sebesar 98% (sangat banyak) responden menyatakan perlu diadakan penyuluhan pembuatan *nata de matoa* dan 2% (sangat sedikit) responden menyatakan tidak perlu diadakan penyuluhan dikarenakan keterbatasan waktu. Kegiatan penyuluhan memerlukan media pembelajaran untuk memudahkan masyarakat dalam memahami proses pembuatan *nata de matoa*, sebesar 100% responden memilih booklet sebagai media pembelajaran pembuatan *nata de matoa* dengan alasan praktis dan mudah dipahami.

PEMBAHASAN

Buah matoa merupakan buah yang memiliki kelimpahan tinggi pada saat panen raya sehingga

mengakibatkan sebagian buah tidak termanfaatkan dan menjadi busuk karena daya simpan buah matoa yang relatif singkat. Buah matoa biasanya hanya dijual dalam keadaan segar oleh masyarakat di Kecamatan Sukorejo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat di Kecamatan Sukorejo yang belum pernah mengolah buah matoa sebagai makanan olahan tergolong sangat banyak (96%). Hal tersebut dikarenakan tingkat pendidikan masyarakat yang rendah. Tingkat pendidikan yang rendah menyebabkan masyarakat kurang mampu melakukan inovasi dalam pengolahan buah matoa, sehingga masyarakat hanya meniru hal yang dilakukan oleh orang tua. Nazili (2002) menyatakan bahwa tingkat pendidikan masyarakat berpengaruh terhadap keterampilan dan kreatifitas individu dalam mengolah sumber daya alam yang ada disekitar lingkungan mereka.

Hasil penelitian juga menunjukkan sebesar 100% (sangat banyak) masyarakat belum mengetahui bahwa buah matoa dapat diolah menjadi bahan baku pembuatan nata. Matoa dapat diolah menjadi nata karena mengandung glukosa (Thomson & Thaman, 2006). Nata merupakan produk fermentasi yang dibuat dengan menggunakan starter bakteri *Acetobacter xylinum* yang memiliki banyak manfaat yaitu untuk mencukupi kebutuhan serat pangan sehari-hari, mencegah sembelit (Spiller, 2001), mengurangi kadar kolesterol (Nasirpour et al., 2010, dan menunda pengosongan lambung atau menjaga rasa kenyang sehingga nata sangat baik untuk dikonsumsi terutama untuk tujuan diet rendah kalori (Saragih, 2004). Besarnya manfaat nata bagi kesehatan menyebabkan sebesar 100% (sangat banyak) masyarakat tertarik untuk membuat nata dari buah matoa.

Sebesar 98% (sangat banyak) masyarakat menyatakan perlu diadakan penyuluhan proses pembuatan *nata de matoa*. Penyuluhan merupakan metode yang efektif untuk masyarakat dengan tingkat pendidikan yang rendah (Nawawi, 1995). Penyuluhan dimasyarakat dapat berupa rangkaian pengembangan kemampuan, pengetahuan, keterampilan, serta sikap pelaku utama dan pelaku usaha (Undang-Undang Nomer 16 Tahun 2006). Sebesar 100% (sangat banyak) masyarakat juga menghendaki disusun media pembelajaran berupa booklet untuk memudahkan masyarakat dalam memahami proses pembuatan nata. *Booklet* dipilih sebagai media yang akan dikembangkan karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu

dapat dipelajari setiap saat dalam keadaan apapun (Maulana 2009; Sadiman 2012; Daryanto, 2013), dapat digunakan secara mandiri, isinya lebih mudah dipahami, dapat dibuat secara sederhana dan relatif murah dan mengurangi kebutuhan mencatat (Arsyad, 2009).

SIMPULAN

Para responden di Kecamatan Sukorejo yang terdiri dari para petani buah sangat banyak yang belum mengolah matoa sehingga perlu diadakan penyuluhan pembuatan nata dari buah matoa. Masyarakat memerlukan media pembelajaran berupa booklet untuk memudahkan memahami proses pembuatan nata.

DAFTAR PUSTAKA

- Akdon & Riduwan, 2009. Aplikasi Statistika dan Metode Penelitian untuk Adminitrasi dan Manajemen. Bandung: Dewa Ruci.
- Arsyad A, 2009. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Ashari S, 2006. Meningkatkan Keunggulan Bebuahan Tropis Indonesia. Yogyakarta: Andi Press.
- Daryanto, 2013. *Media Pembelajaran Peranannya Sangat Penting Dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran*. Yogyakarta : Gava Media.
- Jatimpos. 3 Mei 2015. *Sukorejo Gandeng PT HM Sampoerna Bikin City of Matoa*. hlm. 12.
- Maulana HDJ, 2009. *Promosi Kesehatan*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Nasirpour IZ, Izadi M, Izadi, T, 2012. Mini Review: Reducing Blood Cholesterol by A Healthy Diet. *International Food Research Journal* 19(1): 29-37.
- Nawawi H, 1995. *Metode Penelitian Sosial*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Nazili A, 2002. Pendidikan dan Masyarakat. Yogyakarta: CV Bina Usaha.
- Petoc GR, 2007. *Konservasi Alam dan Pembangunan Irian Jaya*. Jakarta: Grafiti Press.
- Sadiman AS, 2012. *Media Pendidikan (Pengertian, Pengembangan dan Pemanfaatannya)*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Saragih YP, 2004. *Membuat Nata De Coco*. Jakarta: Puspa Swara.
- Setyowati, FM, & Wardah, 2007. Keanekaragaman Tumbuhan Obat Masyarakat Talang Mamak di Sekitar Taman Nasional Bukit Tigapuluh, Riau. *Jurnal Biodiversitas*. Vol 8(3): 228-232.
- Spiller GA, 2001. *Dietary Fiber in Human Nutrition*. Florida: CRC Press.
- Suharno, & Tanjung RH, 2011. *Matoa (Pometia sp)*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Thomson LAJ, & Thaman RR, 2006. Pometia Pinnata. *Species Profiles For Pasific Island Agroforestry*. Vol 2(1): 1-17.
- Undang-Undang Nomer 16. 2006. *Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan dan Kehutanan*. Jakarta: Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia.

Keanekaragaman Hewan Vertebrata di Area Pertambakan Wonorejo Surabaya

Rakmawati¹, Siti Sundari², Reni Ambarwati³, Uifi Faizah⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Surabaya

Jalan Ketintang, Ketintang, Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur 60231

¹email: rakmawatirakmawati@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Area pertambakan merupakan salah satu bentuk pemanfaatan lahan yang berpotensi sebagai habitat bagi beberapa fauna. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keanekaragaman hewan vertebrata di area pertambakan Wonorejo Surabaya. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode jelajah. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif yaitu dengan menghitung kelimpahan dan indeks diversitas (H'). Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman vertebrata di area pertambakan Wonorejo Surabaya tergolong tinggi, dan terdapat 67 spesies. Anggota Aves merupakan vertebrata yang paling banyak dan yang memiliki persentase kelimpahan tertinggi adalah spesies *Passer montanus*.

Kata kunci: Vertebrata, Keanekaragaman, Area Pertambakan, Wonorejo Surabaya

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan sebuah ekosistem yang menyediakan keanekaragaman hayati (*biodiversity*), sebagai plasma nutfah (*genetic pool*) dan menunjang keseluruhan sistem kehidupan di sekitarnya. Habitat mangrove berfungsi sebagai tempat mengasuh dan membesarkan (*nursery ground*), tempat bertelur dan memijah (*spawning ground*), sebagai tempat berlindung yang aman bagi berbagai juvenile, larva ikan dan kerang dari predator serta sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*) dikarenakan adanya keberadaan serasah yang melimpah (Irwanto, 2006).

Pada penelitian sebelumnya, Azizah (2015) memaparkan bahwa dijumpai spesies burung ordo Ciconiiformes di kawasan Konservasi Mangrove Tambaksari Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. Selain itu Irwanto (2006) juga menjumpai fauna vertebrata di kawasan mangrove, yaitu ikan blodok (*Periophthalmodon* sp.), ikan sumpit (*Toxotes* sp.); jenis reptil seperti kadal (*Varanus* sp.), ular pohon (*Chrysopelea* sp.), ular air (*Cerberus* sp.); jenis mamalia seperti berang-berang (*Lutrogale* sp.) dan tupai (*Callosciurus* sp.) serta golongan primata (*Nasalis larvatus*).

Mangrove Wonorejo terletak di kawasan Pantai Timur, Rungkut, Surabaya. Bentuk pemanfaatan lahan pada area ini ialah sebagai lokasi pertambakan. Menurut Swastikaningrum dkk. (2012), pemanfaatan lahan mangrove sebagai area pertambakan berpotensi menjadi habitat bagi fauna liar terutama burung. Hal ini dikarenakan kawasan pertambakan menyimpan

banyak persediaan makanan bagi hampir semua fauna. Dengan tingginya potensi keberadaan fauna di area pertambakan Wonorejo Surabaya, maka perlu dilakukan sebuah penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keanekaragaman hewan vertebrata di area pertambakan Wonorejo Surabaya.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 4 November hingga 30 November 2016. Lokasi penelitian dilakukan di area pertambakan Wonorejo Surabaya. Pengambilan sampel dilakukan pada 4 November 2016 pukul 07.30-10.00 WIB dan identifikasi, deskripsi, serta analisis data dilakukan pada bulan November 2016.

Lokasi penelitian dibagi menjadi 29 stasiun. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kamera, teropong dan alat tulis. Pengambilan data dilakukan dengan menjelajah dan mengamati hewan vertebrata yang terdapat pada stasiun-stasiun yang telah ditentukan. Hewan vertebrata yang teramati kemudian dipotret dan diamati habitat serta tingkah lakunya untuk mendapatkan data awal. Kemudian dari data awal tersebut akan dilakukan identifikasi, klasifikasi serta deskripsi spesies yang ditemukan. Teknik identifikasi dan deskripsi hewan vertebrata dilakukan berdasarkan pada ciri morfologi (secara langsung) maupun berdasarkan suara, jejak, feses, bulu dan sarang (secara tidak langsung). Untuk spesies burung digunakan aplikasi *Burungnesia* serta Sukmantoro dkk (2007) sebagai pedoman klasifikasi dan deskripsi.

Data hasil pengamatan diversitas vertebrata diperoleh data kelimpahan, kemudian ditabulasi dan dikompilasi menggunakan *Microsoft Excel*. Selanjutnya data tersebut digunakan untuk menentukan kelimpahan relatif (KR) dan Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H) (Cox, 2002). Nilai diversitas akan menggambarkan besarnya penguasaan yang diberikan oleh suatu spesies terhadap komunitasnya (Hull, 2008). Persamaan yang digunakan untuk menghitung indeks nilai penting adalah:

$$\text{Kelimpahan Relatif (D)} = \frac{\sum \text{spesies A}}{\text{Jumlah seluruh spesies}} \times 100\%$$

Sementara itu persamaan yang digunakan untuk menghitung indeks keragaman Shannon-Wiener ialah sebagai berikut:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

Nilai Indeks Keanekaragaman (H') berkisar antara :

H' < 1,0 : keanekaragaman rendah

H' ≤ 1,0-3,0 : keanekaragaman sedang

H' > 3,0 : keanekaragaman tinggi

HASIL

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa terdapat 67 spesies vertebrata yang ditemukan di area pertambakan Wonorejo Surabaya yang digolongkan dalam empat kelas dan satu super kelas, yaitu super kelas Pisces dengan tiga famili dan delapan spesies, kelas Aves dengan 25 famili dan 52 spesies, kelas Reptil dengan tiga famili dan lima spesies serta kelas Amphibi dan kelas Mammalia masing-masing dengan satu famili dan satu spesies (Tabel 1). Secara keseluruhan, nilai indeks diversitas (H') hewan vertebrata di area pertambakan Wonorejo Surabaya tergolong tinggi, yaitu sebesar 3,2.

Tabel 1. Hewan vertebrata yang dijumpai di area pertambakan Wonorejo Surabaya

No	Kelas / Super Kelas	Famili	Spesies	Nama Daerah	Status Perlindungan	D (%)
1.	Pisces	Gobiidae	<i>Boleophthalmus potteri</i>	Ikan Glodok	Least Concern, IUCN 2016	0.017
2.			<i>Boleophthalmus dussumieri</i>	Ikan Glodok	Least Concern, IUCN 2016	0.013
3.			<i>Baleophthalmus boddarti</i>	Ikan Glodok	Least Concern, IUCN 2016	0.020
4.			<i>Periophthalmus gracilis</i>	Ikan Glodok	Least Concern, IUCN 2016	0.022
5.			<i>Periophthalmus modestus</i>	Ikan Glodok	Least Concern, IUCN 2016	0.038
6.			<i>Periophthalmus</i> sp.	Ikan Glodok	Least Concern, IUCN 2016	0.016
7.		Aplocheilidae	<i>Aplocheilus panchax</i>	Ikan Kepala Timah	Least Concern, IUCN 2016	0.033
8.		Synbranchidae	<i>Monopterus albus</i>	Belut Sawah	Least Concern, IUCN 2016	0.012
9.	Amphibia	Ranidae	<i>Fejervarya cancrivora</i>	Katak Sawah	Least Concern, IUCN 2016	0.010
10.	Reptilia	Gekkonidae	<i>Gekko gekko</i>	Tokek	Least Concern, IUCN 2016	0.004
11.			<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cicak Pohon	Least Concern, IUCN 2016	0.003
12.		Varanidae	<i>Varanus albigularis</i>	Biawak	Least Concern, IUCN 2016	0.001
13.			<i>Varanus salvator</i>	Biawak	Least Concern, IUCN 2016	0.001
14.		Scincidae	<i>Mabouya multifasciata</i>	Kadal	Least Concern, IUCN 2016	0.009
15.	Aves	Scolopacidae	<i>Actitis hypoleucos</i>	Trinil Pantai*	Least Concern, IUCN 2016	0.012
16.			<i>Tringa totanus</i>	Trinil Kaki Merah*	Least Concern, IUCN 2016	0.010
17.			<i>Tringa glareola</i>	Trinil Semak*	Least Concern,	0.012

No	Kelas / Super Kelas	Famili	Spesies	Nama Daerah	Status Perlindungan	D (%)
					IUCN 2016	
18.			<i>Numenius phaeopus</i>	Gajahan Penggala*	Least Concern, IUCN 2016	0.006
19.			<i>Numenius minutus</i>	Gajahan Kecil*	Least Concern, IUCN 2016	0.013
20.		Charadriidae	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Cerek Tilil*	Least Concern, IUCN 2016	0.010
21.			<i>Charadrius javanicus</i>	Cerek Jawa	Near Threatened, IUCN 2016	0.014
22.		Apodidae	<i>Aerodramus fuciphagus</i>	Walet sarang putih	Least Concern, IUCN 2016	0.020
23.			<i>Collocalia linchi</i>	Walet Linchi	Least Concern, IUCN 2016	0.025
24.			<i>Collocalia esculenta</i>	Walet Sapi	Least Concern, IUCN 2016	0.046
25.			<i>Collocalia vestita</i>	Walet	Least Concern, IUCN 2016	0.027
26.		Ardeidae	<i>Ardeola speciosa</i>	Blekok Sawah	Least Concern, IUCN 2016	0.030
27.			<i>Egretta garzetta</i>	Kuntul Kecil	Least Concern, IUCN 2016	0.022
28.			<i>Ardea cinerea</i>	Cangak abu	Least Concern, IUCN 2016	0.017
29.			<i>Egretta sacra</i>	Kuntul Karang	Least Concern, IUCN 2016	0.012
30.			<i>Egretta intermedia</i>	Kuntul Perak	Least Concern, IUCN 2016	0.006
31.			<i>Egretta alba</i>	Kuntul Besar	Least Concern, IUCN 2016	0.023
32.			<i>Nycticorax nycticorax</i>	Kowak Malam Abu	Least Concern, IUCN 2016	0.003
33.			<i>Butorides striatus</i>	Kokokan Laut	Least Concern, IUCN 2016	0.020
34.			<i>Bubulcus ibis</i>	Kuntul Kerbau	Least Concern, IUCN 2016	0.009
35.			<i>Ixobrychus eurhythmus</i>	Bambangan Cokelat*	Least Concern, IUCN 2016	0.006
36.			<i>Egretta eulophotes</i>	Kuntul Cina	Vulnerable, IUCN 2016	0.006
37.		Columbidae	<i>Geopelia striata</i>	Perkutut Jawa	Least Concern, IUCN 2016	0.027
38.			<i>Streptopelia chinensis</i>	Tekukur Biasa	Least Concern, IUCN 2016	0.030
39.		Aegithinidae	<i>Aegithina tiphia</i>	Cipoh Kacat	Least Concern, IUCN 2016	0.007
40.		Pycnonotidae	<i>Pycnonotus goiavier</i>	Merbah Cerucuk	Least Concern, IUCN 2016	0.006
41.		Cuculidae	<i>Cacomantis merulinus</i>	Wiwik Kelabu	Least Concern, IUCN 2016	0.006
42.			<i>Centropus sinensis</i>	Bubut besar	Least Concern, IUCN 2016	0.001
43.		Sternidae	<i>Sterna hirundo</i>	Dara Laut Biasa	Least Concern, IUCN 2016	0.019
44.			<i>Sterna Sumatrana</i>	Dara Laut Putih	Least Concern, IUCN 2016	0.017
45.			<i>Sterna niloticus</i>	Dara Laut	Least Concern, IUCN 2016	0.012
46.		Meropidae	<i>Merops philippinus</i>	Kirik-Kirik Laut	Least Concern, IUCN 2016	0.006
47.		Phasianidae	<i>Gallus gallus</i>	Ayam Hutan Merah	Least Concern, IUCN 2016	0.026

No	Kelas / Super Kelas	Famili	Spesies	Nama Daerah	Status Perlindungan	D (%)
48.		Alcedinidae	<i>Alcedo meninting</i>	Raja Udang Meninting	Least Concern, IUCN 2016	0.019
49.			<i>Alcedo atthis</i>	Raja Udang Ersaia	Least Concern, IUCN 2016	0.022
50.			<i>Alcedo coerulescens</i>	Raja Udang Biru	Least Concern, IUCN 2016	0.032
51.			<i>Halcyon chloris</i>	Cekakak Sungai	Least Concern, IUCN 2016	0.019
52.		Passeridae	<i>Passer montanus</i>	Burung Gereja	Least Concern, IUCN 2016	0.052
53.		Accipitridae	<i>Accipiter trivirgatus</i>	Elang Alap Jambul	Least Concern, IUCN 2016	0.001
54.			<i>Pernis ptilorhynchus</i>	Sikep Madu Asia	Least Concern, IUCN 2016	0.009
55.		Acanthizidae	<i>Gerygone sulphurea</i>	Remetuk Laut	Least Concern, IUCN 2016	0.003
56.		Estrildidae	<i>Lonchura leucogastroides</i>	Emprit/ Bondol Jawa	Least Concern, IUCN 2016	0.029
57.		Rallidae	<i>Amauornis phoenicurus</i>	Kareo Padi	Least Concern, IUCN 2016	0.003
58.			<i>Poliolimnas cinerea</i>	Burung Peruk	Least Concern, IUCN 2016	0.004
59.		Falconidae	<i>Falco berigora</i>	Alap –Alap Cokelat	Least Concern, IUCN 2016	0.007
60.		Cisticolidae	<i>Prinia familiaris</i>	Perenjak	Least Concern, IUCN 2016	0.026
61.		Motacillidae	<i>Anthus</i> sp.	Burung Pipit	Least Concern, IUCN 2016	0.038
62.		Ciconiidae	<i>Leptoptilos javanicus</i>	Bangau Tong-Tong	Vulnerable, IUCN 2016	0.010
63.		Muscicapidae	<i>Cyornis rufigastra</i>	Sikatan bakau	Least Concern, IUCN 2016	0.004
64.	Zosteroplidae	<i>Zosterops palpebrosus</i>	Burung Kacamata	Least Concern, IUCN 2016	0.001	
65.	Phalacrocoracidae	<i>Anhinga melanogaster</i>	Pecuk Ular	Near Threatened, IUCN 2016	0.003	
66.	Recurvirostridae	<i>Himantopus leucocephalus</i>	Gagang Bayam	Least Concern, IUCN 2016	0.003	
67.	Mammalia	Herpestidae	<i>Herpestes javanicus</i>	Garangan Jawa	Least Concern, IUCN 2016	0.009

(*) : Burung migran

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, spesies anggota super kelas Pisces yang memiliki persentase kelimpahan relatif terendah ialah belut sawah (*Monopterus albus*), yaitu sebesar 0,012%. Rendahnya nilai kelimpahan ini dipengaruhi oleh perilaku belut yang hidup meliang dan keterbatasan peneliti dalam mengambil sampel dari dalam liang. Persentase kelimpahan relatif belut sawah yang rendah dikarenakan tidak semua belut dapat tertangkap. Perdana (2013) menyatakan bahwa habitat belut berada di dalam lumpur, sehingga belut akan sukar dibedakan dengan lumpur karena warna morfologinya yang hampir sama. Selain itu, Perdana (2013) juga memaparkan bahwa populasi belut di alam

juga semakin berkurang dikarenakan permintaan pasar terhadap belut yang terus meningkat.

Sementara itu, *Periophthalmus modestus* merupakan spesies anggota super kelas Pisces yang mempunyai persentase kelimpahan relatif tertinggi, yaitu sebesar 0,038%. Selama penelitian, ikan Glodok dijumpai baik di area perairan maupun di area daratan dengan lumpur basah yang merupakan area tepi sungai. Hal tersebut sesuai dengan pendapat yang diungkapkan oleh Sari (2012), bahwa ikan Glodok hidup di wilayah pasang surut dan biasa menggali lubang di lumpur yang lunak untuk sarangnya.

Anggota herpetofauna yang dijumpai dalam penelitian ini ialah sebanyak enam spesies, meliputi satu spesies anggota kelas Amphibia dan enam spesies

anggota kelas Reptilia. Anggota kelas herpetofauna yang memiliki persentase kelimpahan tertinggi ialah spesies *Fejevaryia cancrivora*, yaitu sebesar 0.010%. Kelimpahan katak sawah disebabkan karena hewan ini merupakan hewan kosmopolitan yang suka hidup di area berlumpur serta memiliki kemampuan adaptasi anatomi yang tinggi terhadap patogen, yaitu melalui lendir yang terdapat dipermukaan kulitnya (Barlian, *et al.*, 2011).

Dalam penelitian ini juga dijumpai reptil biawak, yaitu spesies *Varanus albigularis* dan *Varanus salvator*. Kedua jenis biawak tersebut memiliki nilai persentase kelimpahan relatif yang rendah dibandingkan vertebrata lainnya, yaitu hanya sebesar 0,001%. Rendahnya angka tersebut disebabkan oleh populasi biawak yang mengalami penurunan (Gumilang, 2002). Kondisi tersebut disebabkan banyaknya spesies biawak yang diekspor untuk diambil daging dan bagian tubuh lainnya atau dijadikan sebagai hewan peliharaan (Mardiastuti & Soehartono, 2003).

Di area pertambakan Wonorejo Surabaya ditemukan 52 spesies Aves. Tujuh spesies diantaranya berstatus burung migran, yaitu spesies Trinil Pantai (*Actitis hypoleucos*), Trinil Kaki Merah (*Tringa totanus*), Trinil Semak (*Tringa glareola*), Gajahan Penggala (*Numenius phaeopus*), Gajahan Kecil (*Numenius minutus*), Cerek Tilil (*Charadrius alexandrius*) dan Bambang Cokelat (*Ixobrychus eurhythmus*), sementara 45 spesies lainnya berstatus sebagai burung penetap. Hamzati dan Aunurohim (2013) menyatakan bahwa keberadaan burung air yang berstatus migran di area lahan basah dipengaruhi oleh ketersediaan makanan. Selanjutnya Nontji (2016) mengungkapkan bahwa burung-burung yang berstatus migran merupakan burung-burung air yang secara musiman melaksanakan perjalanan panjang. Menjelang musim dingin di belahan bumi utara, burung-burung ini mulai bermigrasi ke selatan menuju daerah yang hangat. Perjalanan jauh itu bisa dimulai dari pantai di Cina bagian utara sampai ke Australia bagian selatan. Sebaliknya bila musim dingin di belahan bumi selatan, maka burung-burung ini kembali bermigrasi ke utara melintasi Indonesia.

Spesies anggota kelas Aves yang memiliki persentase kelimpahan relatif tertinggi dibandingkan vertebrata lainnya ialah spesies *Passer montanus* atau yang lebih dikenal dengan burung gereja, yaitu sebesar 0,052%. Besarnya persentase kelimpahan relatif burung gereja dibanding dengan spesies kelas Aves dan vertebrata lainnya kemungkinan disebabkan oleh

kemampuan adaptif burung gereja yang cukup tinggi. Menurut MacKinnon *et al* (1998) dan Adang (2008), burung gereja merupakan jenis burung yang berasosiasi dan terbiasa dengan aktivitas manusia, biasanya mencari makan di halaman sekitar sehingga mudah sekali untuk dijumpai. Selain itu, burung gereja juga memiliki *home insting*, yaitu insting untuk kembali ke tempat tinggalnya.

Sementara itu, dalam penelitian ini terdapat tiga anggota kelas Aves yang memiliki persentase kelimpahan relatif terendah diantara vertebrata lainnya, yaitu *Zosterops palpebrosus* (Burung Kacamata Biasa), *Accipiter trivirgatus* (Elang Alap Jambul) dan *Centropus sinensis* (Bubut Besar), yaitu dengan persentase sebesar 0.01%. Keberadaan burung kacamata yang relatif rendah dikarenakan minimnya vegetasi pohon jenis kenanga dan bambu di area pertambakan Wonorejo Surabaya. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Heriyanto, dkk (2008) bahwa tingkat kesukaan burung kacamata memanfaatkan tanaman kenanga dan bambu relatif tinggi, yaitu sebagai tempat untuk mencari pakan, istirahat, tidur maupun bersarang.

Spesies *Accipiter trivirgatus* atau lebih dikenal dengan elang alap jambul memiliki nilai kelimpahan relatif yang rendah diduga karena keterbatasan waktu pengamatan peneliti yang hanya sampai pada pukul 10.00 WIB. Sementara itu waktu geriliya elang untuk mencari makan mayoritas ialah saat siang hari. Hal tersebut dikarenakan elang memanfaatkan panas bumi sebagai daya angkat sayap saat elang tersebut terbang.

Anggota kelas Mammalia yang dijumpai dalam penelitian ini ialah sebanyak satu spesies, yaitu *Herpestes javanicus* atau garangan jawa. Menurut Maryanto, dkk (2012), garangan jawa berperan sebagai penyeimbang suatu ekosistem, terutama sebagai predator satwa yang berukuran kecil seperti tikus, bajing dan cecurut. Selain itu garangan jawa juga berperan sebagai spesies kunci yang mampu menjadi indikator seimbangnnya suatu ekosistem hutan.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks **diversitas (H')** hewan vertebrata di area pertambakan Wonorejo Surabaya tergolong tinggi, yaitu meliputi 67 spesies yang digolongkan dalam empat kelas dan satu super kelas, yaitu super kelas Pisces dengan tiga famili dan delapan spesies, kelas Aves dengan 25 famili dan 52 spesies, kelas Reptil dengan tiga famili dan lima

spesies serta kelas Amphibi dan kelas Mammalia masing-masing dengan satu famili dan satu spesies.

DAFTAR PUSTAKA

- Adang, 2008. Studi Keanekaragaman Burung di Hutan Kota Buperta Cibubur Jakarta Timur. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Azizah, UN, 2015. Keanekaragaman Burung Ordo Ciconiformes di Kawasan Konservasi Mangrove Tambaksari Desa Bendono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Walisongo. Semarang.
- Barlian A, Kusnandar A, Astuti K, 2011. Damage in Fungal Morphology Underlies the Antifungal Effect of Lyophilisate of Granular Gland Secretion from *Duttaphrynus melanostictus* Frog. *Journal of Biological Sciences*. Vol (11), 282-287.
- Cox GW, 2002. *General Ecology*. Laboratory Manual. 8th Ed. McGraw Hill. New York.
- Gumilang R. 2002. Populasi dan Penyebaran Biawak Air Asia (*Varanus salvator*) di Suaka Margasatwa Pulau Rambut Jakarta. *Karya Tulis Ilmiah*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hamzati NS, Aunurohim, 2013. Keanekaragaman Burung di Beberapa Tipe Habitat di Bentang Alam Mbeliling Bagian Barat, Flores. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*. Vol.2 No. (2): (121-126).
- Heriyanto NM, Garsetiasih R, Setio P. 2008. Status Populasi Dan Habitat Burung di BKPH Bayah, Banten. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. Vol. V No. 3: 239-249.
- Hull JC, 2008. *Encyclopedia of Ecology*. Elsevier B. V. Netherlands.
- Irwanto, 2006. *Keanekaragaman Fauna Pada Habitat Mangrove*. Diakses pada 3 Desember 2016 dari www.irwantoshut.com
- Mackinnon J, Phillips Kand B dan VanBalen B, 2010. *Burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali, dan Kalimantan*. Puslitbang Biologi-LIPI/BirdLife Indonesia.
- Mardiastuti A, Soehartono T, 2003. Perdagangan Reptil Indonesia di Pasar Internasional: Konservasi Amphibi dan Reptil di Indonesia. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan*. Bogor.
- Maryanto I, Noerdjito M, Partomihardjo T, 2012. *Ekologi Gunung Slamet: Geologi, Klimatologi, Biodiversitas dan Dinamika Sosial*. Pusat Penelitian LIPI bekerjasama dengan Universitas Jenderal Soedirman. Jakarta.
- Nontji A, 2016. *Danau Limboto*. Diakses pada tanggal 6 Desember 2016 dari http://www.limnologi.lipi.go.id/file/file_nontji/DANAU%20LIMBOTO.pdf
- Perdana BP, 2013. Kinerja Produksi Belut *Monopterus albus* pada Media Budidaya yang Berbeda. *Skripsi*. Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sari M, 2012. *Jenis Fauna Hutan Mangrove di Areal PT. Bina Ovivipari Semesta dan Sekitarnya*. Diakses pada 5 Desember 2016 dari <http://www.kliamangrove.com/wp-content/uploads/2014/01/jenis-fauna-di-hutan-mangrove-biosdan-sekitarnya.pdf>
- Sukmantoro W, Irham MW, Novarino F, Hasudungan NK dan Muhtar M, 2007. *Daftar Burung Indonesia no. 2. Indonesia Ornithologist' Union*. Bogor.
- Swastikaningrum H, Hariyanto S dan Irawan B, 2012. Keanekaragaman Jenis Burung Pada Berbagai Tipe Pemanfaatan Lahan Di Kawasan Muara Kali Lamong, Perbatasan Surabaya-Gresik. *Berk. Penel. Hayati*: 17 (131-138).

Mutasi Gen *Tarsius* sp. form Buton Berdasarkan Gen *Cytochrome-b*

Reza Ardiansyah¹, A.D. Corebima², Fatchur Rohman³
^{1,2,3}Pascasarjana Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang No. 5 Malang
¹email: reza67184@gmail.com; Reza_67184@yahoo.com

ABSTRAK

Tarsius Sulawesi merupakan primata endemik yang termasuk dalam kelompok *Tarsius tarsier* kompleks yang tersebar di Pulau Sulawesi dan pulau-pulau kecil disekitarnya. Primata ini termasuk dalam hewan yang dilindungi di Indonesia berdasar UU No. 5/ 1990 dan PP No. 7/ 1999 dimana saat ini populasi *Tarsius* cenderung mengalami penurunan akibat perburuan liar dan berkurangnya habitat. Analisis mutasi gen perlu dilakukan untuk menggambarkan secara rinci mengenai perubahan materi genetik yang terjadi antar spesies *Tarsius* sebagai salah satu upaya konservasi yang bertujuan untuk melestarikan keanekaragaman genetik dari suatu unit taksonomi. Tujuan penelitian ini adalah menjelaskan mutasi gen yang terjadi pada gen *Cyt-b* *Tarsius* sp. form Buton dibandingkan dengan lima spesies *Tarsius* yang mewakili wilayah persebarannya di Sulawesi. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif dengan tahapan penelitian meliputi: pengumpulan dan perlakuan sampel, ekstraksi dan purifikasi DNA, uji hasil isolasi DNA, amplifikasi gen *Cyt-b*, dan analisis hasil sekuensing menggunakan MEGA 7 dan DnaSp v5. Hasil analisis menunjukkan bahwa mutasi gen *Cyt-b* *Tarsius* sp. form Buton terjadi secara substitusi transisi dan transversi pada 36 situs dengan jumlah total mutasi adalah 37. Kejadian substitusi transisi lebih banyak dibandingkan dengan kejadian substitusi transversi. Substitusi basa pada posisi basa ketiga, lebih banyak daripada substitusi basa di posisi basa pertama dan kedua.

Kata Kunci: Mutasi gen, *Cyt-b*, *Tarsius* sp.

PENDAHULUAN

Tarsius merupakan primata endemik Asia Tenggara (Brandon-Jones, et al., 2004). Di Indonesia, spesies-spesies *Tarsius* ditemukan di pulau Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi. *Tarsius* adalah primata *nocturnal* yang beraktivitas ketika matahari terbenam dan akan kembali ke sarang sebelum matahari terbit (Niemitz, 1984). *Tarsius* termasuk primata karnivora karena tidak mengonsumsi materi dari tumbuhan apapun (Gursky, 2002), secara umum makanan utama *Tarsius* adalah serangga seperti belalang, kepik, kumbang, ngengat dan kecoa. *Tarsius* mendiami habitat luas meliputi hutan primer dan sekunder dengan ketinggian sampai 1.500 m dpl (Wirdateti, 2005).

Tarsius yang mendiami Pulau Sulawesi dan pulau-pulau kecil disekitarnya termasuk ke dalam *Tarsius tarsier* kompleks yang terdiri atas beberapa spesies dengan wilayah persebaran yang berbeda-beda (Groves and Shekelle, 2010). Spesies tersebut yaitu *Tarsius sangirensis*: Pulau Sangihe, *Tarsius pelengensis*: Pulau Peleng, *Tarsius dentatus* (*Tarsius diana*): Sulawesi Tengah, *Tarsius lariang*: Sulawesi Tengah bagian barat, *Tarsius tumpara*: Pulau Siau Sulawesi Utara, *Tarsius*

fuscus: Sulawesi Selatan, *Tarsius wallacei*: Sulawesi Tengah bagian tengah, dan *Tarsius tarsier* (*Tarsius spectrum*): Makassar dan *Tarsius* dari bagian lain Sulawesi yang tidak diklasifikasikan sebagai salah satu spesies di atas. Berdasarkan penjelasan Groves and Shekelle, (2010) tersebut maka *Tarsius* form Buton dapat diklasifikasikan ke dalam kelompok *Tarsius tarsier*.

Tarsius merupakan satwa yang dilindungi di Indonesia berdasar UU No. 5/ 1990 dan PP No. 7/ 1999. Namun sampai saat ini populasi *Tarsius* cenderung mengalami penurunan (Lowing, dkk., 2013). *Tarsius* tercantum di dalam *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES) appendix II yang kemungkinan akan punah akibat perdagangan satwa liar. Konservasi terhadap *Tarsius* sangat diperlukan untuk mempertahankan spesies ini dari kepunahan. Analisis genetik yang mendalam seperti analisis mutasi gen perlu dilakukan untuk menggambarkan secara rinci mengenai perubahan materi genetik yang terjadi dengan spesies *Tarsius* lain sebagai salah satu upaya konservasi yang bertujuan untuk melestarikan keanekaragaman genetik dari suatu unit taksonomi.

Analisis genetik berupa mutasi gen dapat dilakukan dengan *DNA barcoding*. *DNA Barcoding* adalah teknik identifikasi organisme dengan menggunakan sekuen parsial dari DNA mitokondria dan dapat digunakan untuk mengidentifikasi organisme hingga tingkat spesies dengan cepat dan akurat (Hebert & Gregory, 2005). Gen sitokrom b (*cyt b*) merupakan salah satu gen yang terdapat di dalam genom mitokondria dan banyak digunakan untuk analisis molekuler pada vertebrata karena ketersediaan *conserved primers* yang bekerja dengan baik untuk amplifikasi DNA pada berbagai spesies (Kocher, et al., 1989).

Kajian molekuler tentang genom mitokondria secara utuh telah dilakukan pada *Tarsius bancanus* (sekarang *Cephalopachus bancanus*) (Schmitz, et al., 2002), sehingga memberikan peluang untuk mengkaji beberapa mutasi yang terjadi untuk setiap gen pada mitokondria spesies *Tarsius* lainnya. Mutasi gen *Cyt-b Tarsius sp.* yang berasal dari Pulau (*form*) Buton belum pernah dilaporkan sebelumnya. Dengan membandingkan sekuen gen *Cyt-b Tarsius sp. form* Buton dengan sekuen gen *Cyt-b* anggota *Tarsius* yang lain dapat diketahui mutasi gen yang terjadi. Analisis ini juga dapat menambah informasi mengenai mutasi gen dan perubahan materi genetik sebagai salah satu upaya konservasi genetik. Adapun Tujuan penelitian ini adalah menjelaskan mutasi gen yang terjadi pada *Cyt-b Tarsius sp. form* Buton dibandingkan dengan *Tarsius fuscus* (KR337081.1), *Tarsius sp.* (KR337037.1), *Tarsius dentatus* (FJ614263.1), *Tarsius wallacei* (HM115971.1), dan *Tarsius lariat* (FJ214332.1) yang berasal dari *Genbank*.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif yang bertujuan untuk mengkaji mutasi gen *Cyt-b Tarsius sp. form* Buton. Objek penelitian ini adalah *Tarsius sp. form* Buton, Sulawesi Tenggara. Pengambilan sampel dilakukan dengan menangkap *Tarsius* menggunakan jaring kabut, yang dilanjutkan dengan pelaksanaan *tail cut sampling* secara sejajar pada ekor dengan panjang sekitar 1 – 2 cm dan lebar 3 mm di bagian ujung ekor, bekas sayatan diobati dan selanjutnya *Tarsius* dilepaskan kembali. Sampel sayatan tersebut disimpan pada suhu rendah dengan perlakuan alkohol 95%.

Ekstraksi dan purifikasi DNA dilakukan dengan bantuan *InnuPREP DNA Micro Kit*, mengikuti protokol

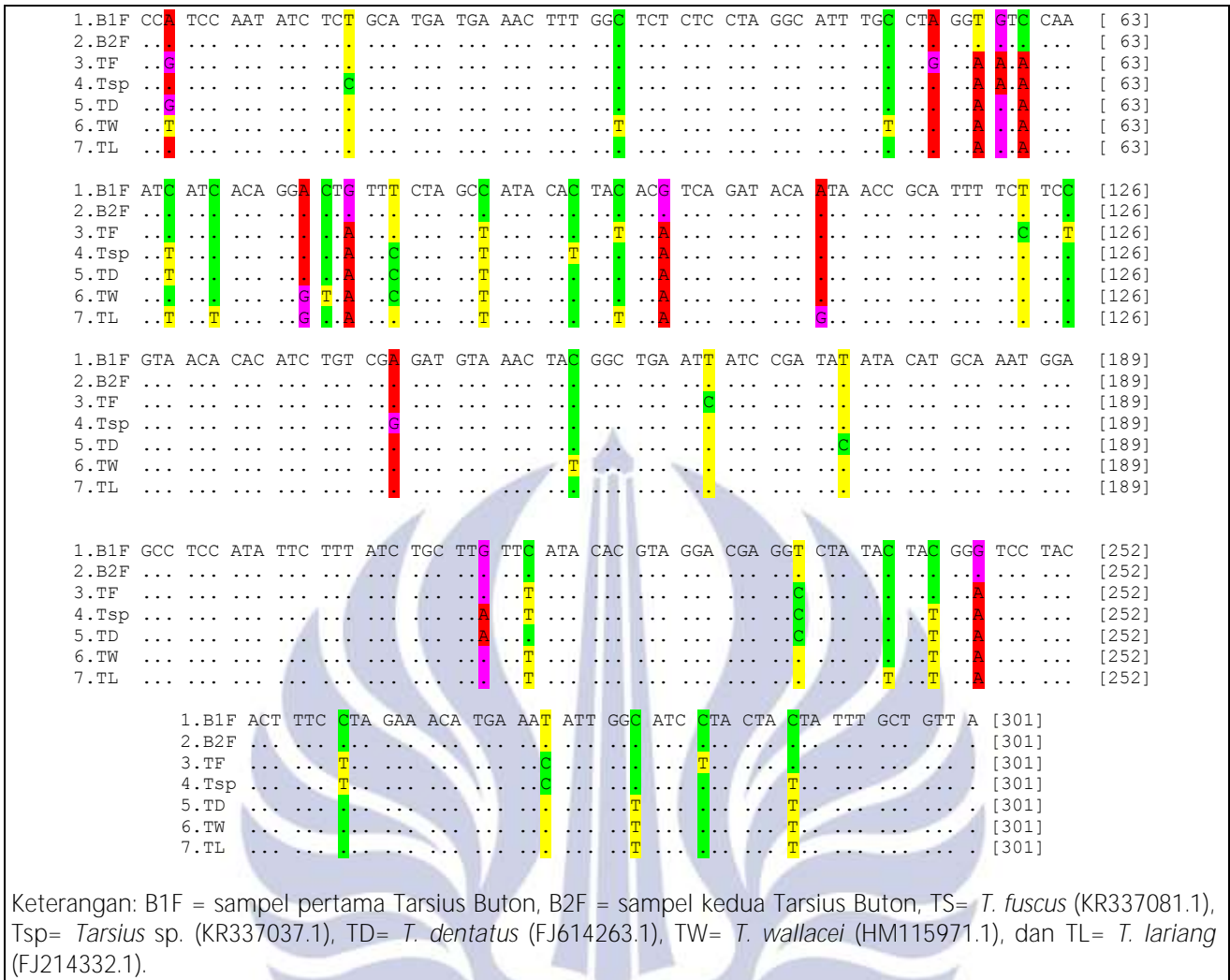
ekstraksi dan purifikasi yang tersedia pada KIT dengan modifikasi tertentu. DNA hasil ekstraksi dihitung kemurniannya dengan bantuan *Gene Quant Pro RNA/ DNA Calculator* atas dasar konsentrasi $\mu\text{g}/\text{ml}$ dan spektrum UV (260/ 280 nm). DNA hasil ekstraksi dihitung kemurniannya dengan bantuan *Gene Quant Pro RNA/ DNA Calculator* (spectrophotometer mini) atas dasar konsentrasi $\mu\text{g}/\text{ml}$ dan spektrum UV (260/ 280 nm). **Alat yang digunakan adalah mesin PCR "Biometra T-Persona". Primer yang digunakan adalah sepasang primer umum, yaitu L.14841 sebagai forward primer (33 bp) dan H.15149 sebagai reverse primer (34 bp);** Amplikon yang diharapkan berukuran sekitar 300 s.d. 400 bp. Deteksi hasil amplifikasi gen *Cyt-b* dilakukan melalui elektroforesis horizontal pada gel 1,5%.

Amplikon gen *Cyt-b* yang teramplifikasi melalui PCR selanjutnya akan dikirim ke perusahaan First BASE, Laboratories Sdn, Bhd. Selangor, Malaysia untuk disekuensing. Alat yang digunakan adalah *ABI PRISM 3730 x 1 Genetic Analyzer Biosystem USA*. Hasil sekuensing gen *Cyt-b* akan diujikan dengan *automatic aligner built-in Clustal-W* (Thompson, et al., 1994) melalui aplikasi software MEGA 7.0.

HASIL

Amplifikasi gen target pada sampel *Tarsius sp.* telah berhasil dilakukan dengan panjang 369 nt. Hasil ini sesuai dengan amplikon yang diharapkan dari sepasang primer L.14841 sebagai *forward* primer (33 bp) dan H.15149 sebagai *reverse* primer (34 bp). Gen target yang teramplifikasi (amplikon) selanjutnya dianalisis menggunakan BLAST (*basic local alignment search tools*) untuk mempertegas apakah amplikon adalah gen *Cyt-b*. Hasil BLAST menunjukkan bahwa sekuen gen target 94-98% identik dengan *Tarsius sp.* jadi gen target adalah gen *Cyt-b* pada *Tarsius*.

Penjajaran berganda sekuen parsial gen *Cyt-b* antar sampel menunjukkan bahwa tidak ditemukan perbedaan basa nukleotida pada kedua sampel *Tarsius sp. form* Buton. Hasil penjajaran ini menunjukkan bahwa sampel *Tarsius sp. form* Buton mempunyai sekuen nukleotida yang identik meskipun sampel diambil dari dua individu yang berbeda. Hasil penjajaran sekuen parsial gen *Cyt-b* sampel *Tarsius sp. form* Buton dibandingkan dengan sekuen gen *Cyt-b T. fuscus* (KR337081.1), *Tarsius sp.* (KR337037.1), *T. dentatus* (FJ614263.1), *T. wallacei* (HM115971.1), dan *T. lariat* (FJ214332.1). dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penjajaran Berganda Sekuen Parsial Gen *Cyt-b* Sampel Penelitian

Berdasarkan data tersebut, terdapat perbedaan basa pada 36 situs pada sekuen parsial gen *Cyt-b* sampel *Tarsius sp. form Buton* dibandingkan dengan sekuen gen *Cyt-b* lima spesies *Tarsius* Sulawesi. Perbedaan basa tersebut terdapat pada situs ke-: 3 15 33 51 54 57 58 60 66 69 75 76 78 81 87 93 96 99 109 123 126 144 156 165 174 213 216 234 240 243 246 259 273 279 283 289. Dari ke 36 situs tersebut, situs *singleton variable* dengan dua varian terdapat pada 16 situs yaitu pada posisi situs ke-: 15 33 51 54 69 76 93 109 123 126 144 156 165 174 240 283, dan situs *parsimony informative* dengan dua varian terdapat pada 19 situs yaitu pada posisi situs ke-: 57 58 60 66 75 78 81 87 96 99 213 216 234 243 246 259 273 279 289, sedangkan situs *parsimony informative* dengan tiga varian hanya terdapat pada situs ke 3 saja. Sehingga dapat diketahui bahwa jumlah total mutasi yang terjadi yaitu 37.

PEMBAHASAN

Penjajaran sekuen basa nukleotida sampel *Tarsius sp. form Buton* sepanjang 369 nukleotida (nt), tidak menunjukkan adanya perbedaan basa yang mengindikasikan bahwa kedua sampel merupakan spesies yang identik meskipun berasal dari dua individu yang berbeda. Hal ini menjelaskan bahwa pada kedua sampel tersebut tidak terdapat kejadian substitusi basa baik secara transisi atau transversi di sepanjang fragmen sekuen parsial gen *Cyt-b* yang teramplifikasi. Substitusi transisi adalah terjadinya pergantian suatu basa purin (A↔G) oleh basa purin lain atau pergantian basa pirimidin oleh basa pirimidin lain (T↔C), sedangkan substitusi transversi adalah pergantian suatu basa purin oleh suatu basa pirimidin atau sebaliknya (A↔T, A↔C, G↔C, dan G↔T) (Kamagi dkk., 2014).

Penjajaran sekuen parsial gen *Cyt-b* sampel *Tarsius sp. form Buton* dengan sekuen gen *Cyt-b* *T.*

fuscus (KR337081.1), *Tarsius sp.* (KR337037.1), *T. dentatus* (FJ614263.1), *T. wallacei* (HM115971.1), dan *T. lariang* (FJ214332.1) mengindikasikan perbedaan basa pada beberapa spesies tersebut. Perbedaan ini antara lain disebabkan adanya mutasi substitusi basa yang terjadi pada 36 situs dengan total jumlah mutasi adalah 37. Perbedaan basa pada 36 situs tersebut disebabkan adanya substitusi basa, baik yang terjadi pada basa di posisi pertama, kedua, maupun ketiga di dalam kodon yang bersangkutan. Substitusi pada 36 situs tersebut terdiri dari substitusi transisi dan transversi. Kejadian substitusi transisi lebih banyak dibandingkan dengan kejadian substitusi transversi (34:3). Substitusi basa pada posisi basa ketiga, lebih banyak daripada substitusi basa di posisi basa pertama dan kedua (30:6:0).

Kejadian mutasi substitusi transisi yang lebih besar daripada substitusi transversi setelah dibandingkan dengan spesies *Tarsius* lain yang diperoleh dari *Genbank* sesuai dengan yang dikemukakan oleh Brown *et al.*, (1982) bahwa pada gen *Cyt-b* kejadian substitusi transisi lebih dominan dibandingkan kejadian substitusi secara transversi. Lebih lanjut juga dikemukakan bahwa pada sekuen DNA mitokondria eutherian (mamalia berplasenta), kejadian substitusi transisi yang lebih tinggi daripada kejadian substitusi transversi merupakan hal yang biasa terjadi (Cann, *et al.*, 1984). Kocher *et al.*, (1989) juga mengemukakan bahwa biasanya pada DNA mitokondria kejadian substitusi transisi lebih dominan dibandingkan substitusi transversi dengan saturasi T↔C lebih tinggi dibandingkan A↔G.

Munculnya kejadian substitusi transisi yang tinggi pada DNA mitokondria adalah sebagai bentuk dari meningkatnya tekanan mutasi (Brown *et al.*, 1982). DNA mitokondria pada mamalia mempunyai tingkat substitusi nukleotida yang tinggi, tetapi susunan dan ukuran gen dari genom tetap untuk tiap spesies (Castro, *et al.*, 1998). Tingginya laju mutasi pada DNA mitokondria dibandingkan dengan DNA inti dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: 1) kecenderungan rusaknya sistem replikasi, 2) fungsi pengeditan yang kurang efisien, dan 3) tingginya tingkat pertukaran (*turnover*).

Pola substitusi yang terjadi pada sampel *Tarsius sp. form Buton* memperlihatkan bahwa substitusi paling banyak terjadi pada basa di posisi ketiga selanjutnya diikuti basa pada posisi pertama dan kedua pada kodon. Hal ini sesuai dengan pernyataan Farias *et al.*, (2001) bahwa posisi basa pertama dan kedua pada

kodon gen *Cyt-b* mempunyai nilai substitusi yang rendah sedangkan posisi basa ketiga mempunyai nilai substitusi yang tinggi. Pada DNA mitokondria mamalia, sebagian besar substitusi pada basa di posisi pertama pada kodon mempunyai laju ± empat kali lebih tinggi dibandingkan posisi kedua (Brown *et al.*, 1982).

SIMPULAN

Mutasi gen *Cyt-b Tarsius sp. form Buton* dibandingkan dengan *T. fuscus*, *Tarsius sp.*, *T. dentatus*, *T. wallacei*, dan *T. lariang* terjadi secara substitusi transisi dan transversi pada 36 situs dengan jumlah total mutasi adalah 37. Kejadian substitusi transisi lebih banyak dibandingkan dengan kejadian substitusi transversi. Substitusi basa pada posisi basa ketiga, lebih banyak daripada substitusi basa di posisi basa pertama dan kedua.

DAFTAR PUSTAKA

- Brandon-Jones D, AA Eudey, T Geissmann, CP Groves, DJ Melnick, JC Morales, M Shekelle and C-B Stewart, 2004. Asian Primate Classification. *Int. J. Primatol.* 25(1): 97–164.
- Brown WM, EM Prager, A Wang, and AC Wilson, 1982. Mitochondrial DNA Sequences of Primates: Tempo and Mode of Evolution. *Journal of Molecular Evolution.* 18: 225-239.
- Cann, RL, Brown WM, Wilson AC, 1984. Polymorphic sites and the mechanism of evolution in human mitochondrial DNA. *Genetics* 106: 479-499.
- Castro JAA, Picornell A, and Ramon M, 1998. Mitochondrial DNA: a tool for populational genetics studies. *International Microbiology* 1: 327-332.
- Farias IP, Orti G, Sampaio I, Schneider H, Meyer A, 2001. The Cytochrome b Gene as a Phylogenetic Marker: The Limits of Resolution for Analyzing Relationships Among Cichlid Fishes. *Journal of Molecular Evolution.* 53: 89-103.
- Kamagi DDW, 2014. *Keragaman Genetik Tarsius sp. Sulawesi Utara Berdasarkan Gen sitokrom b dan Penyusunan Buku Populer Tentang Tarsius.* Universitas Negeri Malang. Disertasi: tidak diterbitkan.
- Kocher TD, Thomas WK, Meyer A, Edwards SV, Paabo S, Villablanca FX and Wilson AC, 1989. Dynamics of Mitochondrial DNA Evolution in Animals: Amplification and Sequencing with Conserved Primers. *Proceedings of the National Academy of*

Sciences of the United States of America, 86, 6196-6200.

Lowing AE, SC Rimbingg, DG Rembet, dan MJ Nangoy. 2013. Karakteristik Sarang Tarsius (*Tarsius spectrum*) Di Cagar Alam Tangkoko Bitung Sulawesi Utara. *Jurnal ZooteK. Vol. 32 No. 5*.

Schmitz J, Ohme M and Zischler H, 2002. The Complete Mitochondrial Sequence of *Tarsius bancanus*: Evidence for an Extensive Nucleotide Compositional Plasticity of Primate Mitochondrial DNA. *Molecular Biology and Evolution*, 19, 544-553.

Thompson JD, DG Higgins, TK Gibson. 1994. CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, Position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acid Res.* 22: 4673-4680.

Niemitz C, 1984. *The Encyclopedia of Mammals*. New York: Facts on File Macdonald, D. ed.

Gursky S, 2002. The Behavioral Ecology of the Spectral Tarsier. *Evolutionary Anthropology*. 11: 226-234.

Wirdateti, 2005. Pakan Alami dan Habitat Kukang (*Nycticebus coucang*) dan Tarsius (*Tarsius bancanus*) di Kawasan Hutan Pasir Panjang, Kalimantan Tengah. *Jurnal Biologi Indonesia III(9)*: 360-370.

Groves CM and Shekelle M, 2010. Taxonomic History of Tarsier, Evidence for the origin of Buffon Tarsier, and the Fate of *Tarsius spectrum* Pallas, 1778. *Primates of The Oriental Night*, p, 1-12.

Hebert PDN and Gregory TR, 2005. The Promise of DNA Barcoding for Taxonomy. *Systematic Biology* 54 (5): 852-859.



Uji Toksisitas Pewangi Sekali Bilas Antibakteri Terhadap Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Nila Andriani¹, Herlina Fitrihidajati², Fida Rachmadiarti³

^{1,2,3}Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang Gedung C3 Lt. 2, Surabaya 60231

¹email : nilaandriani@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui tingkat toksisitas dari bahan pewangi sekali bilas antibakteri terhadap mortalitas ikan mas pada tahapan orientasi, pendahuluan, dan eksperimental 2) mendeskripsikan tingkat toksisitas dari bahan pewangi sekali bilas antibakteri 3) mengetahui konsentrasi yang aman dari bahan pewangi sekali bilas antibakteri. Jenis penelitian adalah eksperimental dengan tiga perlakuan yang berbeda yaitu pada tahapan orientasi, pendahuluan dan eksperimental. Tiap tahapan dibedakan berdasarkan konsentrasi bahan pewangi yang digunakan. Pada tahap orientasi konsentrasi yang digunakan berdasarkan aturan pakai yang tertera pada kemasan 10,75 ml/6liter air (10.750 ppm). Pada tahap pendahuluan konsentrasi yang digunakan berdasarkan konsentrasi terendah dari tahap orientasi yakni 5200 ppm. Pada tahap eksperimen konsentrasi yang digunakan adalah 2 ppm, 3 ppm dan 4 ppm (mengacu pada standar baku). Parameter yang diukur adalah mortalitas ikan mas selama 2x24 jam serta menghitung *Lethal Dose* (LD). Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) Tingkat toksisitas pada tahapan orientasi mencapai LD₁₀₀, pada tahap pendahuluan mencapai LD₁₀₀, dan pada tahap eksperimen mencapai LD₀ 2) Makin tinggi konsentrasi makin tinggi tingkat mortalitas ikan Mas (orientasi dan pendahuluan). 3) Konsentrasi aman dari penggunaan bahan pewangi sekali bilas antibakteri X adalah 2-4 ppm (pada tahap eksperimen).

Kata Kunci: Toksisitas, bahan pewangi, mortalitas.

PENDAHULUAN

Penggunaan bahan pewangi sekali bilas semakin meningkat. Mengingat pemakaian bahan ini penggunaan air menjadi lebih hemat akan tetapi belum diketahui tingkat pencemarannya. Pencemaran air pada umumnya diakibatkan oleh kegiatan manusia. Besar kecilnya pencemaran tergantung dari jumlah dan kualitas limbah yang dibuang ke sungai, baik limbah padat maupun cair. Salah satu penyebab terjadinya pencemaran air adalah limbah rumah tangga yaitu dapat berupa sisa deterjen pewangi dan pelembut pakaian. Pada limbah tersebut mengandung bahan kimia yang lebih tahan dan tidak berubah dalam berbagai media (Matoa, 2008).

Penggunaan deterjen pewangi dan pelembut pakaian yang meningkat akan berdampak negatif terhadap akumulasi surfaktan pada badan-badan perairan, sehingga menimbulkan masalah-masalah pendangkalan perairan, terhambatnya transfer oksigen dan lain-lain (Chaerunisa dan Sopiah, 2006 dalam Aini, 2013). Buih-buih yang menutupi permukaan air, baik dari jenis linier alkyl benzene sulfonate (LAS) yang "*biodegradable*" maupun jenis alkyl benzene sulfonate

(ABS) yang "*non-biodegradable*" tersebut dipastikan dapat mengganggu kehidupan organisme yang ada dibawahnya baik yang hidup didasar dan di permukaan air.

Ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) termasuk jenis ikan yang berpotensi sebagai bioindikator. Hal ini dikarenakan ikan mas termasuk peka terhadap perubahan, mudah dalam pemeliharaan, memiliki penyebaran yang merata, serta memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai hewan uji (Pararaja, 2008). Menurut Ratningsih (2008), ikan mas memiliki sensitivitas tinggi terhadap pencemaran sehingga secara internasional telah digunakan sebagai bioindikator bagi pencemaran lingkungan.

Bahan antiseptik dalam sabun atau detergen pewangi dan pelembut pakaian diduga dapat mengganggu kehidupan organisme, yang ada di dalam air bahkan dapat mematikan. Salah satu organisme air yang akan terganggu diantaranya adalah ikan. Pada penelitian kali ini peneliti menguji tingkat toksisitas bahan pembilas sekali bilas anti bakteri 99% terhadap biota perairan yaitu ikan mas. Adapun tujuan penelitian ini yaitu 1) mengetahui tingkat toksisitas dari bahan

pewangi sekali bilas antibakteri terhadap mortalitas ikan mas pada tahapan orientasi, pendahuluan, dan eksperimental 2) mendeskripsikan tingkat toksisitas dari bahan pewangi sekali bilas antibakteri 3) mengetahui konsentrasi yang aman dari bahan pewangi sekali bilas antibakteri.

METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimental. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober hingga November 2016 yang bertempat di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah toples sebagai akuarium ikan ukuran 8 liter, pH meter, termometer, DO meter, gelas ukur 500 ml, pipet, erlenmeyer 250 ml, timbangan analitik, saringan dan pengaduk. Bahan yang dibutuhkan adalah ikan Mas, air dan pewangi sekali bilas 99% *antibacterial* X.

Langkah kerja dalam penelitian ini meliputi tahap aklimatisasi, orientasi, pendahuluan dan eksperimen. Masing-masing perlakuan pada tiap tahapan dilakukan tiga kali pengulangan dengan jumlah ikan yang diuji sebanyak 10 ekor. Tahap aklimatisasi bertujuan untuk penyesuaian diri ikan dalam menghadapi lingkungan yang baru. Tahap orientasi yaitu mengisi toples dengan air sebanyak 6 L dan diberi label sesuai perlakuan (0 ppm, 5250 ppm, 10750 ppm, dan 15750 ppm). Melarutkan masing-masing pewangi sekali bilas *antibacterial* tersebut ke

dalam toples yang berisi enam liter air, mengaduk pewangi sekali bilas *antibacteria* hingga larut, memasukkan 10 ekor ikan pada masing-masing perlakuan, mengamati mortalitas ikan 2x 24 jam setelah perlakuan. Tujuan tahap orientasi ini adalah untuk mengetahui LC₁₀₀. Konsentrasi pada tahap orientasi didasarkan pada aturan pakai bahan pembilas yang tertera pada kemasan. Berdasarkan tahap orientasi inilah ditentukan dosis yang akan diberikan untuk tahap selanjutnya (tahap pendahuluan). Pada tahap pendahuluan dilakukan hal yang sama seperti pada tahap orientasi, namun dengan konsentrasi pewangi yang berbeda, yaitu 1310 ppm, 2630 ppm dan 5250 ppm. Tahap terakhir yaitu tahap eksperimen, pada tahap eksperimen prosedurnya sama dengan tahap orientasi maupun pendahuluan, namun dengan konsentrasi bahan pembilas yang berbeda. Konsentrasi yang digunakan pada tahap eksperimen di dasarkan aturan standart baku detergen di perairan yaitu 0,2 ppm. Konsentrasi pada tahap eksperimen yaitu 2 ppm, 3 ppm dan 4 ppm. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah LD dan mortalitas ikan. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada tahap orientasi, pendahuluan dan eksperimen diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Rerata Pengamatan Parameter Fisik-Kimia pada Tiap Tahapan

Tahapan	Perlakuan	Derajat Keasaman (pH)		Suhu (°C)		DO	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Orientasi	A (0 ppm)	7	8	28	29	6,2	6,2
	B (5250 ppm)	7	8	28	29	6,2	3,4
	C (10750 ppm)	7	8	28	29	6,2	3
	D (15750 ppm)	7	8	28	29	6,2	3
Pendahuluan	A (0 ppm)	7	8	28	29	6	6
	B (1310 ppm)	7	8	28	29	6	3,5
	C (2630 ppm)	7	8	28	29	6	3,6
	D (5200 ppm)	7	8	28	29	6	3,6
Eksperimen	A (0 ppm)	7	7	28	28	6,2	6,2
	B (2 ppm)	7	7	28	28	6,2	6,1
	C (3 ppm)	7	7	28	28	6,2	6
	D (4 ppm)	7	7	28	28	6,2	6

Berdasarkan tabel tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada pH, suhu, DO awal dan akhir perlakuan, baik pada tahap orientasi, pendahuluan. Pada tahap eksperimen tidak menunjukkan adanya

perbedaan antara pH dan suhu awal hingga akhir perlakuan. Penurunan DO paling tinggi ada pada perlakuan C dan D pada tahap orientasi yaitu sebanyak 3,2 mg/L.

Tabel 2. Hasil Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) pada Tahap Pendahuluan

Tahap	Perlakuan (ppm)	Mortalitas pada menit ke-..(%)						
		5	10	15	20	25	30	60
Orientasi	A (0 ppm)	0	0	0	0	0	0	0
	B (5250 ppm)	40	50	50	80	90	100	100
	C (10750 ppm)	30	70	80	100	100	100	100
	D (15750 ppm)	30	90	100	100	100	100	100
Pendahuluan	A (0 ppm)	0	0	0	0	0	0	0
	B (1310 ppm)	10	10	40	50	80	80	100
	C (2630 ppm)	30	30	60	90	100	80	100
	D (5200 ppm)	30	40	80	100	100	100	100
Eksperimen	A (0 ppm)	0	0	0	0	0	0	0
	B (2 ppm)	0	0	0	0	0	0	0
	C (3 ppm)	0	0	0	0	0	0	0
	D (4 ppm)	0	0	0	0	0	0	0

Berdasarkan tabel dan grafik tersebut menunjukkan bahwa setelah 60 menit perlakuan, mortalitas ikan pada tahap orientasi dan pendahuluan sudah mencapai 100%. Pada tahap orientasi, ketiga perlakuan (kecuali kontrol) menyebabkan mortalitas pada ikan sebesar 100% pada 30 menit setelah perlakuan. Pada tahap pendahuluan perlakuan dengan konsentrasi tertinggi (5200 ppm) yang menyebabkan mortalitas sebesar 100% hingga 30 menit setelah perlakuan. Pada tahap eksperimen, mortalitas ikan 0% hingga pengamatan selama 2x24 jam.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil dan analisis data yang diperoleh hasil mengenai toksisitas pewangi pakaian Anti-Bakteri 99% terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) yang dilakukan dengan 3 tahapan yaitu tahap orientasi, tahap pendahuluan dan tahap eksperimen menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan pewangi sekali bilas, maka toksisitasnya juga semakin tinggi. Tingginya toksisitas ini karena adanya surfaktan pada bahan pewangi sekali bilas. Rantai karbon surfaktan berupa *Linier Alkyl Benzene Sulfonate* yang tidak mudah diuraikan oleh mikroorganisme dan mampu mengikat oksigen dalam air sehingga kadar oksigen dalam air menjadi menurun (Aini, 2013). Pada penelitian ini turunnya kadar oksigen ini ditunjukkan dengan menurunnya nilai DO pada tahap orientasi hingga tahap eksperimen. Rendahnya oksigen dalam air ini mengganggu kehidupan biota yang ada diperairan, misalnya ikan. Oksigen yang rendah akan menyebabkan metabolisme ikan menjadi terganggu (Zahri, 2008). Gangguan metabolisme pada ikan inilah

yang menyebabkan kematian pada ikan. Semakin tinggi konsentrasi bahan pewangi sekali bilas, maka semakin tinggi pula toksisitas bahan pewangi dan mortalitas ikan mas.

Surfaktan pada konsentrasi hanya 0.05 ppm ketika sampai pada sistem pernafasan akan membentuk lipatan-lipatan menyatu karena hilangnya sel mukus. Sedangkan konsentrasi 0.2 ppm menyebabkan timbulnya haematoma (penumpukan pembuluh darah yang berasal dari pembuluh darah yang rusak) sehingga merusak ephithelium insang. Kerusakan insang dan organ pernafasan ikan ini menyebabkan toleransi ikan terhadap badan air yang kandungan oksigen terlarutnya rendah menjadi menurun (Jones, 1964 dalam Sajiah, 2003). Adanya gangguan pada sistem pernafasan ini juga menyebabkan kematian pada ikan pada tahap orientasi dan pendahuluan yang memiliki konsentrasi surfaktan yang tinggi.

Pada hasil penelitian Wester dan Roghair (2002) dalam Siregar dkk (2009) menunjukkan bahwa golongan surfaktan anionic memiliki potensi teratogenik terhadap ikan. Teratogenik adalah suatu perubahan formasi dari sel, jaringan, dan organ yang dihasilkan dari perubahan fisiologi dan biokimia. Surfaktan diabsorpsi oleh ikan melalui pernafasan dan pencernaannya. Surfaktan yang larut dalam air masuk ke dalam mulut ikan, lalu pada sistem pernafasan. Surfaktan diabsorpsi secara bersamaan dengan oksigen oleh insang dan kemudian dialirkan keseluruh tubuh melalui system transportasi tubuh ikan. Begitu pula pada sistem pencernaannya. Surfaktan mendenaturasi lipid yang ada pada membrane sel pada sel-sel darah ikan sehingga sel-sel darahnya rusak. Khususnya pada sel darah merah yang berfungsi mengangkut oksigen

dan nutrisi keseluruhan bagian tubuh tidak dapat melangsungkan fungsinya yang disebabkan oleh hal tersebut.

Hasil pengamatan pada tahapan orientasi dan pendahuluan, semua perlakuan yang didasarkan pada aturan pakai pada tahap orientasi menunjukkan tingkat mortalitas 100% atau LD₁₀₀ setelah 60 menit perlakuan pada tahap orientasi dan pendahuluan (kecuali pada perlakuan kontrol). Hal ini disebabkan tingginya konsentrasi pada setiap perlakuan tersebut jauh di atas standart baku. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air standar baku mutu deterjen yang ada pada badan air dan diperbolehkan oleh pemerintah adalah sebesar 0,2 ppm. Sedangkan pada tahap orientasi dan pendahuluan kadar detergen masih sangat jauh dengan batas ambang detergen di perairan. Pemberian detergen diatas standar baku mutu menyebabkan tingkat toksisitasnya sangat tinggi terhadap organisme yang berada didalamnya.

Pada tahapan eksperimen yang menggunakan konsentrasi pewangi sekali bilas 0, 2, 3 dan 4 ppm mendapatkan hasil mortalitas ikan 0% atau tidak ada ikan yang mati. Hal ini disebabkan di perairan yaitu sebesar 0,2 ppm. Di dalam air, ikan akan hidup normal jika pada kondisi lingkungan perairan yang sesuai, yaitu dengan nilai oksigen terlarut (DO), pH, suhu dan faktor-faktor lain yang sesuai sehingga tidak menimbulkan stres pada ikan. Ikan yang pada umumnya hidup di dalam air memiliki aktivitas yakni, aktivitas respirasi dan pencernaan. Pada aktivitas respirasi, ikan memompa air dari mulut kemudian oksigen terlarut disaring dan diserap oleh insangnya, selanjutnya air tersebut dikeluarkan lagi. Begitu juga pada pencernaannya, ikan memakan makanannya dari mulut kemudian masuk ke sistem pencernaan. Jika air dalam kondisi yang tidak menguntungkan atau air mengandung zat-zat toksik tertentu, maka akan mempengaruhi aktivitasnya dan dapat menyebabkan kematian (Kamiswari, dkk., 2013). Pada konsentrasi 2 ppm, 3 ppm dan 4 ppm masih memadai untuk kehidupan ikan secara umum untuk melakukan metabolisme dalam tubuhnya.

SIMPULAN

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa 1) Tingkat toksisitas pada tahapan orientasi mencapai LD₁₀₀, pada tahap pendahuluan mencapai LD₁₀₀, dan pada tahap eksperimen mencapai LD₀. 2) Makin tinggi konsentrasi

makin tinggi tingkat mortalitas ikan Mas (orientasi dan pendahuluan). 3) Konsentrasi aman dari penggunaan bahan pewangi sekali bilas antibakteri adalah 2-4 ppm (pada tahap eksperimen).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2001. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran
- Aini, N. 2013. Uji Toksisitas Deterjen Cair Terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Orheochromis niloticus*). Skripsi. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Kamiswari, Risky, M. Thamrin Hidayat dan Yuni Sri Rahayu. 2013. Pengaruh Pemberian Deterjen terhadap Mortalitas Ikan *Platy sp. LenteraBio*. Vol 2 (1). Universtas Negeri Surabaya.
- Matoa. 2008. *Cermati Sabun dan Detergen yang Anda Gunakan*. Diakses melalui <http://matoa.org/> 2008 / 11 / cermati-sabun-dan-detergen-yang-anda-gunakan/. Pada tanggal 19 September 2016.
- Pararaja, 2008, "Ikan Mas (*Cyprinus caprio* L.) sebagai Early Warning System Pencemaran Lingkungan". *Artikel online*. Diakses dari <http://smk3ae.wordpress.com> pada 15 November 2016.
- Ratningsih, N. 2008. "Uji Toksisitas Molase pada Respirasi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)". *Jurnal Biotika* 6 (1):22-33.
- Sajiah, L. 2003. *Pengaruh Surfaktan detergen Linear Alkylbenzena Sulfonate (LAS) Terhadap Perkembangan Stadia Larva sampai dengan Juvenil Ikan Mas*. Skripsi tidak dipublikasikan. Bogor: Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Siregar, Sush Novita, Irwanmay, dan Rusdi Leidonald. 2009. Uji Toksisitas Pelembut Pakaian terhadap Benih ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). Online: jurnal.usu.ac.id/index.php/aquacoastmarine/article/view/8823.
- Zahri, A. 2008. "Pengaruh Alkyl Benzena Sulfonate (LAS) Terhadap Tingkat Mortalitas dan Kerusakan Stuktural Jaringan Insang pada Ikan Nila (*O. niloticus* L.)". **Program Studi Teknologi Budidaya Perairan Politeknik Perikanan Negeri Tual. Universitas Maluku Utara.**

Pengaruh Hidrokarbon dalam Air terhadap Massa Lethal Karang *Acropora* spp

Muhlis

PMIPA FKIP Universitas Mataram
Jalan Madjapahit No.62 Mataram NTB
email: muhlis.ocean@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui 1) massa lethal karang *Acropora* spp oleh hidrokarbon 2) hubungan hidrokarbon dalam air terhadap massa lethal karang *Acropora* spp. 3) hubungan hidrokarbon dalam air terhadap kandungan hidrokarbon dalam kerangka karang *Acropora* spp 4) hubungan hidrokarbon dalam kerangka karang *Acropora* spp terhadap masa lethal karang *Acropora* spp. Penelitian dilakukan pada perairan wisata bahari lombok dan laboratorium Analitik Universitas Mataram dengan menggunakan aquarium yang berukuran panjang 1,5 m lebar 1 m tinggi 1 m (luas aquarium 1,5 m³) sebanyak lima buah untuk 5 perlakuan (0,0 L/m³, 0,5 L/m³, 1,0 L/m³, 0,2 L/m³, dan 3,0 L/m³ masing-masing aquarium diisi karang *Acropora* spp dengan empat ulangan. Analisis kandungan hidrokarbon (HC) dilakukan dengan metode pengekstrak. Pengaruh hidrokarbon dalam air terhadap masa letal karang *Acropora* spp, pengeruh hidrokarbon dalam kerangka karang *Acropora* spp terhadap masa letal karang *Acropora* spp, dan pengaruh hidrokarbon dalam air terhadap kandungan hidrokarbon dalam kerangka karang *Acropora* spp dianalisis dengan analisis regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) terdapat hubungan masa lethal karang *Acropora* spp dengan konsentrasi hidrokarbon dalam air 2) terdapat hubungan masa lethal karang *Acropora* spp dengan kandungan hidrokarbon dalam karang 3) terdapat hubungan Kandungan hidrokarbon dalam karang dengan hidrokarbon dalam air. Hidrokarbon mempengaruhi masa lethal karang sebesar 66,1% 4) masa lethal karang *Acropora* spp terjadi pada konsentrasi hidrokarbon 0,5 L/m³ setelah 58,9 jam, konsentrasi hidrokarbon 1,0 L/m³ terjadi lethal pada 50,25 jam, konsentrasi hidrokarbon 2,0 L/m³ terjadi lethal pada 34,04 jam, konsentrasi hidrokarbon 3,0 L/m³ terjadi lethal setelah 32,1 jam.

Kata Kunci: Massa lethal karang, hidrokarbon

PENDAHULUAN

Terumbu karang Indonesia merupakan satu perdelapan dari total terumbu karang dunia yang terbentang sepanjang 5000 km dan lebar sekitar 2000 km dengan garis pantai 108920 km pada 18110 pulau (Suharsono, 2010). Terumbu karang merupakan suatu ekosistem unik perairan tropis dengan tingkat kesuburan, keanekaragaman biota dan nilai estetika yang tinggi, namun termasuk salah satu yang paling peka terhadap perubahan kualitas lingkungan. Terumbu karang sangat sensitif terhadap pengaruh lingkungan, baik yang bersifat fisik (dinamika perairan laut dan pantai), kerusakan akibat aktivitas manusia, pencemaran bahan kimia maupun kerusakan akibat aktivitas biologis (Burke et al., 2002; Dahuri, 2003).

Peranan biofisik ekosistem terumbu karang sangat beragam, di antaranya sebagai tempat tinggal, tempat berlindung, tempat mencari makan dan berkembang biak bagi beragam biota laut, disamping berperan sebagai penahan gelombang dan ombak terhadap pengikisan pantai, dan penghasil sumberdaya

hayati yang bernilai ekonomi tinggi. Manfaat terumbu karang sangat besar dan beragam. Menurut Sawyer (1993) dan Cesar (1996) manfaat terumbu karang dapat diidentifikasi menjadi dua yaitu manfaat langsung dan manfaat tidak langsung. Manfaat terumbu karang yang langsung dapat dinikmati oleh manusia adalah pemanfaatan sumber daya ikan, batu karang, pariwisata, penelitian dan pemanfaatan biota perairan lainnya. Manfaat terumbu karang yang tidak langsung adalah terumbu karang sebagai penahan abrasi pantai, keanekaragaman hayati dan lain sebagainya.

Keberadaan terumbu karang di kawasan Gili Terawangan merupakan daya tarik bagi wisatawan untuk menikmati keindahan pantai berpasir putih dan keindahan bawah lautnya. Karang batu pembentuk terumbu di perairan Gili Terawangan didominasi oleh karang *Acropora* spp dan *Montipora* (Suharsono dkk, 1993). Karang *Acropora* spp termasuk jenis karang yang sangat cepat pertumbuhannya dan sangat peka terhadap perubahan lingkungan sehingga bila terjadi perubahan lingkungan, karang sangat cepat

meresponnya baik perubahan fisik maupun morfologinya. Pengaruh lingkungan yang kompleks sangat memegang peranan penting dalam pertumbuhan *Acropora spp* sebagai pembentuk terumbu karang. Pertumbuhan karang sampai saat ini masih ditinjau dari penambahan rangka CaCO_3 (Syarani, 1992). Pertumbuhan panjang dari karang mempunyai hubungan yang erat dengan kalsifikasi yang sangat, tergantung pada tiga proses yaitu transport material yang terasimilasi, produksi material organik dan deposit kalsium karbonat (Stromgren, 1987).

Terumbu karang di dunia dalam kondisi terancam oleh aktifitas manusia melalui polusi dan perubahan habitat (Burke et al. 2011), sama halnya dengan kondisi terumbu karang Indonesia telah banyak mengalami kerusakan, yaitu persentase penutupan karang hidup dalam kondisi rusak sebesar 39,5%, kondisi sedang 33,5%, kondisi memuaskan sebesar 5,3% dan kondisi baik 21,7% (Suharsono, 1998). Terumbu karang di kawasan Gili Terawangan pada tahun 1990 persentase tutupan karang masih cukup tinggi berkisar antara 60-80% (Suharsono dkk, 1993). Tahun 1978 terumbu karang di Gili Terawangan dari tiga stasiun pengamatan hanya ada satu stasiun kondisi karangnya dalam kondisi baik dengan 55% tutupannya, satu stasiun kondisi sedang dengan tutupan 35% dan satu stasiun kondisi jelek dengan 18% tutupannya. (Mukhlis, 2002)

Kawasan wisata bahari gili terawangan yang mengandalkan keidahan bawah lautnya dengan keberadaan terumbu karang pada perairannya merupakan salah satu dari empat kawasan yang termasuk Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI), yang paling rawan terhadap tumpahan minyak, karena lalu-lalanganya kapal-kapal niaga termasuk kapal-kapal tanker minyak. Dari empat kawasan ALKI, Selat Malaka memiliki kepadatan tertinggi, kemudian Selat Lombok dan Selat Makassar sehingga kawasan ini menjadi rawan terhadap pencemaran akibat tumpahan minyak. Pelayaran kapal-kapal pada kawasan ini mengandung resiko terjadinya kecelakaan yang dapat mengakibatkan keadaan darurat tumpahan minyak yang dapat merugikan lingkungan laut termasuk didalamnya terumbu karang.

Secara umum penyebab kerusakan terumbu karang dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu kerusakan yang disebabkan oleh kegiatan manusia (*anthropogenic causes*) dan permasalahan yang disebabkan oleh alam (*natural causes*). berbagai aktivitas industri yang terdapat di lepas pantai banyak berdampak bagi kerusakan ekosistem terumbu karang

Indonesia, antara lain 1) penambangan Minyak dan Gas (MIGAS) lepas pantai, dimana dampak yang ditimbulkan oleh kegiatan ini adalah: kerusakan secara fisik, sedimentasi, dan pencemaran bahan-bahan kimia. 2) penggalangan kapal, dimana dampak yang ditimbulkan oleh kegiatan ini adalah kerusakan secara fisik 3) kecelakaan tumpahan minyak, dimana dampak yang ditimbulkannya adalah sedimentasi dan pencemaran bahan-bahan kimia (Dahuri,2000).

Potensi kelautan belum banyak diketahui, yang diketahui belum banyak dimanfaatkan termasuk potensi terumbu karang, sementara kerusakan terumbu karang terus meningkat berpacu dengan waktu sehingga membutuhkan informasi untuk mendeteksi lebih awal kerusakan terumbu karang oleh pencemaran minyak, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui 1) pengaruh hidrokarbon dalam air terhadap masa letal karang *Acropora spp*; 2) pengaruh hidrokarbon dalam kerangka karang *Acropora* terhadap masa letal karang *Acropora spp*, dan 3) Masa letal karang *Acropora* oleh hidrokarbon.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Kawasan Perairan Wisata Bahari Gili Terawangan Lombok dan di Laboratorium Analitik Universitas Mataram, dengan kajian pengaruh kadar hidrokarbon terhadap masa letal karang *Acropora spp*. Alat yang digunakan adalah; scuba diving (alat penyelam), aquarium yang berukuran panjang 1,5 m lebar 1 m tinggi 1 m sebanyak lima buah untuk 5 perlakuan (0,0 L/m³, 0,5 L/m³, 1,0 L/m³, 0,2 L/m³, dan 3,0 L/m³ dengan 4 ulangan. Bahan yang digunakan adalah karang jenis *Acropora spp*, hidrokarbon, air laut, instrumen pengamatan, label, alat tulis bawah air, jangka sorong, penyangga dari semen, kerangka besi dan pipa paralon.

Tingkat kematian karang diuji dengan metode pendugaan tingkat kematian hewan dengan rumus sebagai berikut:

$$S = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

- S = Tingkat Kelangsungan Hidup (%)
 Nt = Jumlah Individu akhir/ Koloni akhir
 No = Jumlah individu awal/ Koloni awal

Penentuan jenis karang percobaan dan jumlah konsentrasi hidrokarbon dalam air sebagai perlakuan. Karang yang digunakan dalam penelitian ini adalah

jenis karang yang laju pertumbuhannya cepat dan memiliki kepekaan yang tinggi terhadap perubahan lingkungan dan pencemaran yaitu karang batu jenis *Acropora* spp. Pengambilan contoh karang dilakukan pada perairan wisata gili terawangan lombok pada kedalaman satu sampai tiga meter dengan menggunakan scuba diving. Konsentrasi hidrokarbon yang digunakan sebagai perlakuan terhadap masa lethal karang adalah kandungan hidrokarbon dalam air dengan konsentrasi 0,0 L/m³, 0,5 L/m³, 1,0 L/m³, 0,2 L/m³, dan 3,0 L/m³ dengan 4 ulangan.

Analisis kandungan hidrokarbon (HC) dilakukan dengan metode pengekstrak, yaitu dengan empat tahapan sebagai berikut 1) sebanyak 5 gram karang dipotong menjadi 3 butir dengan ukuran yang sama diekstrak dengan 25 ml diklorometana (DCM) dalam erlemeyer (Pengekstrak DCM melarutkan HK dan tidak melarutkan air) 2) dikocok dengan pengocok elektirk selama 10 menit 3) didiamkan 5 menit dan disaring 4) untuk menguapkan pelarut/pengekstrak, selanjutnya filtrat diuapkan pada suhu kamar setelah seluruh pelarut menguap, residu hidrokarbon ditimbang sampai diperoleh berat konstan. Data kandungan hidrokarbon dalam air dan kerangka karang dilakukan analisis pengaruhnya terhadap masa lethal *Acropora* spp dengan analisis regresi.

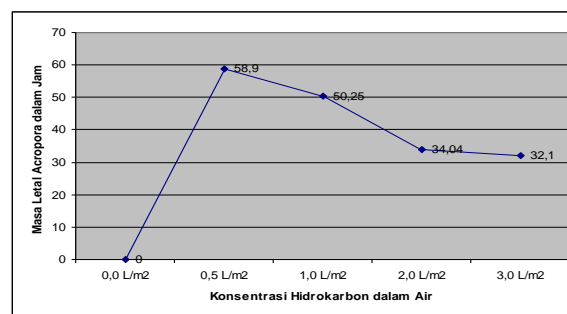
HASIL

Kawasan wisata bahari gili terawangan yang berada pada kawasan ALKI merupakan kawasan yang paling rawan terhadap tumpahan minyak dari kegiatan pelayaran oleh kapal-kapal niaga termasuk kapal-kapal tanker minyak. Pelayaran kapal-kapal pada kawasan ALKI mengandung resiko terjadinya kecelakaan yang dapat mengakibatkan keadaan darurat tumpahan minyak yang dapat merugikan lingkungan laut. Terjadinya kontak atau terpaparnya (*exposure*) sumberdaya pesisir dan laut terhadap minyak dapat terjadi secara langsung dan tak langsung, dalam menentukan apakah suatu sumberdaya pesisir dan laut telah mengalami kerusakan (*injury*) atau tidak, satu langkah penting yang perlu dilakukan adalah mendemonstrasikan adanya keterpaparan minyak dengan sumberdaya terutama karang *Acropora* sp.

1. Masa Lethal Karang *Acropora* oleh Hidrokarbon dalam Air

Masa lethal karang *Acropora* oleh hidrokarbon pada penelitian ini adalah mencari berapa waktu dan konsentrasi hidrokarbon yang menyebabkan lethalnya karang *Acropora* sp, karena

besarnya toksitas tergantung pada dosis (*dosage*) dan lama waktu paparan (*duration*).



Gambar 1. Masa lethal Karang *Acropora* sp oleh Hidrokarbon

Dari lima konsentrasi hidrokarbon memberikan respon yang berbeda oleh karang *Acropora* sp tentang masa lethalnya semakin besar konsentrasi hidrokarbon semakin kecil masa lethal karang *Acropora* sp.

2. Masa Lethal Karang *Acropora* spp oleh Hidrokarbon dalam Kerangka Karang

Tabel 1. Nilai Rata-Rata masa lethal karang *Acropora* spp oleh Hidrokarbon

No	Hidrokarbon dalam karang	Rata-rata masa lethal <i>Acropora</i> sp	N	Std.Deviasi
1	.0535	.0000	4	.00000
2	.0678	58.9000	4	.89163
3	.1200	50.2500	4	.14720
4	.1375	34.0375	4	.08539
5	.0570	32.1000	4	.07071
	Total	35.0575	20	20.71721

Rata-rata masa lethal karang oleh hidrokarbon pada Tabel 1. menunjukkan bahwa hidrokarbon dalam karang 0,0535 mg dalam waktu tiga hari karang belum menunjukkan adanya lethal, hidrokarbon dalam karang 0,0678 mg rata-rata masa lethal karang 58.9 jam, hidrokarbon dalam karang 0,1200 mg rata-rata masa lethal karang 50.25 jam, hidrokarbon dalam karang 0,1375 mg rata-rata masa lethal karang 34.03 jam dan hidrokarbon dalam karang 0,0570 mg rata-rata masa lethal karang 32.1 jam. Kenaikan kandungan hidrokarbon 0,0535 mg, 0,0678 mg, 0,1200 mg, 0,1375 mg, dalam kerangka karang, masa lethal karang semakin menurun tetapi dari 0,1375 mg kandungan hidrokarbon dalam karang menurun ke 0,0570 mg setelah pemaparan dengan hidrokarbon masa lethal karang menurun.

3. Hubungan Hidrokarbon dengan Masa Lethal Karang *Acropora sp.*

Pada penelitian ini ada tiga komponen penting yang diuji hubungannya yaitu hubungan konsentrasi hidrokarbon dalam air dengan masa lethal karang *Acropora sp.*, hubungan konsentrasi hidrokarbon dalam air dengan konsentrasi hidrokarbon dalam karang *Acropora sp.* dan hubungan kandungan hidrokarbon dalam kerangka karang dengan masa lethal karang *Acropora spp.*

a. Hubungan Hidrokarbon dalam Air dengan Masa Letal Karang *Acropora spp.*

Hasil pengujian hubungan konsentrasi hidrokarbon dalam air dengan masa letal karang *Acropora spp.*, menunjukkan bahwa masa lethal karang secara signifikan berhubungan dengan konsentrasi hidrokarbon. Koefisien determinasi hidrokarbon dalam air terhadap masa letal karang *Acropora sp.* adalah 0,661. Artinya kontribusi hidrokarbon dalam air mempengaruhi masa lethal karang *Acropora sp.* sebesar 66,1%, sedangkan 44% dipengaruhi oleh keberadaan faktor lain.

Nilai rata masa lethal karang, menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi hidrokarbon dalam air masa lethal karang semakin cepat yaitu konsentrasi 0,0 l/m² dalam waktu tiga hari karang tidak menunjukkan letalnya, konsentrasi 0,5 l/m² rata-rata masa letal karang 58.9 jam, konsentrasi hidrokarbon 1,0 l/m² rata-rata masa lethal karang 50.25 jam, konsentrasi 2,0 l/m² rata-rata masa lethal karang 34.03 jam dan konsentrasi hidrokarbon 3,0 l/m² rata-rata masa lethal karang 32.1 jam. Sumadhiharta (1995) memaparkan dampak-dampak yang disebabkan oleh pencemaran minyak di laut. Akibat jangka pendek dari pencemaran minyak antara lain adalah bahwa molekul-molekul hidrokarbon minyak dapat merusak membran sel biota laut, mengakibatkan keluarnya cairan sel dan berpenetrasinya bahan tersebut ke dalam sel. Berbagai jenis udang dan ikan akan beraroma dan berbau minyak, sehingga menurun mutunya, secara langsung minyak akan menyebabkan kematian.

Tingkat kerusakan pada terumbu karang jika terkontaminasi minyak tergantung pada jumlah dan jenis minyak, jenis dan kedalaman terumbu karang dari permukaan laut, energi gelombang setempat, dan kondisi tekanan arus pada terumbu karang. Dampak terbesar terjadi

jika lapisan minyak terdampar mengenai bagian atas dari terumbu karang (khususnya untuk jenis *reef flat*) pada saat air laut surut terumbu karang bawah permukaan dapat terkontaminasi oleh minyak yang berbentuk droplet yang melayang dalam badan air laut, khususnya jika minyak terdispersi baik secara fisik melalui energi gelombang, atau secara kimiawi. Sementara terumbu karang yang dalam cenderung mengalami kontak dengan minyak yang teresimentasi. Jika lapisan minyak melayang diatas terumbu karang bawah permukaan tanpa mengalami proses dispersi kedalam badan air, maka dampak yang mungkin terjadi relatif kecil dan dapat pulih dengan relatif cepat.

b. Hubungan Hidrokarbon dalam Karang dengan Masa Letal Karang *Acropora spp.*

Hasil pengujian hubungan hidrokarbon dalam kerangka karang dengan masa lethal karang *Acropora sp.*, menunjukkan bahwa masa lethal karang secara signifikan berhubungan dengan hidrokarbon dalam kerangka karang *Acropora sp.* Nilai rata masa lethal karang menunjukkan bahwa hidrokarbon dalam karang 0,0535 mg setelah pemaparan dengan hidrokarbon, karang belum menunjukkan adanya lethal, hidrokarbon dalam karang 0,0678 mg rata-rata masa lethal karang 58.9 jam, hidrokarbon dalam karang 0,1200 mg rata-rata masa lethal karang 50.25 jam, hidrokarbon dalam karang 0,1375 mg rata-rata masa lethal karang 34.03 jam dan hidrokarbon dalam karang 0,0570 rata-rata masa lethal karang 32.1 jam. Kenaikan kandungan hidrokarbon 0,0535 mg, 0,0678 mg, 0,1200 mg, 0,1375 mg, dalam kerangka karang, masa lethal karang semakin menurun tetapi dari 0,1375 mg kandungan hidrokarbon dalam karang menurun ke 0,0570 mg setelah pemaparan dengan hidrokarbon dan masa lethal karang tetap menurun, artinya masa lethal karang tidak selalu dipengaruhi oleh naiknya kandungan hidrokarbon dalam karang tetapi masa lethal karang lebih dipengaruhi oleh masa pemaparan hidrokarbon dalam air. Minyak yang membentuk lapisan film pada permukaan laut akan menyebabkan terganggunya proses fotosintesa dan respirasi organisme laut, sementara minyak yang beremulsi dalam air akan mempengaruhi daya kerja sel. Misran, (2010) Kontaminasi minyak pada terumbu

karang secara kronik (misalnya akibat kasus tumpahan minyak yang berulang-ulang pada suatu kawasan yang sama), atau akibat rembesan minyak dalam jangka waktu panjang dari yang terserap dari kawasan pantai sekitarnya dapat mengakibatkan penurunan komunitas terumbu karang secara berarti. Secara umum, terumbu karang perairan dangkal dapat bertahan terhadap dampak pencemaran minyak. Karang umumnya akan menghasilkan mucus dalam jumlah besar saat terkena kontaminasi minyak, yang dapat melindungi karang dari kerusakan yang lebih serius. Kontaminasi minyak pada karang umumnya menyebabkan beragam dampak atau reaksi. Kontaminasi minyak pada karang dapat mengganggu proses reproduksi, mengurangi jumlah koloni telur dan larva yang dihasilkan per satuan unit karang, dan menurunkan laju penempelan larva pada substrata buatan. Beberapa larva karang biasanya dikeluarkan hanya pada malam hari dan kontaminasi minyak dapat menyebabkan pelepasan dini larva dan menurunkan kemampuan larva untuk bertahan hidup.

PEMBAHASAN

Kawasan Gili Terawangan adalah kawasan Taman Wisata Laut (T WAL) yang padat kegiatan kunjungan wisatanya antara lain kegiatan penyebrangan, diving, penangkapan ikan, semuanya menggunakan kapal/perahu bermotor yang menggunakan bahan bakar yang mengandung hidrokarbon dan kawasan ini termasuk dalam zona lintasan pelayaran internasional satu dari empat Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI). Kecelakaan kapal tanker sering terjadi pada perairan ALKI, tanggal 21 Agustus 2009 terjadi tumpahan minyak oleh kapal Australia di laut Flores Timor sehingga zona ini sangat rawan terjadinya pencemaran oleh tumpahan minyak yang mengandung hidrokarbon yang berakibat buruk bagi biota laut terutama lethalnya berbagai jenis karang. Kontaminasi minyak pada karang menyebabkan beragam dampak atau reaksi pada karang terutama masa lethal karang (Yunus, 2006).

Terumbu karang (*Scleractinia coral*) adalah salah satu binatang laut yang sangat peka terhadap minyak bumi yang mengandung banyak hidrokarbon, Guzman dan Irene (1993) telah mengamati pengaruh tumpahan minyak yang mengandung banyak hidrokarbon di

Panama pada karang *Siderastrea sederea* yang menyimpulkan bahwa akibat polusi yang disebabkan oleh minyak bumi yang mengandung banyak hidrokarbon tersebut maka reproduksi koral menurun dan beberapa populasi karang mengarah ke kematian (masa lethal). Kemampuan minyak bumi merusak binatang karang tergantung pada jenis terumbu karang zonasi dan kegiatan pasang surut (Fuick dalam Sloan, 1993).

Massa Lethal Karang *Acropora* Oleh Hidrokarbon dalam Air

Dengan 0,0 L/m³ konsentrasi hidrokarbon dalam waktu tiga hari lethal pada karang *Acropora sp* tidak terjadi, sedangkan dengan konsentrasi 0,5 L/m³ konsentrasi hidrokarbon dalam air dengan waktu 58,9 jam terjadi lethal pada karang *Acropora sp*, konsenrasi hidrokarbon 1,0 L/m³ dengan waktu 50,25 jam terjadi lethal pada karang *Acropora sp*, dengan konsentrasi 2,0L/m³ dengan waktu 30,04 jam karang *Acropora sp* sudah terjadi lethal dan pada konsentrasi hidrokarbon 3,0 L/m³ masa lethal karang *Acropora sp* lebih cepat lagi yaitu dengan 32,1 jam. Dari lima konsentrasi hidrokarbon memberikan respon yang berbeda oleh karang *Acropora sp* tentang masa lethalnya semakin besar konsentrasi hidrokarbon semakin kecil masa lethal karang *Acropora sp*.

Massa Lethal Karang *Acropora* Oleh Hidrokarbon dalam Kerangka Karang

Zat beracun dapat mempengaruhi ekosistem dalam berbagai cara, namun dalam bentuknya yang paling sederhana, ada dua dasar yang mungkin: 1) Toksitas kematian akut pada waktu yang singkat karena buangan zat beracun pada satu kali kesempatan. 2) Pengaruh belum mematikan (*sublethal*) yang kronis dapat terjadi dalam suatu daerah akibat timpaan kepekatan yang belum mematikan selama selang waktu yang lama secara terus-menerus atau kadang-kadang tidak. Masa lethal karang *Acropora* oleh hidrokarbon pada eksperimen ini adalah mencari berapa waktu dan konsentrasi hidrokarbon yang menyebabkan lethalnya karang *Acropora*, karena besarnya toksitas tergantung pada dosis (*dosage*) dan lama waktu paparan (*duration*).

Penelitian yang dilakukan dengan empat perlakuan konsentrasi hidrokarbon yang berbeda dalam air pada karang *Acropora spp* dengan satu kontrol menunjukkan bahwa dari empat macam konsetrasi hidrokarbon dapat mematikan jenis karang *Acropora* dibawah tiga hari yaitu dengan konsentrasi hidrokarbon dalam air 0,5L/m³ dalam waktu 58,9 jam

Acropora sp mengalami toxis (lethal) sedangkan konsentrasi hidrokarbon 3,0L/m³ dalam 32,1 jam dapat mematikan jenis karang *Acropora sp*, sehingga dapat diestimasikan bahwa bila terjadi kebocoran atau tertumpahnya minyak pada perairan karang dengan konsentrasi 3L/m³ selama 32,1 jam dapat mematikan karang penyusun terumbu karang pada areal tersebut tetapi bila kawasan tersebut memiliki karakteristik kecepatan arusnya tinggi maka terumbu karang pada areal terjadinya kebocoran minyak terselamatkan oleh cepatnya menurun konsentrasi hidrokarbon pada areal tersebut oleh pergerakan air oleh arus. Yunus (2006) mengungkapkan bahwa dampak tumpahan minyak pada tingkat kerusakan terumbu karang jika terkontaminasi minyak tergantung pada jumlah dan jenis minyak, jenis dan kedalaman terumbu karang dari permukaan laut, energi gelombang setempat, dan kondisi tekanan arus pada terumbu karang. Dengan mengetahui konsentrasi hidrokarbon yang tertumpah pada perairan terumbu karang melalui hasil penelitian eksperimen ini dapat dengan segera diketahui efek apa yang terjadi pada terumbu karang pada masa terpaparnya hidrokarbon pada areal perairan terumbu karang.

Hubungan Hidrokarbon dalam Air dengan Massa Lethal Karang *Acropora spp*.

Hasil pengujian hubungan konsentrasi hidrokarbon dalam air dengan masa letal karang *Acropora spp* tabel 1. menunjukkan bahwa masa letal karang secara signifikan berhubungan dengan konsentrasi hidrokarbon. Koefisien determinasi hidrokarbon dalam air terhadap masa letal karang *Acropora sp* adalah 0,661. Artinya kontribusi hidrokarbon dalam air mempengaruhi masa letal karang *Acropora sp* sebesar 66,1%, sedangkan 44% dipengaruhi oleh keberadaan faktor lain. Rata-rata masa letal karang gambar 1, menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi hidrokarbon dalam air masa letal karang semakin cepat yaitu konsentrasi 0,0 l/m² dalam waktu tiga hari karang tidak menunjukkan letalnya, konsentrasi 0,5 l/m² rata-rata masa letal karang 58.9 jam, konsentrasi hidrokarbon 1,0 l/m² rata-rata masa letal karang 50.25 jam, konsentrasi 2,0 l/m² rata-rata masa letal karang 34.03 jam dan konsentrasi hidrokarbon 3,0 l/m² rata-rata masa letal karang 32.1 jam.

Sumadhiharga (1995) mengungkapkan bahwa akibat jangka pendek dari pencemaran minyak antara lain adalah molekul-molekul hidrokarbon minyak dapat merusak membran sel biota laut yang mengakibatkan keluarnya cairan sel dan berpenetrasinya bahan

tersebut ke dalam sel. Berbagai jenis udang dan ikan akan beraroma dan berbau minyak, sehingga menurun mutunya, secara langsung minyak akan menyebabkan kematian. Tingkat kerusakan pada terumbu karang jika terkontaminasi minyak tergantung pada jumlah dan jenis minyak, jenis dan kedalaman terumbu karang dari permukaan laut, energi gelombang setempat, dan kondisi tekanan arus pada terumbu karang. Dampak terbesar terjadi jika lapisan minyak terdampar mengenai bagian atas dari terumbu karang (khususnya untuk jenis *reef flat*) pada saat air laut surut terumbu karang bawah permukaan dapat terkontaminasi oleh minyak yang berbentuk droplet yang melayang dalam badan air laut, khususnya jika minyak terdispersi baik secara fisik melalui energi gelombang, atau secara kimiawi. Sementara terumbu karang yang dalam cenderung mengalami kontak dengan minyak yang teresedimentasi. Jika lapisan minyak melayang diatas terumbu karang bawah permukaan tanpa mengalami proses dispersi kedalam badan air, maka dampak yang mungkin terjadi relatif kecil dan dapat pulih dengan relatif cepat.

Hubungan Hidrokarbon dalam Karang dengan Massa Lethal Karang

Nilai rata masa letal karang tabel 1, menunjukkan bahwa hidrokarbon dalam karang 0,0535 mg setelah pemaparan dengan hidrokarbon, karang belum menunjukkan adanya letal, hidrokarbon dalam karang 0,0678 mg rata-rata masa letal karang 58.9 jam, hidrokarbon dalam karang 0,1200 mg rata-rata masa letal karang 50.25 jam, hidrokarbon dalam karang 0,1375 mg rata-rata masa letal karang 34.03 jam dan hidrokarbon dalam karang 0,0570 rata-rata masa letal karang 32.1 jam. Kenaikan kandungan hidrokarbon 0,0535 mg, 0,0678 mg, 0,1200 mg, 0,1375 mg, dalam kerangka karang, masa letal karang semakin menurun tetapi dari 0,1375 mg kandungan hidrokarbon dalam karang menurun ke 0,0570 mg setelah pemaparan dengan hidrokarbon dan masa letal karang tetap menurun, artinya masa letal karang tidak selalu dipengaruhi oleh naiknya kandungan hidrokarbon dalam karang tetapi masa letal karang lebih dipengaruhi oleh masa pemaparan hidrokarbon dalam air. Minyak yang membentuk lapisan film pada permukaan laut akan menyebabkan terganggunya proses fotosintesa dan respirasi organisme laut, sementara minyak yang beremulsi dalam air akan mempengaruhi daya kerja sel.

Hubungan Hidrokarbon dalam Air dengan Hidrokarbon dalam Karang *Acropora spp*

Misran, (2010) Kontaminasi minyak pada terumbu karang secara kronik (misalnya akibat kasus tumpahan minyak yang berulang-ulang pada suatu kawasan yang sama), atau akibat rembesan minyak dalam jangka waktu panjang dari yang terserap dari kawasan pantai sekitarnya dapat mengakibatkan penurunan komunitas terumbu karang secara berarti. Secara umum, terumbu karang perairan dangkal dapat bertahan terhadap dampak pencemaran minyak. Karang umumnya akan menghasilkan mucus dalam jumlah besar saat terkena kontaminasi minyak, yang dapat melindungi karang dari kerusakan yang lebih serius. Kontaminasi minyak pada karang umumnya menyebabkan beragam dampak atau reaksi. Kontaminasi minyak pada karang dapat mengganggu proses reproduksi, mengurangi jumlah koloni telur dan larva yang dihasilkan per satuan unit karang, dan menurunkan laju penempelan larva pada substrata buatan. Beberapa larva karang biasanya dikeluarkan hanya pada malam hari dan kontaminasi minyak dapat menyebabkan pelepasan dini larva dan menurunkan kemampuan larva untuk bertahan hidup.

SIMPULAN

Pengkajian dari hasil penelitian konsentrasi hidrokarbon dalam air dan pengaruhnya terhadap masa lethal karang *Acropora spp* dapat dirumuskan kesimpulannya sebagai berikut:

1. Masa lethal karang *Acropora spp* terjadi pada konsentrasi hidrokarbon 0,5 L/m³ setelah 58,9 jam, konsentrasi hidrokarbon 1,0 L/m³ terjadi lethal pada 50,25 jam, konsentrasi hidrokarbon 2,0 L/m³ terjadi lethal pada 34,04 jam, konsentrasi hidrokarbon 3,0 L/m³ terjadi lethal setelah 32,1 jam.
2. Terdapat hubungan masa lethal karang *Acropora spp* dengan hidrokarbon dalam air, hidrokarbon dalam air mempengaruhi masa lethal karang *Acropora spp* sebesar 66,1%.
3. Terdapat hubungan Kandungan hidrokarbon dalam karang dengan hidrokarbon dalam air, hidrokarbon dalam air mempengaruhi hidrokarbon dalam kerangka karang *Acropora spp* sebesar 62,1%, dan Terdapat hubungan masa lethal karang *Acropora spp* dengan kandungan hidrokarbon dalam karang, hidrokarbon dalam kerangka karang mempengaruhi masa lethal karang *Acropora sp* sebesar 32,4%

DAFTAR PUSTAKA

- Burke, L, E. Selig and M. Holmes. 2002. *Reefs at Risks in Southeast Asia*. World Institute, Washington DC, USA.
- Burke, L., Reyntar, K., Spalding, M., Perry, A. 2011. *Reefs at Risk Revisited*. World Resources Institute (WRI), Washington DC.
- Cesar, H. 1996. *Economic analisis of Indonesian coral reefs* The World Bank Enviroment Departement. 12 hal
- Dahuri, R. 2000. Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Terumbu Karang Indonesia. *Proseding Lokakarya Pengelolaan dan IPTEK Terumbu Karang Indonesia*. LIPI Jakarta. pp 1-16
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Guzman, H.M and Irene, H. 1993. Effect of Cronic Oil sediment Pollution On The Reproduction Of the Caribbean Reef Coral *Siderastrea sidereal*. *Marine Pollution Bulletin Vol 26 no.5* pp276-282
- Misran, E. 2010. *Aplikasi Teknologi Bebasiskan Membran dalam Bidang Bioteknologi Kelautan: Pengendalian Pencemaran*.
<http://library.usu.ac.id/download/ft/kimia/erni.pdf>. diakses 22 Januari 2010
- Mukhlis. 2002. Kondisi terumbu karang pasca El-nino di kawasan wisata bahari Gili Indah Lombok Laporan penelitian hibah bersaing DP3M DIKTI
- Sawyer, D. 1993. *Pengelolaan dan penilaian sumber daya atoll: Studi kasus di Taka Bonerate*. Master Thesis. Univerity of Dalhousie. Halifax NS. Canada
- Sloan, N.A. 1993. *Berbagai dampak Minyak terhadap Sumber Daya Laut: Suatu tinjauan Pustaka dari Seluruh Dunia yang Relevan Bagi Indonesia*. p.27-30
- Stromgren. 1987. The Effect of Light on the Growth Rate of Internal *Acropora pulchra (Brook)* from Phuket, Tahiland, Lat 8°N. *Journal of Coral Reef*, 6: 43- 47.
- Suharsono, M. Adrim, Mudjiono, W. S. Atmadja, A. Azis dan D. Arief. 1993. Potensi Sumberdaya Laut Gili Terawangan, Gili Meno, Gili Air *dalam* Proseding Lokakarya Pendirian Stasiun Penelitian Oseanologi di Nusa Tenggara Barat Mataram Tanggal 16-18 Pebruari 1993. 179-203.

Suharsono, 1998. Condition of Coral Reef Resources in Indonesia. *Jurnal Pesisir dan Lautan*. Volume 1, No.2, 1998 ISSN 1410-7821. hal.44-52.

Suharsono. 2010. Perspektif Biologi dalam Pengelolaan Sumberdaya Hayati Laut Berkelanjutan. Pidato Ilmiah Disampaikan dalam Rangka Peringatan Dies Natalis ke-55 Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada.

Sumadhiharga, Kurnaen. 1995, *Zat-Zat yang Menyebabkan Pencemaran di Laut*, dalam Jurnal Pusat Studi Lingkungan Perguruan Tinggi Seluruh Indonesia: Lingkungan dan Pembangunan 15 (4), 376-387.

Sya'rani, L. 1992. Bentuk Rangka dan Pertumbuhan *Acropora aspera* (Dana) di Laut Jawa pada Musim Barat. Dalam *Bunga Rampai Pola Ilmiah Pokok* University Diponegoro. p 161-170.

Yunus. M. 2006. Dampak tumpahan Minyak Terhadap Lingkungan dan Sumberdaya Pesisir dan Laut, *Artikel Buletin GIB KLH*
http://www.gib.or.id/isibuletin.php?&berita_no=202. diakses 22 Pebruari 2009



Peningkatan Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau melalui Penambahan Pupuk Cair Organik

Nurdiana K. Jannah¹, Yuliani², Yuni Sri Rahayu³
^{1,2,3}Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya
¹email: *nurdianak.j94@gmail.com*

ABSTRAK

Tanaman sawi hijau merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak digemari oleh kalangan masyarakat. Untuk meningkatkan hasil produksi tanaman sawi hijau dapat menggunakan pupuk cair organik yang berasal dari limbah air leri dan cangkang telur. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendeskripsikan peningkatan pertumbuhan tanaman sawi hijau dengan mengaplikasikan pupuk cair organik dalam berbagai konsentrasi. Konsentrasi pupuk cair organik yang digunakan yaitu 3,12 ml/L/polybag; 6,25 ml/L/polybag; 9,37 ml/L/polybag; 12,50 ml/L/polybag dan konsentrasi 0,1 gram urea sebagai kontrol. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Parameter yang digunakan yaitu jumlah daun dan tinggi tanaman pada 10 HST dan 25 HST. Berdasarkan penelitian yang dilakukan semakin tinggi konsentrasi yang digunakan menunjukkan terdapat peningkatan dalam jumlah daun serta tinggi tanaman yaitu sebesar 2,8% dan 6,54%.

Kata Kunci: *tanaman sawi hijau; pupuk cair organik; pertumbuhan*

PENDAHULUAN

Sayuran merupakan salah satu makanan yang tergolong sehat, oleh karena itu banyak kalangan masyarakat yang berupaya untuk meningkatkan hasil produksi. Dari beragam macam jenis sayuran yang dibudidayakan, terdapat jenis sayuran yang memiliki nilai komersial dan prospeknya tinggi yakni, tanaman sawi hijau. Sawi hijau merupakan tanaman yang dapat ditanam pada dataran tinggi dan dataran rendah. Menurut Rizki (2013) kandungan gizi dalam sawi hijau per 100 gram yaitu 22 kalori (kcal), 2,3 protein (g), 0,3 lemak (g), 1,2 serat (g) dan 220,5 kalsium (mg). Berdasarkan data Badan Pusat Statistika (2015) hasil produksi tanaman sawi hijau dari tahun 2013 dan 2014 yaitu sebesar 635.728 ton dan 602.468 ton, dilihat dari data tersebut, produksi tanaman sawi mengalami penurunan sehingga perlu untuk meningkatkan hasil produksi sawi hijau.

Arinong (2011) menjelaskan bahwa salah satu upaya untuk meningkatkan hasil produksi tanaman sawi hijau yaitu dengan menggunakan pupuk organik, yang dapat dilakukan yaitu dengan melalui pupuk cair organik. Kelebihan dari pupuk organik cair yaitu unsur hara yang terdapat didalamnya dapat mudah diserap oleh akar. Pupuk cair organik dapat memperbaiki struktur tanah yang semula padat menjadi gembur,

namun banyak dari para petani yang masih menggunakan pupuk anorganik. Padahal, pupuk anorganik akan mengakibatkan dampak negatif dalam jangka waktu yang panjang. Oleh karena itu, alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut, yakni dengan memanfaatkan cangkang telur dan air leri. Menurut Johari (2004) komposisi dari cangkang telur antara lain kalsium karbonat 94% (kandungan Ca 39%), magnesium karbonat 1% (tidak mengandung Ca), kalsium fosfat 1% (kandungan Ca 24%), dan bahan organik 4%. Selain itu, Aditya (2013) menjelaskan bahwa didalam kulit telur mengandung 97% kalsium karbonat, 3% fosfor dan 3% magnesium, natrium, kalium, tembaga dan seng.

Air leri merupakan salah satu limbah rumah tangga yang dapat dimanfaatkan untuk menyiram tanaman. Menurut wulandari, dkk (2011) kandungan unsur hara dalam air leri terdiri dari nitrogen sebesar 0,015, fosfor sebesar 16,306, kalium sebesar 0,02%, kalsium sebesar 2,944%, Magnesium sebesar 14,252%, sulfur sebesar 0,027%, besi sebesar 0,0427%, vitamin B1 sebesar 0,043%. Selaian unsur hara diatas, terdapat kandungan nutrisi yang melimpah didalam air leri yaitu karbohidrat yang berupa pati sebesar 85-90%, protein glutein, selulosa, gula dan vitamin (Saefullah, 2011).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ariwibowo (2012) menjelaskan bahwa pemberian kulit telur dan air cucian beras dapat meningkatkan hasil produksi tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*) dengan perlakuan yang paling baik pada konsentrasi kulit telur 15 gram dan air cucian beras 100 ml. Air cucian beras juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung, hal ini diperoleh dari penelitian Bahar (2016) yang menjelaskan bahwa konsentrasi pemberian air cucian beras terbaik yaitu 1,5 liter dengan data tercatat bobot segar tanaman sebesar 1,00 gram sedangkan bobot kering tanaman sebesar 0,83 gram. Penelitian yang telah dilakukan oleh Jannah, dkk (2016) menunjukkan kadar unsur hara yang terkandung dalam pupuk organik cair berbahan baku serbuk cangkang telur dan air leri yaitu N sebesar 0,80 % (sangat tinggi > 0,75) , P sebesar 1,33 % (sangat tinggi > 0,35) K sebesar 2,02 % (sangat tinggi > 1,0) dan rasio C/N sebesar 5 termasuk kriteria rendah, kriteria ini ditinjau dari standart baku mutu hara tanah menurut Hardjowigeno (2003). Berdasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan penelitian tentang pengaplikasian pupuk cair organik untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi hijau.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei – Juli 2016. Bahan yang digunakan yaitu benih sawi hijau varietas toskan, cangkang telur dan air leri. Alat yang digunakan antara lain timbangan digital, mortar dan alu, gelas ukur, polybag, spet, termometer, soil tester, penggaris dan hand sprayer. Penelitian ini dilakukan di green house Jurusan Biologi FMIPA UNESA.

Langkah kerja dalam penelitian ini yaitu pembuatan pupuk cair organik dengan menggunakan cangkang telur yang telah dibersihkan dengan menggunakan air, kemudian dikeringanginkan dengan cara dijemur dan dihaluskan menggunakan mortar dan alu. Serbuk cangkang telur yang telah halus kemudian ditimbang sebanyak 15 gram, kemudian mencuci beras sebanyak 1 kg dengan 2 liter air setelah menghasilkan air leri diambil sebanyak 100 ml dan dicampurkan dengan 15 gram serbuk cangkang telur kemudian pupuk organik cair disimpan selama 2 hari.

Tahap selanjutnya yaitu pengaplikasian pupuk organik cair terhadap tanaman sawi hijau. Langkah awal yang dilakukan dalam tahap ini yaitu persemaian benih sawi hijau dengan menyiapkan nampan plastik kemudian benih dimasukkan kedalam media tanam ± 0,5 cm dari permukaan tanah. Setelah 3 minggu

dilakukan penanaman yaitu dengan cara memasukkan tanah sebanyak 5 kg kedalam polybag, kemudian setiap polybag diisi satu bibit tanaman sawi hijau. Penyiraman dilakukan setiap pagi dan sore hari, untuk pemberian pupuk organik dilakukan setiap 2 hari sekali pada pagi hari. Setiap tanaman diberi pupuk cair organik dengan volume 75 ml/polybag.

Hasil penelitian ini yaitu berupa persentase peningkatan pertumbuhan tanaman sawi hijau dari 10 HST sampai 25 HST. Parameter yang digunakan yaitu jumlah daun dan tinggi tanaman. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

HASIL

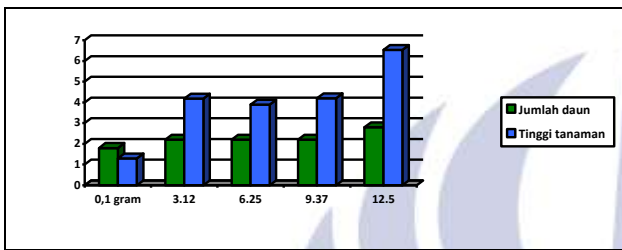
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data jumlah daun dan tinggi tanaman tanaman sawi hijau yang diberi perlakuan dengan berbagai macam konsentrasi pupuk organik cair. Pengambilan data dilakukan pada 10 HST dan 25 HST. Data hasil pada 25 HST ditinjau dari penelitian (Jannah, dkk 2016). Untuk rerata jumlah daun tanaman sawi hijau menunjukkan semakin besar konsentrasi pupuk organik cair yang diberikan maka produksi tanaman sawi hijau mengalami peningkatan, namun untuk konsentrasi 3,12 ml/polybag, 6,25 ml/polybag dan 9,37 ml/polybag menunjukkan data persentase peningkatan yang sama yaitu sebesar 2,2%, sedangkan untuk konsentrasi 12,50 ml/polybag mengalami peningkatan sebesar 2,8% (Tabel.1). Meningkatnya hasil produksi jumlah daun tanaman sawi hijau dikarenakan adanya penyerapan yang maksimal terhadap pupuk organik cair.

Tabel 1. Rerata jumlah daun tanaman sawi hijau melalui penambahan pupuk cair organic

Perlakuan	10 HST	25 HST	Persentase peningkatan (%)
Kontrol (urea) 0,1 gram	4,40 ± 0,54	6,20 ± 1,30	1,8
3,12	4,80 ± 0,44	7,00 ± 1,22	2,2
6,25	5,20 ± 0,83	7,40 ± 1,67	2,2
9,37	5,80 ± 0,83	8,00 ± 1,58	2,2
12,50	7,00 ± 1,00	9,80 ± 2,58	2,8

Tabel 2. Rerata tinggi tanaman sawi hijau melalui penambahan pupuk cair organic

Perlakuan	10 HST	25 HST	Persentase peningkatan (%)
Kontrol (urea) 0,1 gram	8,94±1,60	10,24 ± 3,79	1,3
3,12	9,98±0,99	14,16 ± 4,58	4,18
6,25	0,52±1,63	14,42 ± 5,34	3,9
9,37	12,32±1,98	16,52 ± 5,63	4,2
12,50	14,28±2,97	20,82 ± 4,58	6,54



Gambar 1. Persentase peningkatan pertumbuhan tanaman sawi hijau dengan pemberian berbagai konsentrasi pupuk cair organik terhadap rata-rata jumlah daun dan tinggi tanaman sawi hijau.

Rerata hasil tinggi tanaman sawi hijau menunjukkan bahwa hasil persentase peningkatan yang paling tinggi yaitu pada konsentrasi 12,50 ml/L/polybag yakni sebesar 6,54% (Tabel.2). Berdasarkan kedua parameter pertumbuhan pada jumlah daun dan tinggi tanaman sawi menunjukkan pupuk organik cair berbahan baku serbuk cangkang telur dan air leri dengan menggunakan berbagai konsentrasi dapat meningkatkan hasil produksi tanaman sawi hijau. Konsentrasi pupuk organik cair yang memiliki nilai persentase yang tertinggi yaitu 12,50 ml/L/polybag baik dari jumlah daun maupun tinggi tanaman (Gambar.1).

PEMBAHASAN

Pupuk organik cair yang berasal dari serbuk cangkang telur dan air leri memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang masih dibutuhkan oleh tanaman. Pupuk organik cair ini lebih mudah diserap oleh akar tanaman sehingga dapat meningkatkan hasil jumlah daun dan tinggi tanaman. Hal ini didukung dengan adanya hasil peningkatan pertumbuhan tanaman sawi hijau. Nilai persentase peningkatan pertumbuhan pada konsentrasi 12,50 ml/L/polybag menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan dengan

konsentrasi yang lainnya, dikarenakan adanya perbedaan laju pertumbuhan serta aktivitas jaringan meristematis yang berbeda, yang akan berdampak pada laju pembentukan pada organ tanaman. Selain itu, menurut Salisbury dan Ross (1995) menjelaskan bahwa pupuk organik cair selain mengandung unsur hara nitrogen yang menyusun dari semua protein, yang merupakan penyusun utama dari protoplasma yang berfungsi sebagai pusat proses metabolisme.

Pemberian pupuk organik cair ditinjau dari rerata jumlah daun terdapat tiga konsentrasi yang menunjukkan nilai persentase peningkatan yang sama yaitu konsentrasi 3,12 ml/L/polybag, 6,25 ml/L/polybag dan 9,37 ml/L/polybag, dikarenakan jarak konsentrasi yang satu dengan yang lain terlalu dekat serta kandungan unsur hara yang terdapat didalam pupuk organik cair tidak jauh berbeda, sehingga menunjukkan persentase peningkatan yang sama. Proses pembentukan organ daun tanaman membutuhkan unsur hara nitrogen dalam jumlah yang melimpah. Pupuk organik cair yang digunakan didalam penelitian ini mengandung unsur hara nitrogen yang tinggi sehingga sesuai untuk memacu pembentukan daun tanaman sawi hijau (Haryanto, dkk 2007).

Rerata tinggi tanaman menunjukkan pada konsentrasi 6,25 ml/L/polybag terlihat lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 3,12 ml/L/polybag, 9,37 ml/L/polybag dan 12,50 ml/L/polybag, hal ini terjadi karena adanya perbedaan laju pertumbuhan yang berbeda. Menurut Pranata (2010) unsur hara yang dapat mempengaruhi tinggi tanaman yaitu nitrogen, fosfor, seng, besi dan mangan. Unsur hara fosfor merupakan bagian yang berperan dalam berbagai gula fosfat yang akan mempengaruhi proses fotosintesis dan respirasi. Keseluruhan unsur hara yang diserap oleh tanaman akan mempengaruhi sistem kerja yang terjadi didalam tanaman sehingga pupuk organik cair yang diberikan pada tanaman akan mendukung laju pertumbuhan tinggi tanaman sawi hijau.

SIMPULAN

Pupuk organik cair berbahan baku serbuk cangkang telur dan air leri menunjukkan hasil persentase pertumbuhan yang paling tinggi yaitu terhadap konsentrasi 12,50 ml/L/polybag, pada parameter pertumbuhan jumlah daun sebesar 2,8% dan untuk tinggi tanaman sebesar 6,54%. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu diharapkan pupuk cair organik dapat memperbaiki tingkat hasil produksi

sayuran dengan memanfaatkan limbah rumah tangga yaitu cangkang telur dan air leri.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya AR, 2013. Peranan Ekstrak Kulit Telur, Daun Gamal, Bonggol Pisang sebagai Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai & Populasi *Aphis Craccivora* pada Fase Vegetatif. Skripsi. Dipublikasikan. Diakses melalui <http://repository.unhas.ac.id:4002/digilib/gdl.php?mod=browse&op=read&id=--andiryanad-7939&PHPSESSID=f528421bf0dc3de9d7c91897eaa649fc> pada 3 Februari 2017.
- Arinong AR dan Chrispen DL, 2011. Aplikasi Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi. *Jurnal Agrisistem* Vol. 7 (1): 47-54.
- Ariwibowo, F. 2012. Pemanfaatan Kulit Telur Ayam dan Air Cucian Beras pada Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*) dengan Media Tanam Hidroponik. (Online). Diakses melalui http://eprints.ums.ac.id/18696/1/Halaman_Depan.pdf. Diakses pada tanggal 28 Januari 2017.
- Bahar AE, 2016. Pengaruh Pemberian Limbah Air Cucian Beras terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat. Skripsi. Dipublikasikan. Diakses melalui <http://e-journal.upp.ac.id/index.php/mhsfaperta/article/download/826/641> pada 3 Februari 2017.
- Hardjowigeno, 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Persindo.
- Haryanto T, Suhartini dan Rahayu E, 2007. *Sawi & Selada*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Jannah NK, Yuliani dan Yuni SR, 2016. Pembuatan dan Penggunaan Pupuk Cair Berbahan Baku Limbah Air Cucian Beras dengan Penambahan Serbuk Cangkang Telur Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). Skripsi. Tidak dipublikasikan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Johari S, 2004. *Sukses Berternak Ayam Ras Petelur*. Depok: PT. Agromedia Pustaka.
- Pranata AS, 2004. *Mengenal Lebih Dekat Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Rizki F, 2013. *The Miracle of Vegetables*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Saefullah A, 2011. Air Cucian Beras dapat Suburkan Tanaman (Online). Diakses melalui <http://kabarkampus.com/2011/10/air-cucian-beras-dapat-suburkan-tanaman/pada> tanggal 3 Februari 2017.
- Salisbury FB dan Cleon WR, 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3*. Bandung: ITB.
- Statistik Produksi Hortikultura, 2015. *Angka Tetap Hortikultura Tahun 2014*. Penerbit: Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian.
- Wulandari GM, Sri M dan Sri T, 2011. Pengaruh Air Cucian Beras Merah dan Beras Putih terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.). Yogyakarta: Fakultas Pertanian Gadjah Mada.

Sebaran dan Koleksi Tumbuhan Hasil Ekspedisi *Bioresources* Gunung Gandang Dewata Mamasa Sulawesi Barat

Rony Irawanto
Kebun Raya Purwodadi – LIPI
Jln. Raya Surabaya Malang Km 65 Purwodadi, Pasuruan, Indonesia
*email: rony001@lipi.go.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang kaya dengan jumlah dan jenis sumber daya hayatinya (*bioresources*). Salah satu pulau tropis terbesar di Indonesia dan merupakan target prioritas untuk penemuan keanekaragaman hayati (*bioresources*) adalah Pulau Sulawesi yang memiliki endemisitas yang unik. Sulawesi Barat dipilih karena termasuk salah satu provinsi termuda yang strategis dengan SDA yang melimpah, namun belum didukung data yang cukup. Data tentang *bioresources* di Gunung Gandang Dewata belum terkaji secara maksimal dan seiring dengan tingkat keterancaman yang tinggi akibat eksploitasi hutan. Gunung Gandang Dewata merupakan gunung tertinggi kedua di Pulau Sulawesi yang memiliki tingkat diversitas khas. Oleh karena itu diperlukan kegiatan ekspedisi *bioresources*. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui keanekaragaman hayati *bioresources*, khususnya tumbuhan di Gunung Gandang Dewata, Kabupaten Mamasa, Provinsi Sulawesi Barat. Kegiatan ekspedisi *bioresources* LIPI dilakukan selama 20 hari (15 April s/d 4 Mei 2016). Metode yang dilakukan berupa eksploratif deskriptif, dimana tim ekspedisi melakukan pengkoleksian tumbuhan yang ditemukan di dalam kawasan Gunung Gandang Dewata. Puslit Biologi dan Kebun Raya LIPI telah menghasilkan koleksi tumbuhan sebanyak 149 nomor koleksi, sejumlah 104 jenis pada kisaran ketinggian dari 1500 - 2680 m dpl. Material tumbuhan hidup sejumlah 34 nomor dibawa ke Kebun Raya Purwodadi, dengan nomor akses P2016050016-P2016050049. Tiga puluh empat nomor tumbuhan tersebut termasuk anggrek dan paku dan masih teridentifikasi di tingkat marga dan suku sejumlah 15 marga dan 13 suku.

Kata Kunci: Ekspedisi *Bioresources*, Gunung Gandang Dewata, Keanekaragaman Tumbuhan

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang kaya dengan jumlah dan jenis sumber daya hayatinya (*bioresources*). Keanekaragaman sumber daya hayati menunjukkan berbagai variasi dalam bentuk struktur tubuh, warna, jumlah dan sifat lainnya dari makhluk hidup di suatu daerah. Sumber daya hayati tersebut meliputi flora, fauna dan mikroorganisme. Pulau Sulawesi, sebagai salah satu pulau tropis terbesar di Indonesia adalah target yang luar biasa untuk penemuan keanekaragaman hayati (*bioresources*). Pulau ini ditandai dengan biota endemik yang sangat unik dan spesifik, yang dihasilkan oleh proses geografis yang kompleks, periode isolasi yang panjang dari semua daratan lain di sekitarnya, dan sejarah tektonik yang kompleks. Pulau Sulawesi memiliki topografi yang luas dan besar, yang terdiri dari dataran tinggi dengan ketinggian 1000 m di atas permukaan laut yang luas, lebih dari 20 puncak gunung di atas dari 2500 m dpl, dan enam puncak gunung di atas 3.000 m dpl, dengan salah satunya Gunung Gandang Dewata.

Berdasarkan sejarah geologinya, Sulawesi mungkin tidak pernah terhubung dengan dataran Sunda Besar (*Sunda Shelf*; Borneo, Sumatera dan Jawa) dan dengan dataran Sahul (*Sahul Shelf*; Australia dan New Guinea) di wilayah timur dan sudah terisolasi dalam waktu lama (20-25 juta tahun yang lalu). Pulau Sulawesi merupakan pulau komposit yang terbentuk dari setidaknya lima *palaeo-islands* yang jauh terpisah satu dan lainnya, kemudian bergabung dalam waktu yang bersamaan antara 10 dan 5 juta tahun yang lalu. Sifat komposit dari Pulau Sulawesi ini yang sangat terkait dalam proses diversifikasi "*in situ*" atau "*in situ diversification*" dari Pulau Sulawesi (Tim IPH, 2016).

Penelitian mengenai biogeografi Sulawesi dan mekanisme yang melatarbelakangi proses spesiasi dari daratan kompleks Sulawesi sangat penting dan menarik untuk dilakukan, dengan beberapa pertanyaan ilmiah yang harus digaribawahi; 1) Tingkat endemisitas yang tinggi, namun informasi biodiversitas yang kurang; 2) Kurangnya informasi keanekaragaman biota Sulawesi, terutama dari bagian tengah (*Central*

Core), salah satunya dari Gunung Gandang Dewata dan perlunya pengambilan data yang komprehensif dari kawasan ini; 3) Pemahaman tentang biogeografi Sulawesi lebih pada berdasarkan penelitian tentang satwa terrestrial, dan dibutuhkan informasi yang mendalam berdasarkan biota lain serta tumbuhan. Penelitian mengenai tumbuhan dari Sulawesi, khususnya dari Gunung Gandang Dewata masih sangat terbatas. Informasi terakhir diperoleh dari koleksi tumbuhan yang dilakukan oleh C.M. Froideville tahun 1939, Koleksi tumbuhan lain diperoleh berdasarkan ekspedisi yang terdahulu (1913-1915) dilakukan oleh Frits dan Paul Sarasin.

Terkait dengan fakta-fakta di atas agaknya ekspedisi dengan melibatkan lebih banyak ahli dengan bidang kekhususan pada taksa tertentu dirasakan sangat perlu dan mendesak terlebih lagi bila mempertimbangkan laju kerusakan hutan di Gunung Gandang Dewata baik karena penebangan hutan maupun meluasnya area perkebunan dan pertambangan. Semua itu dapat pula ditafsirkan lebih lanjut sebagai tingginya tekanan terhadap ekosistem alami Gunung Gandang Dewata yang dikhawatirkan akan berdampak buruk terhadap keanekaragaman hayati (*bioresources*) pulau Sulawesi.

Oleh karena itu diperlukan kegiatan ekspedisi *bioresources*. Ekspedisi *Bioresources* LIPI 2016 ke Gunung Gandang Dewata Mamasa Sulawesi Barat merupakan salah satu kegiatan prioritas kedeputian Ilmu Pengetahuan Hayati – LIPI dan merupakan kegiatan gabungan antara satuan kerja di LIPI, antara lain: Pusat Penelitian Biologi – LIPI, Biomaterial – LIPI, Bioteknologi – LIPI dan Kebun Raya – LIPI. Kebun Raya yang tergabung dalam ekspedisi ini adalah Kebun Raya Eka Karya Bali dan Kebun Raya Purwodadi.

Kebun raya didefinisikan sebagai kawasan konservasi tumbuhan secara *ex situ* yang memiliki koleksi tumbuhan terdokumentasi dan ditata berdasarkan pola klasifikasi taksonomi, bioregion, tematik atau kombinasi dari pola-pola tersebut untuk tujuan kegiatan konservasi, penelitian, pendidikan, wisata, dan jasa lingkungan (Perpres 93/2011). Karakteristik utama suatu kebun raya adalah tersedianya koleksi tumbuhan yang terdokumentasi, dilengkapi dengan biji dan herbarium sebagai koleksi penunjang (Irawanto, 2011). Koleksi tumbuhan kebun raya dicatat pada bagian registrasi agar menjadi jelas asal-usul tumbuhan tersebut (Yuzammi, dkk. 2006).

Melalui kegiatan ekspedisi, Kebun Raya Purwodadi berperan dalam upaya konservasi

tumbuhan asli Indonesia. Kegiatan eksplorasi dan pengkoleksian tumbuhan ini selain bertujuan konservasi untuk menyelamatkan tumbuhan dari kepunahan, juga sekaligus melakukan penelitian keanekaragaman tumbuhan di kawasan tersebut. Apabila semakin sering kegiatan ekspedisi tumbuhan dilakukan, maka akan semakin banyak tumbuhan asli Indonesia yang dapat dikoleksi, diselamatkan, dan dilestarikan di kebun raya. Keberadaan tumbuhan koleksi selanjutnya dapat dimanfaatkan dan dikembangkan untuk tujuan penelitian, pendidikan dan budidayanya.

Kebun Raya Purwodadi (KRP) memiliki tugas melakukan konservasi tumbuhan, termasuk inventarisasi, eksplorasi, penanaman koleksi dan pemeliharaan tumbuhan yang memiliki nilai ilmu pengetahuan dan berpotensi dikonservasi (Asikin dan Soejono, 2006). Tumbuhan yang sudah ditanam dan menjadi koleksi di KRP saat ini sejumlah 11.748 spesimen, 1.925 jenis, 928 marga dan 175 suku (Lestari dkk., 2012). Oleh karena itu bila KRP tergabung dalam ekspedisi *bioresources* akan dapat menambah jumlah koleksi tumbuhan di KRP. maka diperlukan kegiatan ekspedisi *bioresources*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman hayati dan memaparkan koleksi KRP hasil ekspedisi *bioresources*, khususnya tumbuhan di Gunung Gandang Dewata, Kabupaten Mamasa, Provinsi Sulawesi Barat.

METODE

Kegiatan ekspedisi *bioresources* LIPI tahun 2016 dilakukan selama 20 hari (15 April s/d 4 Mei 2016) berlokasi di Gunung Gandang Dewata, Kabupaten Mamasa Provinsi Sulawesi Barat, seperti dapat dilihat pada Gambar 1. Metode yang dilakukan berupa eksploratif deskriptif, dimana tim ekspedisi melakukan pengkoleksian tumbuhan yang ditemukan didalam kawasan Gunung Gandang Dewata.



Gambar 1. Lokasi Ekspedisi *Bioresources* di Gunung Gandang Dewata Kab Mamasa Prov Sulbar.

Lokasi yang dijadikan *base camp* selama tiga minggu ekspedisi ini terletak di dekat Sungai Tetean (*GPS coordinate: S 02052.845'; E 119022.956', 1658 mdpl*), kurang lebih 100 m dari Air Terjun Tetean. Untuk menuju lokasi, perjalanan pendakian dari rumah terakhir / terujung di Desa Tondok Bakaru kurang lebih 4 jam, dengan jalur pendakian yang terjal, dan pada beberapa bagian merupakan pendakian yang panjang dan melelahkan. Beberapa lokasi pengkoleksian tumbuhan atau *site sampling* yang telah ditentukan yaitu disekitar *base camp* sampai dengan air terjun, Pos 1, area antara Pos 1 dan Pos 2 (*GPS Coordinate: S 02087085, E 119038316, 2084 mdpl*), dan Pos 3 (*GPS coordinate: S 02084543, E 11903836, 2567 mdpl*).

Koleksi tumbuhan secara umum difokuskan pada kelompok tumbuhan tinggi (Angiosperm) dan tumbuhan paku (Pteridofita) yang secara perawakan fertil memiliki organ vegetatif dan generatif. Pengkoleksian dilakukan dengan penjelajahan di sepanjang jalan pendakian menuju puncak Gunung Gandang Dewata dari Pos 1 sampai dengan Pos 3. Selain di sepanjang jalan juga dilakukan koleksi tumbuhan sekitar Sungai Tetean sampai Air Terjun serta wilayah hutan sekitar *Base Camp*. Koleksi tumbuhan yang di ambil meliputi bagian ranting dengan kelengkapan organ vegetatif (batang dan daun) dan juga organ generatif (bunga dan buah). Ranting yang dikoleksi dipreservasi dalam kertas koran serta disiram dengan larutan alkohol sebagai bahan koleksi herbarium. Selain herbarium juga dilakukan preservasi koleksi basah dengan menyimpan koleksi dalam botol koleksi dengan ditambahkan larutan alkohol 70%. Selain itu beberapa tumbuhan prioritas juga dilakukan penanganan koleksi hidup yang nantinya akan ditanam di Kebun Raya - LIPI.

Kemudian data hasil koleksi tumbuhan yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel, sedangkan hasil eksplorasi berupa jalur dapat digambarkan dalam bentuk gambar peta menggunakan Mapsource maupun Google Earth atau Quantum GIS. Informasi mengenai ekspedisi bioresources dapat disajikan dalam bentuk tabel, gambar dan uraian.

HASIL

Ekspedisi di Gunung Gandang Dewata

Ekspedisi bioresources dilakukan di Provinsi Sulawesi Barat pada wilayah hutan yang berstatus hutan lindung ataupun hutan kawasan konservasi, yaitu Gunung Gandang Dewata, Kabupaten Mamasa. Pemilihan lokasi ekspedisi didasarkan pada

pertimbangan berbagai aspek. Gunung Gandang Dewata dipilih karena merupakan gunung tertinggi kedua di Pulau Sulawesi yang memiliki tingkat diversitas khas. Sulawesi Barat dipilih karena termasuk salah satu propinsi termuda yang diresmikan sejak tahun 2004, sangat strategis dengan sumber daya alam yang melimpah, namun belum didukung data yang cukup.

Gunung Gandang Dewata secara administratif berada di wilayah Kabupaten Mamasa. Kab. Mamasa memiliki luas 3005,88 km² yang terbagi dalam 17 Kecamatan, 13 kelurahan, 125 desa definitif dan 39 desa persiapan. Kab. Mamasa terletak di antara **2039'216"-3019'288" Lintang Selatan dan 11900'216"-119038'144" Bujur Timur. Dengan batas wilayah** sebelah utara: Kecamatan Kalumpang dan Kalukku, Kabupaten Mamuju. Sebelah Selatan: Kecamatan Polewali, Matanga, Wonomulyo, Tutallu, dan Polewali Mandar. Sebelah Barat: Kecamatan Mamuju dan Tapalang Kabupaten Mamuju serta Kecamatan Malunda Kabupaten Majene. Sebelah Timur: Kabupaten Tana Toraja dan Pinrang Provinsi Sulawesi Selatan.

Ada 2 alternatif yang dapat ditempuh ke Kota Mamasa, yaitu melalui jalur transportasi darat dan transportasi udara dengan Bandar Udara di Kecamatan Sumarorong. Pada jalur darat jika kondisi jalan baik dan normal, dapat ditempuh kurang lebih 8 jam, namun pada ekspedisi ini kondisi jalan rusak berat. Banyak yang belum diaspal dan berlubang besar membentuk kubangan dengan tanah longsor di sepanjang jalan menuju Kota Mamasa, sehingga perjalanan ditempuh kurang lebih 12 jam dari Kota Makassar.

Lokasi yang dipilih juga dilandasi oleh pertimbangan ilmiah dan aspek teknis seperti kemampuan logistik dan daerahnya masih terjangkau dalam kurun waktu empat minggu. Ekspedisi fokus pada Sulawesi Barat, khususnya Gunung Gandang Dewata karena data dan informasi mengenai flora dan faunanya belum terkaji secara maksimal. Selain itu keanekaragaman hayati pada dataran tinggi (di atas 1200 mdpl) di wilayah ini memiliki keanekaragaman yang khas dan tingkat keterancaman yang tinggi akibat penebangan liar pada kawasan, baik yang telah masuk dalam kawasan konservasi maupun yang belum masuk dalam kawasan konservasi serta eksploitasi hutan dari pembukaan lahan untuk pertambangan.

Keanekaragaman Tumbuhan di Gunung Gandang Dewata

Pengungkapan keragaman tumbuhan oleh Puslit Biologi dan Kebun Raya LIPI menghasilkan koleksi

tumbuhan sebanyak 149 nomor koleksi dengan perkiraan 104 jenis pada kisaran ketinggian dari 1500 m sampai dengan 2680 m di atas permukaan laut. Terdapat tiga vegetasi hutan pegunungan dalam kisaran ketinggian ini, meliputi vegetasi *Sub Montana*, *Montana* dan *Sub Alpin*.

Berdasarkan koleksi tumbuhan yang diperoleh dalam ekspedisi ini diduga sebagian besar jenisnya merupakan jenis-jenis yang endemik terdapat hanya di Sulawesi. Puslit Biologi menduga sejumlah koleksi yang diperoleh merupakan jenis baru yang belum pernah dideskripsikan sebelumnya. Sebagai contoh, tumbuhan dari suku Melastomataceae yang diperoleh dari marga *Medinilla*, *Sonerila*, *Astronia*, *Dissochaeta*, *Melastoma*, dan *Creochiton*. Terdapat 2 jenis dari *Medinilla* dan *Sonerila* yang sejauh ini diduga merupakan jenis baru. Sebagian besar dari suku ini juga diketahui endemik hanya terdapat di Sulawesi. Dari suku Gesneriaceae diperoleh beberapa jenis dari marga *Aeschynanthus*, *Agalmyla*, dan *Cyrtandra*. Keseluruhan jenis dari suku tersebut dipastikan endemik hanya dijumpai di Sulawesi dan tidak ada di pulau lain. Satu jenis dari marga *Cyrtandra* diduga merupakan jenis baru. Selain suku-suku tersebut terdapat juga jenis-jenis endemik dari marga *Ficus*. Pada kegiatan pengkoleksian di wilayah zonasi *Sub Alpin*, sangat umum dijumpai jenis-jenis tumbuhan dari suku Ericaceae seperti dari marga *Diplycosia*, *Gaultheria*, *Rhododendron*, dan *Vaccinium*.

Beberapa tumbuhan dari kelompok monokotil telah dijumpai dari suku Arecaceae, Pandanaceae, Orchidaceae, Araceae, Poaceae dan Liliaceae. Salah satu kelompok tumbuhan yang juga memiliki keanekaragaman tertinggi di habitat pegunungan adalah paku-pakuan dan kerabatnya (Pteridofita).

Kekayaan jenis tertinggi di kelompok Pteridofita yang berada pada habitat basah dengan ketinggian 1000-2500 m dpl. Dalam ekspedisi ini ditemukan sekitar 123 jenis paku-pakuan dan telah diketahui satu jenis endemik Sulawesi yakni jenis *Cyathea sarasinorum*.

Beberapa suku tumbuhan yang dikoleksi memiliki potensi sebagai ornamental atau tanaman hias di antaranya berasal dari suku Araceae dan Begoniaceae. Beberapa jenis keanekaragaman tumbuhan dilokasi juga dikoleksi oleh tim dari Kebun Raya LIPI dan dijumpai pula tumbuhan potensi kayu, yaitu jenis kayu damar (*Agathis*). Selama kegiatan ekspedisi, KRP tidak hanya mengikuti tim Botani dan tim Ekologi dari Puslit Biologi LIPI saja, namun juga mengkoleksi material berupa anakan tumbuhan, ataupun berupa stek batang juga mengkoleksi buah dan biji tumbuhan bila ditemukan. Koleksi material tumbuhan tersebut selanjutnya dibawa untuk diaklimatisasi dalam pembibitan KRP untuk kemudian apabila beradaptasi dengan baik akan dijadikan tanaman koleksi KRP.

Material tumbuhan hidup yang dibawa ke KRP sejumlah 34 nomor, dengan nomor registrasi atau nomor akses P2016050016 sampai dengan P2016050049, seperti dapat dilihat pada Tabel 1. Tiga puluh empat nomor tumbuhan tersebut termasuk anggrek dan paku. Tiga puluh empat nomor yang masih teridentifikasi di tingkat marga dan suku sejumlah 15 marga dan 13 suku.

Tabel 1. Daftar tumbuhan hasil koleksi KRP pada Ekspedisi Gunung Gandang Dewata

No.	Nomor Akses	Kolektor	Nama Tumbuhan	Suku	Asal lokasi
1.	P2016050016	RY169	Paku1	Pteridopyta	Camp1
2.	P2016050017	RY 170	Citrandra	-	Camp1
3.	P2016050018	RY 171	Paku2	Pteridopyta	Camp1
4.	P2016050019	RY 172	Areca sp. (andulan)	Arecaceae	Camp1
5.	P2016050020	RY 173	Rotan	Arecaceae	Camp1
6.	P2016050021	RY 174	Pandan	Pandanaceae	Camp1
7.	P2016050022	RY 175	Curculigo sp.	-	Camp1
8.	P2016050023	RY 176	-	Clusiaceae	Camp1
9.	P2016050024	RY 177	Decidia sp.	-	Camp1
10.	P2016050025	RY 178	Zingiber1	Zingiberaceae	Camp1
11.	P2016050026	RY 179	Etlingera sp.	Zingiberaceae	Camp1
12.	P2016050027	RY 180	Hoya sp.	-	Camp1
13.	P2016050028	RY 181	Angrek1	Orchidaceae	Camp1
14.	P2016050029	RY 182	Bambu	Poaceae	Camp1
15.	P2016050030	RY 183	Pandan	Pandanaceae	Camp1
16.	P2016050031	RY 184	Araceae1	Araceae	Camp1

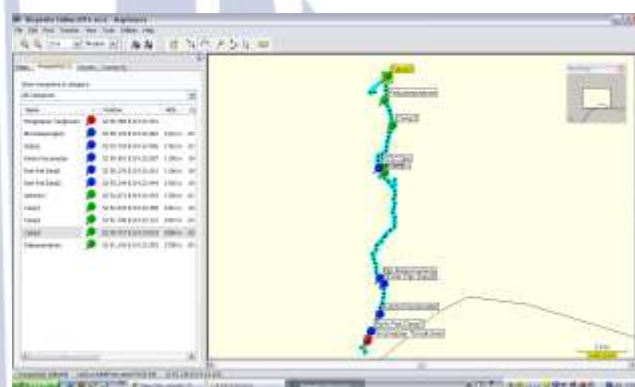
No.	Nomor Akses	Kolektor	Nama Tumbuhan	Suku	Asal lokasi
17.	P2016050032	RY 185	Areca sp. (andulan)	Arecaceae	Camp1
18.	P2016050033	RY 186	Araceae2	Araceae	Camp1
19.	P2016050034	RY 187	Zingiber2	Zingiberaceae	Camp1
20.	P2016050035	RY 188	Perdu	-	Camp1
21.	P2016050036	RY 189	-	Cletraceae	Camp1
22.	P2016050037	RY 190	-	Moraceae	Camp1
23.	P2016050038	RY 191	Angrek2	Orchidaceae	Camp1
24.	P2016050039	RY 192	Angrek3	Orchidaceae	Camp1
25.	P2016050040	RY 193	Impatien1	-	Camp1
26.	P2016050041	RY 194	-	Thymelaceae	Camp1
27.	P2016050042	RY 195	Araceae3	Araceae	Camp1
28.	P2016050043	RY 196	-	Clusiaceae	Camp1
29.	P2016050044	RY 197	Syzygium sp,	Myrtaceae	Camp1
30.	P2016050045	RY 198	Impatien2	-	Camp1
31.	P2016050046	RY 199	-	Euphorbiaceae	Camp1
32.	P2016050047	RY 200	Biji besar	-	Camp1
33.	P2016050048	RY 201	Biji sedang	-	Camp2
34.	P2016050049	RY 202	Biji kecil	-	Camp3

Berdasarkan data registrasi KRP diketahui kawasan Gunung Gandang Dewata merupakan lokasi baru yang belum pernah dilakukan eksplorasi sebelumnya, sebaran kegiatan eksplorasi flora KRP di Sulawesi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran Lokasi Eksplorasi Kebun Raya Purwodadi di Pulau Sulawesi.

Sedangkan selama ekspedisi bioresources di Gunung Gandang Dewata, jalur pengkoleksian tumbuhan yang dilalui dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Jalur pengkoleksian tumbuhan selama Ekspedisi Bioresources.

PEMBAHASAN

Kawasan Gunung Gandang Dewata meliputi tiga vegetasi hutan pegunungan yaitu *Sub Montana*, *Montana* dan *Sub Alpin*. Zonasi submontana dengan ketinggian 1000-1500 m dpl ditandai dengan pohon yang lebih tinggi dan tidak begitu masif serta epifit dan liana yang melimpah seperti anggrek. Beberapa pohon seperti *Lithocarpus* (Fagaceae) dan *Castanopsis* (Fagaceae) terdapat dalam jumlah yang banyak. Jenis-jenis *Saurauia* (Actinidiaceae) dan *Syzygium* (Myrtaceae) juga banyak dijumpai. Selain itu, di zonasi submontana banyak ditemui *Coniferae* seperti *Podocarpus* (Podocarpaceae), *Dacrycarpus* (Podocarpaceae), *Dacrydium* (Podocarpaceae), *Phyllocladus* (Podocarpaceae) dan *Agathis* (Araucariaceae). Jenis-jenis *Coniferae* di hutan pegunungan Sulawesi antara lain *Phyllocladus hypophyllus*, *Dacrycarpus steupi*, *D. Imbricata*, *Dacrydiumnidulum*. Jenis *Agathis* yang ditemukan di Sulawesi adalah *Agathis dammara*

dengan tinggi mencapai 45-50 m dan diameter lebih dari 1,5 m.

Zonasi montana dengan ketinggian 1500-2400 m dpl ditandai dengan tajuk pohon yang lebih seragam, pohon-pohon menjadi lebih pendek, bengkok berbenjol-benjol, daun-daunnya kecil, relatif tebal, dan penuh dengan lumut. Suhu minimum dan cahaya merupakan faktor penting yang membentuk komunitas pada ketinggian. Jumlah jenis pohon, jumlah suku, basal area pohon, dan biomasa pohon menurun secara signifikan dengan meningkatnya ketinggian. Sementara itu, kerapatan pohon secara signifikan meningkat dengan meningkatnya ketinggian. Tumbuhan yang umum dijumpai pada zona montana adalah tumbuhan suku Ericaceae seperti *Rhododendron*, *Vaccinium*, dan *Gaultheria*. 24 jenis *Rhododendron* dikenal dari Sulawesi dan 19 di antaranya endemik.

Zonasi subalpin dengan ketinggian lebih dari 2400-3000 mdpl ditandai dengan pohon-pohon yang semakin kecil dan daun-daun yang semakin kecil, dengan dahan yang penuh dengan lumut kerak yang melimpah, namun tidak dijumpai anggrek. Pada zonasi hutan subalpin seringkali tidak berpohon, terdapat semak-semak dan rumput-rumput yang kaku. Tumbuhan yang dominan dizonasi hutan subalpin adalah *Leptospermum* dan *Decaspermum* serta beberapa dari Ericaceae yaitu *Vaccinium* dan *Rhododendron*. Banyak tumbuhan subalpin membentuk roset daun tepat di atas tanah (Whitten dkk., 1987).

Pada lokasi ekspedisi ditemukan perbedaan dominansi tumbuhan sejalan dengan perubahan ketinggian gunung. Suhu di dalam lokasi berkisar antara 18-22 °C, kelembaban antara 84-97% serta intensitas cahaya mulai dari 20-1220 Lux. Tumbuhan yang diperoleh sebanyak 149 nomor koleksi, dengan 104 jenis pada kisaran ketinggian dari 1500 - 2680 mdpl.

Kawasan hutan Gunung Gandang Dewata menyimpan keanekaragaman flora yang tinggi dengan beberapa jenis tumbuhan yang baru diketahui dalam khasanah ilmu pengetahuan. Hasil kajian IUCN menunjukkan bahwa beberapa jenis merupakan tumbuhan yang terancam keberadaannya di alam. Dengan fakta di atas, perlindungan tumbuhan di habitat alaminya (konservasi *in situ*) menjadi sangat penting. Demikian juga dengan konservasi *ex situ*, diluar habitat alaminya. Ekspedisi ini juga menyimpan

tumbuhan di Kebun Raya LIPI sebagai usaha konservasi *ex situ*.

Nilai keanekaragaman sumber daya hayati pada tingkat genetik akan menjadi penting karena menjadi sumber gen yang membawa satu sifat tertentu. Kemajuan bidang bioteknologi diharapkan dapat meningkatkan nilai guna sumber daya genetik ini. Keragaman sumber daya genetik tidak ternilai harganya karena akan sangat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Sumber daya hayati dapat menjadi tetua dalam membuat kultivar baru tanaman, mengembangkan mikroorganisme baru yang diperlukan industri, atau mengembangkan ramuan baru untuk bahan obat.

Identifikasi terhadap sumber daya hayati perlu terus dilakukan dan diungkap, agar menambah data kekayaan hayati yang telah ada di Indonesia. Pengungkapan sumber daya hayati dapat dilakukan melalui kegiatan eksplorasi. Pengungkapan pemanfaatan sumber daya hayati pada masyarakat setempat juga perlu dilakukan. Dengan demikian akan terungkap pula manfaat baru dari suatu sumber daya hayati lokal yang termanfaatkan.

Keanekaragaman hayati (*bioresources*) ditambah dengan tindakan ekonomi (*economic activities*) merupakan wujud dari *bioprospecting*. Untuk itu, pengumpulan data tentang keanekaragaman hayati Gunung Gandang dewata dan sekitarnya sangat penting dan harus segera dilakukan sebagai langkah awal dan landasan yang kuat bagi tahapan berikutnya yaitu pemanfaatan *bioresources* tersebut (*bioprospecting*) sebelum semuanya terlambat. Terkumpulnya pengetahuan *bioprospecting* di Gunung Gandang dewata dan sekitarnya dapat digunakan sebagai rujukan yang akurat dan terpercaya dalam pengambilan kebijakan pembangunan berkelanjutan untuk kesejahteraan segenap penduduk Mamasa dan sekitarnya.

SIMPULAN

Puslit Biologi dan Kebun Raya LIPI telah menghasilkan koleksi tumbuhan sebanyak 149 nomor koleksi, sejumlah 104 jenis pada kisaran ketinggian dari 1500 - 2680 mdpl. Material tumbuhan hidup sejumlah 34 nomor dibawa ke Kebun Raya Purwodadi, dengan nomor akses P2016050016-P2016050049. Tiga puluh empat nomor tumbuhan tersebut termasuk anggrek dan paku. Tiga puluh empat nomor tersebut masih teridentifikasi di tingkat marga dan suku sejumlah 15 marga dan 13 suku.

DAFTAR PUSTAKA

- Irawanto, R., 2011. Koleksi Biji dan Herbarium Arecaceae di Kebun Raya Purwodadi. *Prosiding Seminar Green Technology 2*, UIN. Malang.
- Lestari, W., Matrani, Sulasmi, Trimanto, Fauziah, dan A.P. Fiqa, 2012. *An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in Purwodadi Botanic Garden*. Pasuruan: Purwodadi Botanic Garden.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 93 Tahun 2011 tentang Kebun Raya.
- Tim IPH, 2016, Sulawesi Barat : Flora, Fauna dan Mikroorganisme Gandang Dewata, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Whitten, A.J., Mustafa, M., dan Herderson, G.S., 1987. *Ekologi Sulawesi*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Yuzammi, Sutrisno, dan Sugiarti, 2006, *Manual Pembangunan Kebun Raya*, Kebun Raya Bogor – LIPI, Bogor.



Pengaruh Kondisi Media Fermentasi terhadap Kemampuan Kapang Endofit Bo.Ci.Cl.A3 dalam Menghambat Polimerisasi Hem

Eris Septiana¹, Partomuan Simanjuntak^{1,2}

¹Puslit Bioteknologi LIPI, JL. Raya Bogor km 46 Cibinong, Bogor, Jawa Barat, 16911

²Fakultas Farmasi, Universitas Pancasila, JL. Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan, 12640

* e-mail: septiana.eris@gmail.com

ABSTRAK

Kunyit merupakan salah satu tanaman obat tradisional yang mempunyai kemampuan sebagai antimalaria. Kemampuan antimalaria juga ditemukan pada kapang endofit yang hidup di dalam jaringan tanaman kunyit. Kapang endofit Bo.Ci.Cl.A3 merupakan kapang endofit yang diisolasi dari bagian akar tanaman kunyit. Kapang ini mempunyai kemampuan sebagai antimalaria dengan cara menghambat polimerisasi hem. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penambahan sumber karbon, nitrogen, dan kondisi pH awal yang berbeda terhadap kemampuan penghambatan polimerisasi hem. Media fermentasi basal yang digunakan ialah Czapek Dox Broth. Sumber karbon dan nitrogen yang digunakan masing-masing ialah pati, sukrosa, dan glukosa serta NaNO_3 , NH_4NO_3 , dan ekstrak khamir. Sedangkan variasi pH awal yang digunakan ialah 5, 7, dan 9. Pengujian antimalaria secara *in vitro* yang digunakan ialah metode penghambatan polimerisasi hem. Penggunaan sumber karbon glukosa meningkatkan aktivitas, sedangkan pati justru menghilangkan aktivitas penghambatan polimerisasi hem. Penggunaan sumber nitrogen ekstrak khamir dan NH_4NO_3 meningkatkan aktivitas penghambatan polimerisasi hem. Kondisi pH awal pH 5 meningkatkan aktivitas, sedangkan pH 9 justru menghilangkan aktivitas penghambatan polimerisasi hem. Oleh karena itu kapang endofit Bo.Ci.Cl.A3 mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder sebagai penghambat polimerisasi hem pada kondisi media yang mengandung sumber karbon glukosa dan sukrosa, sumber nitrogen ekstrak khamir, NH_4NO_3 , dan NaNO_3 , serta pH awal 5 dan 7 pada media fermentasi basal Czapek Dox Broth

Kata Kunci: kapang endofit; media fermentasi; polimerisasi hem

PENDAHULUAN

Penyakit malaria masih merupakan penyebab utama kematian di sebagian besar wilayah dunia dengan hampir separuh populasi beresiko terjangkit. Sekitar 500 juta kasus malaria telah dilaporkan dan lebih dari 1 juta orang meninggal tiap tahunnya di seluruh dunia (Murray et al., 2012). Penyakit ini disebabkan oleh parasit *Plasmodium* yang masuk ke dalam tubuh inang melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina. Parasit selanjutnya akan meyerang sel darah merah inangnya dan memecah hemoglobin sebagai sumber senyawa yang dibutuhkan selama fase hidupnya. Proses pemecahan hemoglobin ini terjadi dalam vakuola makanan parasit yang bersifat asam. Hasil dari pemecahan hemoglobin ialah berupa globin sebagai sumber asam amino parasit dan hem bebas sebagai hasil sampingnya. Hem bebas ini bersifat toksik bagi parasit maupun inang, sehingga untuk mempertahankan hidupnya parasit akan mengubah

hem bebas menjadi senyawa hemozoin yang tidak toksik (Huy et al., 2007).

Pencarian antimalaria baru yang lebih efektif perlu dicari kembali mengingat adanya penyebaran malaria yang lebih cepat dan luas, terutama malaria yang resisten terhadap obat antimalaria golongan kuinolon (Huy et al., 2007). Bahkan, baru-baru ini telah dilaporkan bahwa parasit malaria mulai resisten terhadap obat antimalaria baru yang sedang digunakan saat ini yaitu artemisinin (Jiazong et al., 2013). Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk mencari bahan obat baru salah satunya dari sumber mikroba. Salah satu sumber potensial antimalaria ialah mikroba endofit. Mikroba endofit merupakan mikroba termasuk kapang, maupun bakteri yang hidup dalam jaringan tanaman inangnya, tidak menunjukkan gejala penyakit, serta membentuk simbiosis mutualisme (Dai et al., 2008). Kapang endofit merupakan mikroba endofit yang banyak dimanfaatkan untuk mendapatkan senyawa aktif. Hal ini karena kapang endofit dapat

menghasilkan senyawa aktif yang mirip dan memiliki aktivitas biologis yang sama dengan tanaman inangnya. Salah satu kapang endofit yang digunakan sebagai antimalaria ialah kapang endofit yang diisolasi dari tanaman *Artemisia annua* yang menghasilkan senyawa steroid yang aktif sebagai antimalaria (Wahyono et al., 2010).

Kapang endofit isolat Bo.Ci.CI.A3 merupakan kapang endofit yang berhasil diisolasi dari bagian akar tanaman kunyit asal Bogor. Isolat kapang endofit Bo.Ci.CI.A3 merupakan isolat yang memiliki aktivitas antibakteri dan antioksidan pada penelitian sebelumnya (Septiana & Simanjuntak, 2015). Kapang endofit memiliki potensi yang besar sebagai sumber bahan obat, sehingga perlu dicari media fermentasi yang efektif dalam menghasilkan senyawa metabolit sekunder. Media fermentasi berperan penting dalam kehidupan mikroorganisme untuk menghasilkan senyawa metabolit primer maupun sekunder (Chisti & Moo-Young, 1994). Media yang baik ialah media yang dapat mendukung kehidupan mikroorganisme baik untuk memperbanyak diri maupun menghasilkan metabolit sekunder sebagai pertahanan diri (Harvey & McNeil, 2008).

Upaya untuk meningkatkan kemampuan suatu mikroorganisme untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder dapat dilakukan dengan cara optimasi media, baik kondisi fisik maupun kimia saat fermentasi berlangsung (Llorens et al., 2004). Pada penelitian pendahuluan diketahui bahwa fermentasi kapang endofit Bo.Ci.CI.A3 pada media Czapek Dox Broth mempunyai kemampuan dalam menghambat polimerisasi hem. Oleh karena itu, penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sumber karbon, nitrogen, dan pH awal yang berbeda dengan media basal Czapek Dox Broth terhadap kemampuan kapang endofit dalam menghasilkan senyawa antimalaria dengan metode penghambatan polimerisasi hem.

METODE

Bahan dan alat

Kapang endofit yang digunakan dalam penelitian ini ialah isolat dengan kode Bo.Ci.CI.A3 yang diisolasi dari akar tanaman kunyit asal Bogor, *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Czapek Dox Broth* (sukrosa 30 g; sodium nitrat 3 g; dipotasium pospat 1 g; magnesium sulfat 0,5 g; potasium klorida 0,5 g; besi sulfat 0,01 g; akuades 1 L; pH 7,3), glukosa, pati larut air, NH_4NO_3 , ekstrak khamir, HCl, NaOH, Hematin, asam asetat glasial, DMSO, akuades, etil

asetat, klorokuin. Alat yang digunakan antara lain pelubang gabus, *shaker*, corong Buchner, corong pisah, oven, *rotary vacuum evaporator* (rotavapor), *Laminar Air Flow* (LAF), neraca digital, pH meter, sentrifugator mikro, tabung mikro 1.5 mL, mikropipet, *microplate 96 wells*, *microplate reader*, dan alat gelas lainnya.

Fermentasi dan ekstraksi

Kapang endofit diregenerasi pada media PDA dan diinkubasi pada suhu kamar selama 7 hari. Miselium kapang umur 7 hari kemudian dilubangi dengan pelubang gabus steril dengan diameter 6 mm sebanyak 2 buah dan difermentasi dalam 100 mL media *Czapek Dox Broth* (CDB) sebagai media dasar. Fermentasi dilakukan selama 22 hari dan dilakukan pemanenan setiap 2 hari, ditimbang bobot kering biomasnya untuk mendapatkan kurva pertumbuhan kapang endofit. Media fermentasi yang digunakan untuk mengetahui pengaruh sumber karbon, nitrogen, dan pH awal yang berbeda ialah sebanyak 6 macam yaitu media 1 (mengganti sukrosa pada media CDB dengan glukosa), media 2 (mengganti sukrosa pada media CDB dengan pati larut air), media 3 (mengganti NaNO_3 pada media CDB dengan NH_4NO_3), media 4 (mengganti NaNO_3 pada media CDB dengan ekstrak khamir), media 5 (media CDB pada pH 5), dan media 6 (media CDB pada pH 9). Seluruh bahan pengganti mempunyai kadar yang sama dengan bahan asal pada media basal. Kapang endofit difermentasi pada masing-masing media sebanyak 100 mL, diinkubasi pada suhu kamar selama 14 hari dengan kecepatan agitasi 120 rpm. Seluruh kapang hasil fermentasi kemudian dipisahkan filtrat dan biomasnya. Filtrat diekstraksi dengan etil asetat (1:1) sebanyak 3 kali, kemudian dipekatkan dengan rotavapor untuk mendapatkan ekstrak etil asetat filtrat.

Uji aktivitas penghambatan polimerisasi hem

Uji aktivitas antimalaria secara *in vitro* dilakukan mengikuti metode penghambatan polimerisasi hem (Basilico et al., 1998). Sebanyak 100 μL larutan hematin 1 mM dalam larutan natrium hidroksida 0,2 M dengan seri konsentrasi mulai 250 sampai 3,9 μM (1:2) dimasukkan ke dalam lubang *microplate 96 wells* dan dibaca serapannya pada panjang gelombang 405 nm menggunakan *microplate reader* untuk membuat kurva baku hematin. Untuk pengujian penghambatan polimerisasi hem, sebanyak 100 μL larutan hematin 1 mM dalam larutan natrium hidroksida 0,2 M dimasukkan dalam tabung mikro 1.5 mL, kemudian ditambahkan 50 μL ekstrak uji dengan konsentrasi 5 mg/mL. Untuk memulai reaksi polimerisasi hem, ditambahkan 50 μL

asam asetat glasial dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C. Sebagai kontrol negatif adalah akuades. Setelah inkubasi berakhir, tabung mikro disentrifugasi dengan kecepatan 8000 rpm selama 10 menit. Supernatan dibuang dan endapan dicuci dengan 200 µL larutan DMSO sebanyak 4 kali dengan masing-masing pencucian disentrifugasi dengan kecepatan 8000 rpm selama 10 menit. Endapan setelah pencucian kemudian dilarutkan dalam 200 µL natrium hidroksida 0,1 M. Sebanyak 100 µL larutan dimasukkan ke dalam lubang *microplate 96 wells* dan dibaca serapannya pada panjang gelombang 405 nm menggunakan *microplate reader*. Seluruh perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Persen penghambatan dihitung berdasarkan persamaan (1).

$$\% \text{ Penghambatan} = (A - B) / A \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: A = kadar hematin kontrol negatif akuades
 B = kadar hematin ekstrak uji

HASIL

Senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh kapang endofit erat kaitannya dengan fase pertumbuhannya. Fase pertumbuhan kapang endofit dapat dilihat dari data kurva pertumbuhan yang telah dibuat. Data kurva pertumbuhan kapang endofit pada media fermentasi CDB bertujuan untuk mengetahui fase stasioner yang terbentuk guna mendapatkan metabolit sekunder pada saat ekstraksi. Kurva pertumbuhan yang dibuat menunjukkan bahwa selama 22 hari fermentasi, kapang endofit mengalami beberapa fase pertumbuhan. Fase pertumbuhan awal terjadi di hari ke-0 sampai ke-2 atau disebut fase *lag*. Fase selanjutnya ialah fase log atau pertumbuhan sel yang tinggi yang terjadi pada hari ke-2 sampai ke-14. Fase ketiga disebut fase stasioner yang ditandai oleh pertumbuhan yang relatif tetap dan terjadi di hari ke-14 sampai ke-16. Fase terakhir ialah fase kematian sel yang terjadi mulai hari ke-16 sampai ke-22 (gambar 1).



Gambar1. Kurva pertumbuhan kapang endofit Bo.Ci.Ci.A3 pada media CDB selama 22 hari pada suhu kamar

Pengaruh kondisi media fermentasi yang dilakukan pada penelitian ini ialah dengan variasi sumber karbon, nitrogen, dan pH awal yang berbeda. Media *Czapek Dox Broth* (CDB) digunakan sebagai media basal. Sumber karbon pada media CDB ialah sukrosa, sedangkan pada media 1 dan 2 berturut-turut diganti dengan glukosa dan pati larut air. Sumber nitrogen pada media CDB ialah NaNO₃, sedangkan pada media 3 dan 4 masing-masing diganti dengan NH₄NO₃ dan ekstrak khamir. Tingkat keasaman pada media CDB sekitar 7,3 dan pada media 5 dan 6 masing-masing diubah pH nya menjadi 5 dan 9. Dari hasil fermentasi didapatkan bahwa bobot ekstrak etil asetat filtrat kapang endofit Bo.Ci.Ci.A3 terendah yaitu media 2 dan tertinggi yaitu pada media 1 (Tabel 1). Hasil yang didapat dari tabel 1 dipergunakan untuk acuan pembuatan konsentrasi ekstrak yang akan diuji. Ekstrak hasil fermentasi media 2 merupakan yang terendah sehingga seluruh ekstrak dibuat konsentrasi yang seragam sebesar 5 mg/mL.

Tabel 1. Bobot ekstrak etil asetat filtrat kapang endofit Bo.Ci.Ci.A3 per 100 mL media

No.	Jenis media	Bobot ekstrak (mg)
1	Czapek Dox Broth	5,5
2	Media 1	28,5
3	Media 2	5,0
4	Media 3	6,5
5	Media 4	20,0
6	Media 5	5,5
7	Media 6	12,5

Hasil uji seluruh ekstrak menunjukkan bahwa terdapat 5 ekstrak yang menunjukkan hasil positif dan 2 ekstrak yang memberikan hasil negatif (Gambar 2). Lima ekstrak positif mempunyai kemampuan dalam menghambat polimerisasi hem dengan ekstrak yang berasal dari media fermentasi 4 menunjukkan penghambatan tertinggi yaitu sebesar 38,93 %. Kelima ekstrak dengan aktivitas positif yang berasal dari media fermentasi yang berbeda termasuk juga media basal CDB. Dalam grafik juga terlihat bahwa pengaruh penggantian sumber karbon dari sukrosa sebagai komponen media basal menjadi glukosa dapat meningkatkan kemampuan aktivitas penghambatan polimerisasi hem kapang endofit Bo.Ci.Ci.A3. Hal serupa tidak dijumpai pada penggunaan pati sebagai sumber karbon pengganti yang justru menghilangkan kemampuan kapang endofit dalam menghambat polimerisasi hem.



Gambar 2. Penghambatan polimerisasi hem ekstrak etil asetat filtrat kapang endofit *Bo.Ci.Ci.A3* pada media yang berbeda

Pengaruh penggantian sumber nitrogen dari NaNO_3 sebagai komponen media basal menjadi NH_4NO_3 dan ekstrak khamir masing-masing dapat meningkatkan kemampuan aktivitas penghambatan polimerisasi hem kapang endofit *Bo.Ci.Ci.A3*. Tingkat keasaman awal media yang semula berkisar 7,3 diubah menjadi pH 5 memberikan pengaruh positif yaitu dapat meningkatkan kemampuan aktivitas penghambatan polimerisasi hem kapang endofit *Bo.Ci.Ci.A3*. Hal serupa tidak dijumpai pada perubahan pH awal fermentasi menjadi pada pH 9 yang justru menghilangkan kemampuan kapang endofit dalam menghambat polimerisasi hem.

PEMBAHASAN

Proses fermentasi yang dilakukan dengan metode fermentasi goyang yang bertujuan agar aerasi dan agitasi dapat terjaga. Aerasi dibutuhkan untuk mensuplai oksigen kapang endofit sedangkan agitasi atau pengadukan bertujuan untuk meningkatkan suplai oksigen dalam medium fermentasi, meningkatkan homogenitas suhu (Kumala & Pratiwi, 2014) serta mempertahankan homogenitas konsentrasi nutrisi (Wahyono et al., 2010). Lama waktu fermentasi selama 14 hari bertujuan untuk mendapatkan senyawa metabolit sekunder optimal. Hal ini dikarenakan pada hari ke-14 merupakan fase stasioner kapang endofit yang digunakan dalam penelitian ini. Pemanenan kapang endofit dilakukan pada saat fase pertumbuhan stasioner karena secara umum kapang akan menghasilkan senyawa metabolit sekunder pada fase pertumbuhan stasioner (Basha et al., 2012).

Ekstraksi hanya dilakukan pada fase filtrat saja dan tidak pada fase miselia atau biomassa kapang endofitnya. Hal ini bertujuan hanya untuk mendapatkan senyawa metabolit sekunder bukan metabolit primernya. Senyawa metabolit sekunder akan dikeluarkan ke dalam media fermentasi, oleh karena itu di dalam filtrat banyak mengandung senyawa metabolit sekunder dibandingkan di dalam miselia atau biomassa kapang endofit (Theantana et al., 2007). Penggunaan pelarut etil asetat bertujuan untuk menarik senyawa yang bersifat polar maupun sedikit non polar karena etil asetat bersifat semipolar. Selain itu etil asetat lebih mudah digunakan karena etil asetat dan media yang berupa air lebih mudah dibedakan untuk dipisahkan.

Pengujian antimalaria dilakukan secara *in vitro* dengan metode penghambatan polimerisasi hem. Pengujian aktivitas antimalaria dengan metode penghambatan polimerisasi hem ini merupakan salah satu metode *in vitro* tanpa menggunakan parasit *Plasmodium*. Metode penghambatan polimerisasi hem merupakan metode yang mudah dan cukup akurat untuk mengetahui kemampuan suatu bahan uji sebagai antimalaria. Mekanisme yang terjadi pada aktivitas penghambatan polimerisasi hem ialah terjadinya interaksi antara senyawa uji dengan system elektrolit hem dan atau gugus hidroksil dalam bahan uji yang berikatan dengan ion besi hem (Basilico et al., 1998).

Secara alamiah, parasit akan masuk ke dalam sel darah merah inangnya. Di dalam sel darah merah, parasit *Plasmodium* akan memecah hemoglobin menjadi hem bebas dan asam-asam amino sebagai bahan pembangun sel parasit. Hasil samping berupa hem bebas tersebut bersifat toksik bagi parasit maupun sel inang (Huy et al., 2007). Untuk menghindari hal tersebut, parasit akan mengubah hem bebas menjadi hemozoin yang tidak toksik atau yang lebih dikenal sebagai pigmen khas malaria melalui proses polimerisasi. Penggunaan bahan hematin pada penelitian ini dikarenakan hematin merupakan senyawa sintesis analog dari senyawa hemozoin (Wood et al., 2003). Penambahan asam asetat glasial bertujuan untuk menyamai tingkat keasaman vakuola makanan parasit yang berada pada kisaran pH 5, sehingga mendekati keadaan alaminya (Wahyono et al., 2010). Pencucian menggunakan larutan DMSO dimaksudkan untuk menghilangkan sisa-sisa hematin yang masih **bercampur dengan kristal β -hematin** yang tidak larut dalam larutan pencuci DMSO (Basilico et al., 1998).

Penggunaan media dasar CDB dikarenakan media tersebut merupakan media yang paling cocok untuk menghasilkan senyawa antimalaria dari kapang endofit dengan nilai penghambatan pertumbuhan *Plasmodium* sebesar 100% (Martinez-Luis et al., 2011). Karbohidrat merupakan senyawa struktural dan penyimpanan di dalam sel kapang dan berperan penting dalam pertumbuhan maupun juga dalam produksi senyawa metabolit sekunder yang berguna (Abo-Elmag, 2014). Penelitian sebelumnya yang sejalan melaporkan bahwa keberadaan glukosa dalam medium fermentasi kapang endofit akan menghasilkan senyawa aktif yang dapat menghambat polimerisasi hem dibanding dengan media fermentasi yang mengandung sukrosa atau gula polisakarida (Purwantini et al., 2015). Sumber karbon kompleks berupa pati pada penelitian ini justru menghilangkan kemampuan ekstrak kapang endofit Bo.Ci.Cl.A3 dalam menghambat polimerisasi hem. Hal ini terjadi dapat disebabkan oleh karena media yang mengandung gula kompleks lebih sulit dimetabolisme oleh kapang yang berakibat pada terhambatnya biosintesis senyawa aktifnya (Purwantini et al., 2015).

Seperti halnya sumber karbon, sumber nitrogen juga sangat penting pengaruhnya bagi pertumbuhan kapang. Nitrogen merupakan unsur utama dalam pembangunan sel maupun dalam menghasilkan senyawa metabolit sekunder. Secara umum media **Czapek Dox's Broth merupakan media dengan komposisi sukrosa sebagai sumber karbon dan NO₃ sebagai sumber nitrogen.** Penggantian sumber nitrogen NaNO₃ pada media basal CDB dengan ekstrak khamir dan NH₄NO₃ dapat meningkatkan aktivitas penghambatan polimerisasi hem. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan media fermentasi yang mengandung sumber nitrogen ekstrak khamir untuk mendapatkan senyawa metabolit sekunder sebagai antimalaria dari kapang endofit asal mangrove (Calcul et al., 2013).

Faktor ketiga yang diteliti ialah pengaruh kondisi pH awal media fermentasi. Nilai pH awal fermentasi berpengaruh terhadap metabolit sekunder yang dihasilkan kapang. Secara umum kapang akan menghasilkan metabolit sekunder pada kisaran pH normal, dan tidak ditemukan senyawa bioaktif pada pH terlalu ekstrim (Miao et al., 2006). Oleh karena itu pada pH awal 9 ekstrak kapang endofit Bo.Ci.Cl.A3 kehilangan kemampuannya dalam menghambat polimerisasi hem. Hal ini dimungkinkan karena terjadinya produksi metabolit yang tertunda yang

disebabkan oleh terhambatnya pertumbuhan miselia atau karena produksi metabolit bioaktif yang menurun di bawah kondisi pH yang kurang sesuai (Abo-Elmag, 2014). Akan tetapi, pada penelitian ini kapang yang digunakan cenderung menghasilkan metabolit sekunder yang dapat meningkatkan aktivitas penghambatan polimerisasi hem pada pH 5. Hal ini terjadi karena kondisi kisaran pH asam yang tidak ekstrim masih dapat menghasilkan senyawa aktif. Kondisi pH berhubungan dengan karakteristik permeabilitas dari dinding sel dan membran tiap-tiap kapang sehingga berpengaruh terhadap pengambilan dan kehilangan ion pada media nutrisi pertumbuhannya (Arora & Chandra, 2010).

SIMPULAN

Pengaruh kondisi media fermentasi berupa penggantian sumber nitrogen, karbon, dan pH awal **pada media basal Czapek Dox's Broth dengan masing-masing secara berurutan berupa NH₄NO₃ dan ekstrak khamir, glukosa, dan kondisi pH 5 dapat meningkatkan kemampuan ekstrak kapang endofit Bo.Ci.Cl.A3 dalam menghambat polimerisasi hem.** Pengaruh penggantian sumber karbon dan pH awal fermentasi pada media basal dengan pati dan pH 9 menghilangkan aktivitas penghambatan polimerisasi hem ekstrak kapang endofit Bo.Ci.Cl.A3.

DAFTAR PUSTAKA

- Abo-Elmag HI. 2014. Evaluation and Optimization of Antioxidant Potentiality of *Chaetomium madrasense* AUMC 9376. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* Vol 12: 21-26.
- Arora DS, and Chandra P. 2010. Assay of Antioxidant Potential of Two *Aspergillus* Isolates by Different Methods Under Various Physio-Chemical Conditions. *Brazilian Journal of Microbiology* Vol. 41: 765-777.
- Basha NS, Ogbaghebriel A, Yemane K, and Zenebe M. 2012. Isolation and Screening of Endophytic Fungi from Eritrean Traditional Medicinal Plant *Terminalia brownie* Leaves for Antimicrobial Activity. *International Journal of Green Pharmacy* Vol. 6: 40-44.
- Basilico N, Pagani E, Monti D, Olliaro P, and Taramelli D. 1998. A Microtitre-Based Method for Measuring the Haem Polymerization Inhibitory Activity (HPIA) of Antimalarial Drugs. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* Vol. 42 (1): 55-60.
- Calcul L, Waterman C, Ma WS, Lebar MD, Harter C, Mutka T, Morton L, Maignan P, Olphen AV, Kyle DE,

- Vrijmoed L, Pang KL, Pearce C, and Baker BJ. 2013. Screening Mangrove Endophytic Fungi for Antimalarial Natural Products. *Marine Drugs* Vol. 11: 5036-5050.
- Chisti Y, and Moo-Young M. 1994. Clean-In-Place Systems Bioreactor: Design, Validation and Operation. *Journal of Industrial Microbiology* Vol. 13 (4): 201-207.
- Dai CC, Yu BY, and Li X. 2008. Screening of Endophytic Fungi that Promote the Growth of *Euphorbia pekinensis*. *African Journal of Biotechnology* Vol. 7 (19): 3505-3510.
- Harvey LM, and McNeil B. 2008. The Design and Preparation of Media for Bioprocesses, in Practical Fermentation Technology (eds. B McNeil and LM Harvey). John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. Doi: 10.1002/9780470725306.ch5.
- Huy NT, Uyen DT, Maeda A, Trang DTX, Oida T, Harada S, and Kamei K. 2007. Simple Colorimetric Inhibition Assay of Heme Crystallization for High-Throughput Screening of Antimalarial Compounds. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* Vol. 51 (1): 350-353.
- Jiazhong L, Li S, Bai C, Liu H, and Gramatica P. 2013. Structural Requirements of 3-carboxyl-4(1H)-quinolones as Potential Antimalarials from 2D and 3D QSAR Analysis. *Journal of Molecular Graphics and Modelling* Vol. 44: 266-277.
- Kumala S, and Pratiwi AP. 2014. Efek Antimikroba dari Kapang Endofit Ranting Tanaman Biduri. *Jurnal Farmasi Indonesia* Vol. 7 (2): 111-120.
- Llorens A, Matco R, Hinojo MJ, Logrieco A, and Jimenez M. 2004. Influence of the Interactions among Ecological Variables in the Characterization of Zearalenone Producing Isolates of *Fusarium* spp. *Systematic and Applied Microbiology* Vol. 27: 253-260.
- Martinez-Luiz S, Cherigo L, Higginbotham S, Arnold E, Spadafora C, Ibanez A, Gerwick WH, and Cubilla-Rios L. 2011. Screening and Evaluation of Antiparasitic and In Vitro Anticancer Activities of Panamanian Endophytic Fungi. *International Microbiology* Vol. 14: 95-102.
- Miao L, Kwong TFN, and Qian PY. 2006. Effect of Culture Condition on Mycelial Growth, Antibacterial Activity, and Metabolite Profiles of the Marine-Derived Fungus *Arthrinium* c.f. *saccharicola*. *Applied Microbiology and Biotechnology* Vol. 72: 1063-1073.
- Murray CJL, Rosenfeld LC, Lim SS, Andrews KG, Foreman KJ, Haring D, Fullman N, Naghavi M, Lozano R, and Lopez AD. 2012. Global Malaria Mortality Between 1980-2010: a Systematic Analysis. *Lancet* Vol. 379 (9814): 413-431.
- Purwantini I, Wahyono, Mustofa, and Susidarti RA. 2015. Pengaruh Media pada Pertumbuhan Fungi Endofit IP-2 dan Produksi Metabolit Aktif Inhibitor Polimerisasi Hem. *Traditional Medicine Journal* Vol. 20 (1): 51-56.
- Septiana E, and Simanjuntak P. 2015. Aktivitas Penghambatan Bakteri Pembentuk Histamin dan Antioksidan Kapang Endofit Kunyit Sebagai Pengawet Alami. *Biopropal Industri* Vol. 7 (1): 1-8.
- Theantana T, Hyde KD, and Lumyong S. 2007. Asparaginase Production by Endophytic Fungi Isolated from Some Thai Medicinal Plants. *KMITL Science and Technology Journal* Vol. 7 (1): 13-18.
- Wahyono, Pudjiono, and Widyati P. 2010. Uji Aktivitas Senyawa Antiplasmodium dari Fungi Endofit Tanaman *Artemisia annua* L. *Majalah Farmasi Indonesia* Vol. 21 (4): 230-235.
- Wood BR, Langford SJ, Cooke BM, Glenister FK, Lim J, and Mcnaughton D. 2003. Raman Imaging of Hemozoin Within the Food Vacuole of *Plasmodium falciparum* Trophozoites. *FEBS Letters* Vol. 554 (3): 247-252.

Pembuatan Yoghurt dari Berbagai Jenis Susu dengan “*Lactobacillus casei*”

Wahyu Nur Sulistyanto¹, Wira Nanda²

^{1,2}Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya
Jl. Ketintang, Surabaya

¹ e-mail: wahyunut@gmail.com

ABSTRAK

Yoghurt merupakan salah satu produk susu yang difermentasi oleh suatu jenis bakteri yang memiliki cita rasa spesifik. Cita rasa dan mutu susu fermentasi bergantung antara lain pada jenis bahan baku dan starternya. Semakin banyak kandungan yang dibutuhkan mikroorganisme pada bahan baku seperti: karbohidrat, protein, lemak maupun bahan organik lain maka semakin baik yoghurt yang dihasilkan. *Lactobacillus casei* digunakan sebagai starter karena merupakan galur unggul yang mudah dan cocok dikembangbiakkan dalam minuman susu serta mampu bertahan dari pengaruh asam lambung maupun cairan empedu sehingga dapat bertahan dan bermanfaat di dalam usus halus. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh berbagai jenis susu dalam pembuatan yoghurt dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus casei* terhadap warna, tekstur, bau dan ketebalan masing-masing lapisan dari yoghurt yang dihasilkan. Pada penelitian ini terdapat satu faktor perlakuan yaitu jenis susu seperti susu sapi murni sebagai kontrol, susu bubuk, susu UHT, susu *low-fat*, susu kedelai, susu kacang hijau, dan susu jagung. Pada penelitian ini menggunakan uji organoleptik dan pengukuran. Hasil penelitian dengan variabel kontrol susu murni menunjukkan bahwa pada jenis susu segar berpengaruh pada tekstur dan warna dari yoghurt yang dihasilkan dan tidak berpengaruh nyata pada rasa. Jenis susu yang baik untuk difermentasi menjadi yoghurt adalah susu sapi murni, susu UHT, susu *low-fat*, susu jagung, dan susu kacang hijau. Susu yang tidak menghasilkan yoghurt terdapat pada jenis susu kedelai dan susu bubuk memiliki bau yang tidak sedap.

Kata kunci: susu, yoghurt, *Lactobacillus casei*, bioteknologi

PENDAHULUAN

Pola hidup masyarakat yang menyadari akan pentingnya kesehatan menyebabkan kebutuhan pangan tidak sebatas pada pemenuhan gizi konvensional bagi tubuh serta pemuas mulut bagi cita rasa yang enak, melainkan diharapkan mampu berfungsi menjaga kesehatan dan kebugaran tubuh. Produk pangan seperti ini biasa disebut produk pangan fungsional. Salah satu contoh dari produk pangan fungsional adalah makanan atau minuman fermentasi.

Produk makanan dan minuman hasil fermentasi dari berbagai bahan telah lama dibuat dan dikenal manusia. Salah satu produk fermentasi adalah yoghurt. Yoghurt merupakan produk susu fermentasi yang dibuat dari susu penuh dan susu skim yang telah dipasteurisasi atau disterilisasi dan kemudian ditambahkan kultur mikroba *Streptococcus Thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* atau *Lactobacillus casei* yang bersimbiosis menghasilkan asam laktat dan karakteristik flavor yoghurt (Oberman, 1985). Yoghurt dikonsumsi karena kesegaran, aroma dan teksturnya yang khas. Cita rasa yang khas pada yoghurt timbul karena adanya proses fermentasi (Yusmarini, 2004). Yoghurt juga merupakan produk

yang lebih mudah dicerna dalam saluran pencernaan dibandingkan susu murni atau whole milk (Prayitno, 2006).

Produk yoghurt dapat diproduksi dari berbagai bahan seperti susu sapi segar, susu bubuk, susu UHT, susu *low-fat* dan susu kambing serta bahan nabati seperti susu kedelai, susu kacang hijau, dan susu jagung.

Susu sapi segar merupakan bahan pangan yang sangat tinggi gizinya, sehingga bukan saja bermanfaat bagi manusia tetapi juga bagi jasad renik pembusuk sehingga susu sapi segar sangat mudah rusak. Salah satu upaya pengolahan susu yang sangat prospektif mengatasi hal tersebut adalah dengan fermentasi susu. Upaya pengolahan fermentasi susu ini akan menjadikan susu sapi berubah menjadi yoghurt susu sapi. Selain susu segar, ada berbagai bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan utama yoghurt seperti halnya susu bubuk skim. Kualitas susu bubuk skim sangat berperan dalam menghasilkan yoghurt dengan kualitas yang baik.

Susu UHT, susu UHT merupakan susu yang dibuat menggunakan proses pemanasan yaitu melebihi proses pasteurisasi, umumnya mengacu pada kombinasi waktu dan suhu tertentu dalam rangka memperoleh produk komersial yang steril, pemilihan

kombinasi antara waktu dan suhu yang tepat disebut juga teknik sterilisasi UHT. Kelebihan susu UHT adalah umur simpannya yang sangat panjang pada suhu kamar, yaitu mencapai 6-10 bulan tanpa bahan pengawet dan tidak perlu dimasukkan ke lemari pendingin (Ide, 2008).

Susu kedelai merupakan minuman yang bernilai gizi tinggi namun kurang disukai oleh masyarakat Indonesia karena mempunyai bau langu. Hal ini dapat diatasi misalnya dengan penambahan flavor atau dengan pengolahan lanjut menjadi soyghurt. Pemanfaatan susu kedelai untuk yoghurt juga akan membantu penganekaragaman hasil-hasil olahan kedelai sebagai sumber protein yang berkualitas.

Jagung manis, susu hasil olahan jagung sangat bermanfaat bagi orang yang alergi terhadap susu sapi. Selain itu, susu jagung manis ini juga memiliki nilai gizi yang tinggi. Oleh karena itu susu jagung manis sangat tepat jika dikembangkan menjadi produk olahan lain. Bahan alternatif lainnya seperti susu kacang hijau dan susu *low-fat*.

METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya pada bulan November 2016. Bahan utama yang digunakan adalah berbagai jenis susu (susu sapi segar, susu bubuk, susu kedelai, susu kacang hijau, susu *low fat*, susu UHT, susu jagung), gula pasir, dan kultur *Lactobacillus casei*. Alat yang digunakan pada praktikum ini adalah pipet berskala, kompor, panci, pengaduk, thermometer, gelas ukur, gelas plastik cup bertutup, dan inkubator.

Proses pembuatan yoghurt diawali dengan memanaskan berbagai jenis susu masing-masing dengan volume 1 liter pada 90 °C selama 4-5 menit, sambil tetap diaduk, ditambah gula 100 g/liter, susu dimasukkan wadah cup plastik steril, setelah dingin susu diinokulasi dengan kultur *Lactobacillus casei*, kemudian ditutup rapat dengan *aluminium foil*. Setelah proses pembuatan selesai dilakukan inkubasi pada inkubator selama 2-3 hari. Akan terbentuk 3 lapisan yang nantinya dilakukan pengamatan. Lapisan ketiga atau paling bawah dipisahkan dan disaring, ini merupakan produk yang dapat dikonsumsi yang disebut yoghurt. Ketiga lapisan diukur pada berbagai jenis susu, dilakukan juga uji organoleptik pada masing-masing lapisan maupun pada hasil akhir. Perbandingan data dari semua jenis susu inilah yang akan menjadi data penelitian.

HASIL

Dari data yang diperoleh, yoghurt dari berbagai jenis susu terbentuk lapisan, warna, dan aroma yang berbeda-beda. Berdasarkan percobaan yang sudah dilakukan dengan 5 kali pengulangan pada tiap-tiap jenis yoghurt diperoleh hasil bahwa tidak semua jenis susu dapat membentuk yoghurt.

Tabel 1. Hasil pengamatan terhadap yoghurt susu murni

Jenis Susu	Hasil Pengamatan	Pengulangan				
		1	2	3	4	5
Sapi Murni	Lapisan 1	1,8 cm	1,6 cm	1,6 cm	1,8 cm	1,7 cm
	Lapisan 2	0,2 cm	0,1 cm	0,1 cm	0,1 cm	0,2 cm
	Lapisan 3	1 cm	1,1 cm	0,6 cm	1,1 cm	1 cm
	Warna 1	Putih	Putih	Putih	Putih	Putih
		keku- ningan	keku- ningan	keku- ningan	keku- ningan	keku- ningan
	Warna 2	Bening	Bening	Bening	Bening	Bening
	Warna 3	Putih	Putih	Putih	Putih	Putih



Gambar 1. Yoghurt Susu Murni

Tabel 2. Hasil pengamatan terhadap yoghurt susu UHT

Jenis Susu	Hasil Pengamatan	Pengulangan				
		1	2	3	4	5
UHT	Lapisan 1	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	Lapisan 2	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	Lapisan 3	0,7 cm	0,8 cm	0,7cm	0,9 cm	0,6
	Warna 1	Putih	putih	Putih	putih	putih
	Warna 2	Bening	bening	Bening	bening	bening
	Warna 3	Putih	putih	Putih	putih	Putih



Gambar 2. Yoghurt Susu UHT

Tabel 3. Hasil pengamatan terhadap yoghurt susu bubuk

Jenis Susu	Hasil Pengamatan	Pengulangan				
		1	2	3	4	5
Susu bubuk	Lapisan 1	1,7 cm	1,6 cm	1,7 cm	1,5 cm	1,7 cm
	Lapisan 2	1,2 cm	1,4 cm	1,4 cm	1,1 cm	1,2 cm
	Lapisan 3	0,8 cm	0,7 cm	0,6 cm	0,7 cm	0,6 cm
	Warna 1	Putih keku-ningan	Putih keku-ningan	Putih keku-ningan	Putih keku-ningan	Putih keku-ningan
	Warna 2	bening	Bening	Bening	Bening	Bening
	Warna 3	putih	Putih	Putih	Putih	Putih



Gambar 3. Yoghurt Susu Bubuk

Tabel 4. Hasil pengamatan terhadap yoghurt susu Low-fat

Jenis Susu	Hasil Pengamatan	Pengulangan				
		1	2	3	4	5
Low-fat	Lapisan 1	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	Lapisan 2	0,25 cm	0,3 cm	0,5 cm	0,2 cm	0,3 cm
	Lapisan 3	2,6 cm	2,7 cm	2,5 cm	2,8 cm	2,6 cm
	Warna 1	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	Warna 2	Keruh	Keruh	Keruh	Keruh	Keruh
	Warna 3	Putih	Putih	Putih	Putih	Putih



Gambar 4. Yoghurt susu Low-fat

Tabel 5. Hasil pengamatan terhadap yoghurt susu kedelai

Jenis Susu	Hasil Pengamatan	Pengulangan				
		1	2	3	4	5
Kedelai	Lapisan 1	1,5 cm	1,4 cm	1,4 cm	1,6 cm	1,3 cm
	Lapisan 2	1,6 cm	1,6 cm	1,4 cm	1,5 cm	1,6 cm
	Lapisan 3	0,2 cm	0,3 cm	0,2 cm	0,1 cm	0,3 cm
	Warna 1	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	Warna 2	Bening	Bening	Bening	Bening	bening
	Warna 3	Putih	Putih	Putih	Putih	putih



Gambar 5. Yoghurt Susu Kedelai

Tabel 7. Hasil pengamatan terhadap yoghurt susu jagung

Jenis Susu	Hasil Pengamatan	Pengulangan				
		1	2	3	4	5
Sapi Murni	Lapisan 1	1,5 cm	1,4 cm	1,6 cm	1,8 cm	1,6 cm
	Lapisan 2	1,2 cm	1 cm	1,3 cm	1,1 cm	1,2 cm
	Lapisan 3	0,2 cm	0,4 cm	0,3 cm	0,2 cm	0,2 cm
	Warna 1	Putih keku-ningan	Putih keku-ningan	Putih keku-ningan	Putih keku-ningan	Putih keku-ningan
	Warna 2	Bening	Bening	Bening	Bening	Bening
	Warna 3	Putih	Putih	Putih	Putih	Putih



Gambar 7. Yoghurt Susu Jagung

PEMBAHASAN

Pada susu sapi segar terbentuk 3 lapisan. Lapisan pertama dari atas putih sedikit kekuningan merupakan lemak dengan ketebalan 1,7 cm. Lapisan kedua bening berisi *Lactobacillus casei* dengan ketebalan 0,14 cm. Lapisan ketiga putih kental yang merupakan protein dengan ketebalan 0,96 cm. Berdasarkan ketebalan tersebut susu sapi segar memiliki lemak yang banyak. Tekstur dari yoghurt yang dihasilkan menentukan apakah yoghurt tersebut memiliki kualitas baik. Yoghurt yang baik memiliki tekstur yang lembut seperti bubur, tidak terlalu encer dan tidak pula terlalu padat (Legowo, 2002). Hal ini terlihat pada yoghurt dari susu sapi segar. Rasa yoghurt pada susu sapi segar adalah asam menyegarkan yang tajam (Davies and Law, 1984) dan aroma yang khas.

Aroma dari salah satu diantara 5 kali pengulangan ada yang sedap dan khas mengandung yoghurt. Susu UHT merupakan alternatif pengganti susu segar. Susu UHT telah melalui proses

pengawetan untuk memperpanjang masa simpannya melalui pemanasan tanpa zat pengawet, sehingga susu tampak fresh dan segar. Namun pada susu yang digunakan dalam percobaan sudah ditambahkan *full cream* sehingga susu sudah mengalami proses penambahan zat pengawet sehingga pertumbuhan bakteri yoghurt dapat terhambat. Dari 4 pengulangan yang dilakukan, lapisan pertama dan kedua putih, merupakan lapisan protein. Lapisan pertama dan kedua tidak terbentuk, susu pecah dan menggumpal serta hanya ada lapisan air pada permukaan. Protein merupakan zat makanan yang penting bagi tubuh karena mempunyai fungsi sebagai pembangun dan pengatur tubuh, protein merupakan sumber asam. Susu UHT lebih bagus dari susu bubuk, susu bubuk berasal dari susu segar yang kemudian dikeringkan. Kerusakan protein 30 % dapat terjadi saat pengolahan susu cair menjadi susu bubuk (Kristianingrum, 2007).

Pada yoghurt yang berbahan dasar susu *low fat* hanya terbentuk dua lapisan saja. Hal tersebut disebabkan kandungan lemak tidak ada. Sehingga lapisan bagian atas tidak terbentuk. Lapisan pertama bening yang berisi *Lactobasillus Casei* dengan ketebalan 0,25cm. Lapisan kedua putih kental merupakan protein dengan ketebalan 2,6 cm. Aroma dari yoghurt berbahan dasar susu ini adalah harum dengan tekstur sedikit menggumpal pada lapisan bawah. Rasa dari yoghurt ini masam.

Pada yoghurt yang berbahan dasar susu kedelai tidak terbentuk tiga lapisan melainkan hanya dua lapisan yaitu lapisan bening yang berisi *L. casei* dan lapisan putih yang merupakan protein. Hal ini disebabkan pada susu kedelai hanya terkandung sedikit lemak dan banyak terkandung protein. Tekstur encer dan memiliki aroma tidak seperti yoghurt dan beraroma menyengat sehingga tidak dilakukan uji rasa. Dapat disimpulkan bahwa pembuatan yoghurt dengan susu kedelai ini tidak berhasil. Faktor yang mempengaruhi adalah pemanasan yang berlebihan dan dilakukan pemanasan dua kali, sehingga susu mengendap sebelum diberi perlakuan. Faktor kebersihan dalam inokulasi bakteri *Lactobacillus casei* juga mempengaruhi keberhasilan pembuatan yoghurt.

Pengulangan sebanyak 5 kali dilakukan pada perlakuan yoghurt kacang hijau. Pada perlakuan ini hanya terbentuk 2 lapisan. Lapisan pertama berwarna putih kekuningan dan lapisan kedua berwarna putih kental. Lapisan putih kental merupakan protein yang menggumpal. Kacang hijau setelah difermentasi aromanya tidak basi atau tengik. Aromanya sedap dan khas seperti kacang hijau. Kandungan protein kacang hijau cukup tinggi yaitu 24 % dan merupakan sumber mineral penting, antara lain kalium dan fosfor yang dibutuhkan oleh tubuh. Kadar lemak yang rendah dalam kacang hijau menyebabkan bahan makanan atau minuman yang terbuat dari bahan kacang hijau tidak mudah tengik. Sedangkan kandungan lemaknya merupakan asam lemak tak jenuh, sehingga aman

dikonsumsi oleh orang yang memiliki masalah kelebihan berat badan dan hiperkolesterolemia (Lien, 1992).

Penggantian bahan utama yoghurt yaitu susu dengan sari jagung manis didapatkan setelah di inkubasi selama 2 x 24 jam adalah yoghurt jagung dengan keberhasilan yang relatif besar. Yoghurt terbukti ditandai dengan adanya 3 lapisan yang terbentuk memiliki aroma yang sedap, tekstur kental menyatu, terdapat cairan di atas yoghurt (yoghurt mengandung sedikit air). Dari beberapa jenis bahan yoghurt yang telah diujikan, pada sampling yang dilakukan pada sari jagung ± 90% berhasil. Pada sari jagung yang digunakan didapatkan hasil terbentuknya 3 lapisan yang terdiri dari lapisan pertama berwarna kekuningan pucat, lapisan kedua jernih, dan lapisan ketiga putih kental tipis menyelimuti bagian atas selapis. Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan pembuatan yoghurt yaitu pertama pada saat persiapan alat (sanitasi). Kebersihan alat harus terjaga, sebenarnya ketika kita akan membuat yoghurt alat terlebih dahulu harus disterilkan pada suhu tinggi. Faktor kedua sterilisasi bahan (sari jagung), agar terhindar dari kontaminan terlebih dahulu harus dipanaskan pada 90°C, **akan tetapi tidak mendidih**, karena jika terlalu panas dapat merusak tekstur protein dalam sari jagung. Pemanasan bahan sebaiknya menggunakan termometer sebagai parameter ukur untuk memastikan suhu sari jagung saat dipanaskan, kemudian pada saat memasukkan bakteri fermentator pastikan juga suhu sari jagung dalam keadaan sekitar 40-45°C. **Sebagaimana Menurut Widodo (2002), sari jagung harus cukup hangat sekitar 40⁰-44⁰C** sebelum memasukkan starter *Lactobacillus casei* dilakukan pengadukan, serta saat pemberian bibit juga tidak terlalu kuat dan cepat, hal ini dapat mengganggu keaktifan starter. Pada saat pembuatan yoghurt, lingkungan sekitar harus mendukung, misalnya kebersihan laboratorium yang sangat berpengaruh, menggunakan masker, sarung tangan, dan jas laboratorium saat memanaskan sari jagung sampai prosedur selesai. Kondisi pemeraman juga harus baik setelah penambahan bibit karena suhu pada saat pemeraman bukan suhu lemari pendingin melainkan suhu ruangan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jenis susu yang baik untuk difermentasi menjadi yoghurt adalah susu sapi segar, susu UHT, susu *low fat*, dan susu kacang hijau. Adapun dalam pembuatannya tidak dihasilkan yoghurt terdapat pada jenis susu kedelai dan susu bubuk, karena memiliki bau menyengat tidak seperti yoghurt. Faktor yang dapat mempengaruhi adalah dilakukannya pemanasan sebanyak dua kali serta kurangnya kebersihan pada

proses inokulasi bakteri *Lactobacillus casei*. Disarankan jenis susu yang dipakai adalah susu yang baru, tidak disimpan terlalu lama sehingga dapat dijadikan sebagai media terbaik untuk bakteri berkembang biak.

DAFTAR PUSTAKA

- Davies, F. L. and Law B. A. 1984. *Advances in The Microbiology and Biochemistry of Cheese & Fermented Milk*. London: Elsevier Applied Science.
- Ide, P. 2008. *Health Secret Of Kefir*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Legowo, A. M. 13 September 2002. *Yoghurt untuk Kesehatan*. Kompas.
- Lien. 1992. *Yoghurt, Susu Fermentasi yang menyehatkan*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Kristianingrum, Susila. 2007. *Beberapa Pengawet Yang Aman Untuk Produk-Produk Susu Segar*.

Makalah disampaikan sebagai penyuluhan dalam rangka Pengabdian Pada Masyarakat Karangmojo Sleman, 8 Juli, Yogyakarta.

- Oberman, H. 1985. *Fermented Milks*, In *Microbiology Foods. Vol. 1*. Edited By J.B. Wood. Elsevier Applied Science Publishers, New York. 167-190.
- Prayitno. 2006. *Kadar Asam Laktat, dan Laktosa Yoghurt Hasil Fermentasi Menggunakan Berbagai Rasio Jumlah Sel Bacteri dan Persentase Starter*. *Journal of Animal Product*. No. 2. Vol. VIII : 131-136.
- Widodo, W. 2002. *Bioteknologi Fermentasi Susu*. Universitas Muhamadiyah Malang, Malang.
- Yusmarini dan Efendi, R. 2004. *Evaluasi Mutu Soyghurt yang dibuat dengan Penambahan Beberapa Jenis Gula*. *Teknologi Hasil Pertanian*, Faperta, Universitas Riau, Pekanbaru.



Analisis Hubungan Kekekabatan Bakteri Endofit Isolat B2 dan B3 Berdasarkan Sekuens 16S rDNA

Hilda Zumrona¹, Yuliani², Lisa Lisdiana³

¹²³Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

¹e-mail: hilda.zumrona@gmail.com

ABSTRAK

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup dalam jaringan tanaman dan tidak merugikan inangnya. Isolat B2 dan B3 merupakan bakteri endofit yang diisolasi dari akar ubi jalar varietas Papua Patippi. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengevaluasi hubungan kekekabatan antara isolat bakteri dengan bakteri yang lainnya berdasarkan sekuens 16S rDNA. Hubungan kekekabatan dinyatakan dengan indeks similaritas. Analisis hubungan kekekabatan dilakukan dengan menggunakan *Phylip* untuk menghitung *distance matrix* dengan menggunakan model *Jukes and Cantor* serta mentransformasi *distance matrix* menjadi pohon filogeni dengan menggunakan algoritma *neighbor-joining*; *Phydit* untuk mengetahui indeks similaritas; dan *Treeview* untuk visualisasi filogeni. Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua isolat bakteri berkekabatan dengan bakteri genus *Bacillus*. Spesies *Bacillus* yang berkekabatan dekat dengan kedua isolat bakteri tersebut yaitu *B. cereus*, *B. thuringiensis*, dan *B. cereus* JSYM 28. Isolat B2 memiliki indeks similaritas sebesar 99,44% dengan *B. cereus*, 100% dengan *B. thuringiensis*, dan 99,44% dengan *B. cereus* JSYM 28; isolat B3 memiliki indeks similaritas sebesar 99,58% dengan *B. cereus*, 99,93% dengan *B. thuringiensis*, dan 100% dengan *B. cereus* JSYM 28.

Kata kunci: analisis kekekabatan, bakteri endofit, sekuens 16S rDNA, indeks similaritas

PENDAHULUAN

Analisis hubungan kekekabatan dengan menggunakan sekuens 16S rDNA merupakan salah satu metode analisis filogenetik molekuler yang direpresentasikan dalam bentuk percabangan, seperti pohon filogenetik (Dharmayanti, 2011). Analisis filogenetika dikenal juga dengan sebutan *cladistics* yang bermakna *clade* atau kelompok keturunan dari satu nenek moyang yang sama. Pohon filogenetik menggambarkan hubungan kekekabatan antar spesies bakteri. Kekekabatan terdekat suatu organisme dapat dilihat melalui pohon filogenetik. Pembuatan pohon filogenetik secara molekuler bertujuan untuk membandingkan dan memeriksa hubungan kekekabatan melalui DNA. Analisis pohon filogenetik juga dapat digunakan untuk melakukan identifikasi. Identifikasi dengan menggunakan analisis filogenetik didasarkan pada nilai indeks similaritas.

Derajat hubungan antar organisme didasarkan pada persamaan karakter yang dinyatakan dengan koefisien similaritas (Gest, 1999). Similaritas merupakan kemiripan atau kecocokan yang dimiliki suatu bakteri dengan bakteri yang lain. Analisis hubungan kekekabatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan melihat similaritas sekuens 16S rDNA isolat bakteri dengan sekuens 16S rDNA acuan. Tingkat similaritas dinyatakan dengan indeks similaritas, merupakan nilai numerik yang menyatakan kemiripan atau kedekatan yang dimiliki suatu bakteri dengan bakteri yang lain (Drive, 2014). Nilai indeks

similaritas dihitung berdasarkan perhitungan jarak antara profil isolat bakteri dengan acuan.

Isolat B2 dan B3 merupakan bakteri endofit yang diisolasi dari akar ubi jalar varietas Papua Patippi. Kedua isolat tersebut memiliki potensi dalam memproduksi IAA (Anggara dkk, 2014), menambat nitrogen (Vionita dkk., 2015), serta melarutkan fosfat (isolat B3) (Khiftiyah, 2016). Potensi tersebut membuat kedua bakteri ini mampu dijadikan sebagai *biofertilizer*. Namun, penelitian mengenai analisis hubungan kekekabatan kedua bakteri ini belum pernah dilakukan sebelumnya. Hasil dari analisis hubungan kekekabatan selanjutnya dapat digunakan untuk melakukan identifikasi. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi hubungan kekekabatan antara isolat bakteri dengan bakteri yang lainnya berdasarkan sekuens 16S rDNA.

METODE

Data sekuens 16S rDNA isolat B2 dan B3 diperoleh dari hasil sekuensing yang dilakukan Zumrona (2016), sedangkan data sekuens 16S rDNA acuan diperoleh dari *GenBank* NCBI (<http://ncbi.nlm.nih.gov/>).

Sekuens 16S rDNA diolah menjadi format FASTA dengan menggunakan *Programmer's File Editor* (PFE). Sekuens tersebut selanjutnya disejajarkan (*sequence alignment*) dengan menggunakan program ClustalX. Hasil *sequence alignment* dapat memberikan

gambaran mengenai evolusi serta dapat menunjukkan daerah yang lestari (tetap dipertahankan selama evolusi). *Output* dari ClustalX dengan format phy. digunakan untuk analisis selanjutnya.

Program selanjutnya yang digunakan yaitu *Phylip (the Phylogeny Inference Package)*, program untuk analisis filogeni. Metode analisis filogeni yang digunakan yaitu Dnadist untuk menghitung *distance matrix* dengan menggunakan model *Jukes and Cantor*. Analisis dengan *Phylip* diawali dengan membuka *Command Prompt* pada komputer, selanjutnya memasukkan nama metode yang digunakan untuk analisis filogeni.

Distance matrix selanjutnya ditransformasikan menjadi pohon filogeni dengan algoritma *neighbor-joining*. *Outfile* dari Dnadist direname menjadi *infile*. *Neighbor-joining* menghasilkan *outfile* dan *outtree*. *Outfile* dari *neighbor-joining* dapat dilihat dengan menggunakan *Phydit*. *Phydit* merupakan software desain untuk melengkapi tampilan dan menggabungkan pohon filogeni (Jeon *et al.*, 2005). Hasil dari *Phylip* dapat divisualisasi dengan pohon filogeni. *Treeview* digunakan untuk menggambarkan atau visualisasi dari pohon filogeni.

HASIL

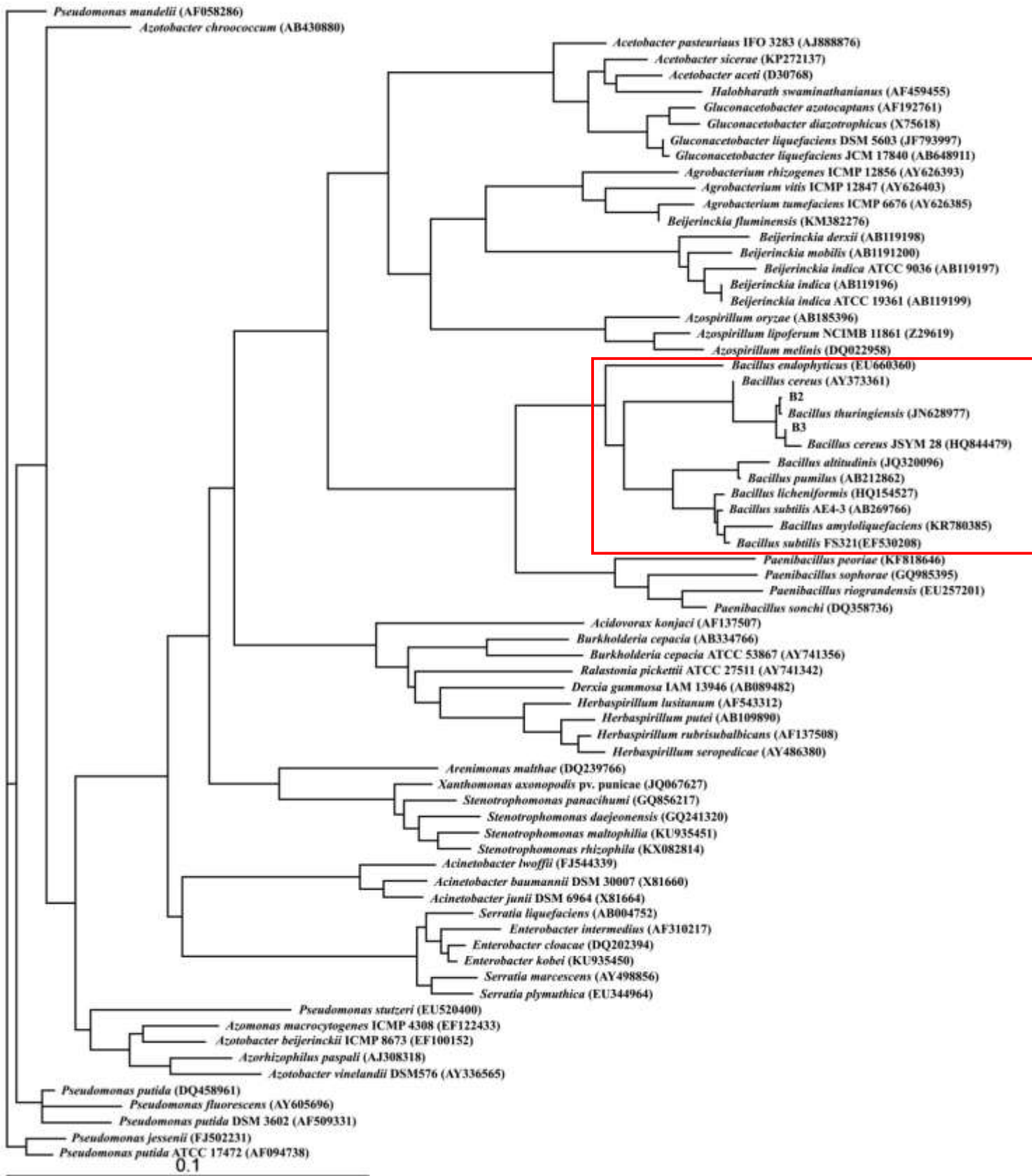
Konstruksi filogeni dengan menggunakan metode *neighbor-joining* didasarkan pada *distance matrix* antar sekuens DNA. Hasil konstruksi pohon filogenetik dari bakteri isolat B2 dan B3 disajikan pada Gambar 1. Perhitungan *distance matrix* dilakukan dengan melihat substitusi nukleotida DNA bakteri dengan bakteri yang lain. Perhitungan tersebut juga akan menghasilkan indeks similaritas.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa isolat B2 dan B3 berada dalam satu cabang dengan kelompok

Bacillus. Kelompok *Bacillus* tersebut yaitu *B. altitudinis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. cereus*, *B. endophyticus*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. subtilis* AE4-3, *B. subtilis* FS321, *B. thuringiensis*, dan *Bacillus cereus* JSYM 28. Gambar tersebut menunjukkan bahwa kedua isolat bakteri memiliki hubungan kekerabatan dengan *Bacillus*. Dharmayanti (2011) menyatakan bahwa suatu organisme dikatakan memiliki kedekatan apabila menempati cabang yang bertetangga pada pohon filogenetik.

Cabang tersebut memiliki cabang-cabang yang lebih kecil. Isolat B2 dan B3 berada dalam satu cabang kecil dengan *Bacillus thuringiensis*, dan *Bacillus cereus* JSYM 28. Berdasarkan gambaran tersebut dapat dikatakan bahwa isolat B2 dan B3 memiliki hubungan kekerabatan yang lebih dekat dengan ketiga bakteri tersebut.

Pernyataan tersebut juga didukung data dari hasil perhitungan indeks similaritas dan jumlah substitusi nukleotida. Tabel 1 menampilkan hasil perhitungan indeks similaritas dan jumlah substitusi nukleotida dengan bakteri yang berada dalam satu cabang. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa isolat B2 dan B3 membentuk cabang dengan kelompok *Bacillus* dengan indeks similaritas >91%. Dalam kelompok percabangan yang lebih kecil, isolat B2 memiliki indeks similaritas sebesar 99,44% dengan *B. cereus*, 100% dengan *B. thuringiensis*, dan 99,44% dengan *B. cereus* JSYM 28; sedangkan isolat B3 memiliki indeks similaritas sebesar 99,58% dengan *B. cereus*, 99,93% dengan *B. thuringiensis*, dan 100% dengan *B. cereus* JSYM 28.



Gambar 1. Pohon filogenetik isolat bakteri endofit B2 dan B3 dengan strain bakteri acuan

Tabel 1. Indeks similaritas sekuens 16S rDNA (%) dan jumlah nukleotida yang berbeda antara isolat bakteri endofit isolat B2 dan B3 dengan bakteri yang berkerabat terdekat

Strain Bakteri	Strain Bakteri											
	B2	B3	<i>Bacillus altitudinis</i>	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Bacillus endophyticus</i>	<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Bacillus pumilus</i>	<i>B. subtilis</i> AE4-3	<i>B. subtilis</i> FS321	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>B. cereus</i> JSYM 28
B2	---	1/1414	93/1430	92/1428	8/1433	101/1433	92/1430	96/1430	91/1430	91/1428	0/1432	7/1432
B3	99.93	---	88/1412	88/1412	6/1415	96/1414	88/1412	91/1412	87/1412	87/1412	1/1414	0/1415
<i>B. altitudinis</i>	93.50	93.77	---	53/1451	99/1458	117/1457	53/1457	13/1458	49/1457	51/1455	92/1430	114/1453
<i>B. amyloliquefaciens</i>	93.56	93.77	96.35	---	104/1454	113/1453	25/1453	54/1453	21/1453	20/1453	92/1429	108/1449
<i>B. cereus</i>	99.44	99.58	93.21	92.85	---	102/1513	92/1509	95/1492	92/1510	96/1510	7/1433	30/1456
<i>B. endophyticus</i>	92.95	93.21	91.97	92.22	93.26	---	95/1507	112/1491	94/1508	99/1508	100/1433	121/1455
<i>B. licheniformis</i>	93.57	93.77	96.36	98.28	93.90	93.7	---	49/1488	4/1508	8/1506	91/1430	113/1453
<i>B. pumilus</i>	93.29	93.56	99.11	96.28	93.63	92.49	96.71	---	46/1489	50/1490	95/1430	116/1453
<i>B. subtilis</i> AE4-3	93.64	93.84	96.64	98.55	93.91	93.77	99.73	96.91	---	6/1507	90/1430	112/1453
<i>B. subtilis</i> FS321	93.63	93.84	96.49	98.62	93.64	93.44	99.47	96.64	99.60	---	91/1429	112/1451
<i>B. thuringiensis</i>	100	99.93	93.57	93.56	99.51	93.02	93.64	93.36	93.71	93.63	---	7/1432
<i>B. cereus</i> JSYM 28	99.51	100	92.15	92.55	97.94	91.68	92.22	92.02	92.29	92.28	99.51	---

PEMBAHASAN

Pohon filogenetik merupakan salah satu jenis analisis sistematika yang digunakan untuk menganalisis hubungan kekerabatan. Salah satu tujuan konstruksi pohon filogenetik adalah untuk mengkonstruksi hubungan antar organisme secara tepat dan memperkirakan perubahan yang terjadi dari ancestor hingga turunannya. Konstruksi pohon filogenetik yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan algoritma *neighbor-joining*.

Neighbor-joining merupakan salah satu *distance method*. *Distance method* menyusun filogenetik dengan cara menghitung jumlah perubahan pada setiap pasangan dalam kelompok (Dharmayanti, 2011). Pasangan sekuens yang memiliki jumlah perubahan terkecil di antara mereka disebut *neighbors*. *Neighbor-joining* menyusun pohon filogenetik dengan membuat kelompok berdasarkan garis keturunan, pengaturan panjang cabang sesuai dengan panjang garis keturunan (Felsenstein, 2008).

Berdasarkan hasil analisis pohon filogenetik, isolat B2 dan B3 membentuk satu cabang dengan *Bacillus* (Gambar 1). Pada pohon filogenetik, posisi *common ancestor* dengan turunannya dihubungkan dengan sebuah cabang. Suatu organisme dikatakan memiliki kedekatan apabila menempati cabang yang bertetangga pada pohon filogenetik (Dharmayanti, 2011). Berdasarkan pada Gambar 1, dapat dikatakan bahwa isolat B2 dan B3 memiliki hubungan kekerabatan dengan *Bacillus*. Pada kelompok *Bacillus* ini juga terjadi percabangan lagi menjadi cabang-cabang yang lebih kecil. Kelompok kecil pada percabangan ini yaitu isolat B2, isolat B3, *B. cereus*, *B. cereus* JSYM 28, dan *B. thuringiensis*. sehingga, dapat dikatakan bahwa isolat B2 dan B3 memiliki kekerabatan yang lebih dekat dengan bakteri *B. cereus*, *B. cereus* JSYM 28, dan *B. thuringiensis*.

Hasil konstruksi filogeni tersebut sesuai dengan perhitungan indeks similaritas dan substitusi nukleotida. Perhitungan indeks similaritas dilakukan dengan model *Jukes and Cantor*. Model *Jukes and Cantor* mengasumsikan bahwa ada perubahan independen pada semua bagian dengan kemungkinan yang sama. Perubahan basa nitrogen terjadi secara independen tergantung spesiesnya. Saat terjadi perubahan tersebut, terdapat kemungkinan terjadi pemutusan ikatan dengan basa yang lain (Felsenstein, 2008). Perhitungan indeks similaritas menunjukkan jarak hubungan kekerabatan antara isolat bakteri dengan acuan.

Percabangan antara isolat B2 dan B3 memiliki indeks similaritas >91%. Pada kelompok

percabangan yang lebih kecil; yang terdiri dari isolat B2, isolat B3, *B. cereus*, *B. cereus* JSYM 28, dan *B. thuringiensis*; menunjukkan indeks similaritas yang lebih tinggi (nilai indeks similaritas >97%) dibandingkan dengan percabangan yang lebih besar pada kelompok *Bacillus* (nilai indeks similaritas >91%). Indeks similaritas tersebut menunjukkan bahwa kedua isolat tersebut memiliki hubungan kekerabatan yang lebih dekat dengan *B. cereus*, *B. cereus* JSYM 28, dan *B. thuringiensis*. Semakin tinggi nilai similaritas menunjukkan hubungan kekerabatan yang semakin dekat. Isolat B2 memiliki indeks similaritas sebesar 99,44% dengan *B. cereus*, 100% dengan *B. thuringiensis*, dan 99,44% dengan *B. cereus* JSYM 28. Isolat B3 memiliki indeks similaritas sebesar 99,58% dengan *B. cereus*, 99,93% dengan *B. thuringiensis*, dan 100% dengan *B. cereus* JSYM 28.

Data jumlah substitusi nukleotida memiliki data jumlah nukleotida yang sama dan yang berbeda dalam satu sekuens. Jumlah sekuens yang berbeda menunjukkan bagian sekuens yang beragam. Sekuens yang beragam digunakan untuk mengetahui *distance matrix* antar sekuens DNA bakteri. Jumlah sekuens yang sama menunjukkan sekuens yang lestari. Sekuens yang lestari adalah urutan basa nukleotida yang tetap dimiliki atau dipertahankan selama evolusi dari *ancestor* hingga turunannya karena memiliki fungsi biologis yang penting (Gross, 2007). Sekuens yang lestari digunakan untuk mengetahui kemiripan antar bakteri.

Hasil menunjukkan bahwa isolat B2 dan B3 berkerabat dekat dengan *Bacillus*. *Bacillus* merupakan salah satu genus bakteri endofit yang banyak ditemukan pada tanaman. Anggota *Bacillus* yang memiliki kekerabatan yang lebih dekat dengan kedua isolat bakteri tersebut adalah *B. cereus* dan *B. thuringiensis*.

Bacillus thuringiensis merupakan bakteri tanah yang umum digunakan sebagai biopestisida (Mbai *et al.*, 2013). *Bacillus thuringiensis* menghasilkan protein insektisidal (δ -endotoxins) dalam bentuk *parasporal crystals* yang terdiri dari satu atau lebih protein (Cry dan Cyt) selama fase sporulasi (Bravo *et al.*, 2007).

Bacillus cereus merupakan salah satu bakteri patogen pada manusia, yaitu penyebab penyakit diare. Patogenitas *B. cereus*, baik intestinal maupun non intestinal, terjadi dengan cara merusak jaringan atau menghasilkan eksoenzim yang reaktif (Bottone, 2010). Namun, beberapa penelitian menunjukkan bahwa bakteri ini juga dapat hidup sebagai endofit pada beberapa tanaman. Dawwam *et al.* (2013) melaporkan bahwa *Bacillus cereus* hidup dalam akar tanaman ubi jalar (*Ipomea batatas* (L.) Lam).

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat B2 dan B3 berkerabat dengan bakteri genus *Bacillus* dengan indeks similaritas >91%. Spesies *Bacillus* yang berkerabat dekat dengan kedua isolat bakteri tersebut yaitu *B. cereus*, *B. thuringiensis*, dan *B. cereus* JSYM 28 dengan indeks similaritas >97%. Isolat B2 memiliki indeks similaritas sebesar 99,44% dengan *B. cereus*, 100% dengan *B. thuringiensis*, dan 99,44% dengan *B. cereus* JSYM 28. Isolat B3 memiliki indeks similaritas sebesar 99,58% dengan *B. cereus*, 99,93% dengan *B. thuringiensis*, dan 100% dengan *B. cereus* JSYM 28.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara BS, Yuliani dan Lisdiana L, 2014. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) dari Akar Tanaman Ubi Jalar (*Ipomea batatas*). *Lentera Bio*. Vol. 3 (3): 160-167.
- Bottone, EJ, 2010. *Bacillus cereus*, a Volatile Human Pathogen. *Clinical Microbiology Review*. Vol. 23 (2): 382-398.
- Bravo A, Gill SS, and Soberon M, 2007. Mode of Action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt Toxins and Their Potential for Insect Control. *Toxicon*. Vol. 49 (4): 423-435.
- Dawwam GE, Elbeltagy A, Emara HM, Abbas IH, and Hassan MM, 2013. Beneficial Effect of Plant Growth Promoting Bacteria Isolated from the Roots of Potato Plant. *Annals of Agricultural Science*. Vol. 58 (2): 195-201.
- Dharmayanti NLP, 2011. Filogenetika Molekuler: Metode Taksonomi Organisme Berdasarkan Sejarah Evolusi. *Wartazoa*. Vol. 21 (1): 1-10.
- Drive S, 2014. *Similarity Index Calculation* (online). www.midi-inc.com. Diakses pada 29 September 2014.
- Felsenstein J, 2008. *Dnadist -- Program to compute distance matrix from nucleotide sequences* (online). <http://evolution.genetics.washington.edu/phylip/doc/dnadist.html>. Diakses pada 22 November 2014.
- Gest H, 1999. Bacterial Classification and Taxonomy: a 'Primer' for the New Millenium. *Microbiology Today*. Vol. 26: 70-72.
- Gross L, 2007. Are "Ultraconserved" Genetic Elements Really Indispensable?. *PLoS Biology*. Vol. 5 (9): 1839.
- Jeon YS, Chung H, Park S, Hur I, Lee JH, and Chun J, 2005. jPHYDIT: a JAVA-based Integrated Environment for Molecular phylogeny of Ribosomal RNA Sequences. *Bioinformatics Applications Note*. Vol. 21 (14): 3171-3173.
- Khiftiyah AM, 2016. Uji Potensi Bakteri Endofit Akar Ubi Jalar (*Ipomea batatas*) varietas Papua Patippi dalam Melarutkan Fosfat secara *In Vitro*. *Skripsi* tidak dipublikasikan. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Surabaya.
- Mbai FN, Magiri EN, Matiru VN, Ng'ang J, and Nyambati VCS, 2013. Isolation and Characterisation of Bacterial Root Endophytes with Potential to Enhance Plant Growth from Kenya Basmati Rice. *American International Journal of Contemporary Research*. Vol. 3 (4): 25-40.
- Vionita Y, Rahayu YS, dan Lisdiana L. 2015. Potensi Isolat Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Ubi Jalar (*Ipomea batatas*) dalam Penambatan Nitrogen. *Lentera Bio*. Vol. 4 (2): 124-130.
- Zumrona H. 2016. Identifikasi Isolat Bakteri Endofit B2 dan B3 dari Akar Tanaman Ubi Jalar Berdasarkan Sekuens 16S rDNA. *Skripsi* tidak dipublikasikan. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Surabaya.

Ekstensifikasi Fungsi *Lacto B.*-Suplemen Probiotik Anak-anak (Balita) sebagai Starter untuk Produksi Keju Kedelai (*Soycheese*)

Rahmi Nugraningrum
SMP Negeri 1 Ngoro
Jl. Badang Ngoro Jombang, Jawa Timur
email: rahminugra@gmail.com

ABSTRAK

Sampai saat ini *Lacto.B* hanya digunakan sebagai suplemen makanan bagi anak-anak berfungsi untuk penjaga fungsi saluran pencernaan bagi anak-anak (balita). Sebenarnya *Lacto.B* berisi sekumpulan bakteri asam laktat (BAL) seperti *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum* dan *Streptococcus thermophiles* dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *Lacto.B* terhadap kecepatan penggumpalan, biomassa, kualitas dan tanggapan masyarakat terhadap *soycheese* (keju kedelai) yang diproduksi menggunakan *Lacto.B* sebagai starternya. Penelitian ini menggunakan tiga jenis konsentrasi *Lacto.B* yaitu konsentrasi 0,5 gram, 1 gram dan 1,5 gram. Aspek yang diamati yaitu kecepatan penggumpalan, biomassa, kualitas meliputi rasa, aroma, tekstur dan penampilan atau rupa dan tanggapan masyarakat. Pengamatan dilakukan 30 jam setelah fermentasi susukedelai dengan menggunakan pengukuran dan indrawi dengan cara uji organoleptik. Data dianalisis dengan analisis deskriptif kuantitatif untuk biomassa *Soycheese* dan deskriptif kualitatif untuk kecepatan, kualitas dan tanggapan masyarakat terhadap *Soycheese*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh konsentrasi *Lacto.B* terhadap kecepatan penggumpalan, biomassa, kualitas dan tanggapan masyarakat terhadap *soycheese*. Terdapat perubahan dari segi rasa, aroma, rupa dan tekstur pada susukedelai yang telah difermentasi menjadi *soycheese*. *Soycheese* dengan konsentrasi *Lacto.B* 0,5 gram memiliki kualitas yang paling baik dan kecepatan penggumpalan tercepat, sedangkan *soycheese* dengan konsentrasi *Lacto.B* 1,5 gram memiliki biomassa terbesar. Masyarakat menyukai *soycheese* dengan konsentrasi 0,5 gram *Lacto.B*. Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *Lacto.B* efektif sebagai starter dalam pembuatan keju kedelai (*Soycheese*)

Kata kunci: *Lacto.B*; *soycheese*; starter

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak dibudidayakan masyarakat. biji yang dihasilkan tanaman kedelai dapat dijual langsung atau diolah lebih lanjut, menjadi berbagai produk, misalnya sebagai bahan baku pembuatan tahu, tempe, tahuwa dan susu kedelai. selain produk tersebut, kedelai juga dapat diolah menjadi salah satu jenis keju yang terbuat dari susu kedelai (salah satu produk pengolahan kedelai) yang dikoagulasi oleh bakteri-bakteri asam laktat. Produk ini biasa disebut keju kedelai atau *soycheese* (Widya H, 2015). *Soycheese* memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan variasi-variasi produk kedelai yang sudah ada, *soycheese* memiliki fungsi sebagai makanan penunjang kesehatan (*functional food*) (Higgins, 2006), meningkatkan nilai ekonomi kedelai menjadi lebih tinggi karena harganya yang mahal, proses pembuatan yang juga mudah, bahan baku yang relatif murah, dan dapat meningkatkan nilai makanan kedelai (Widya H, 2015).

keju *soycheese* dibandingkan produk keju hewani adalah tidak menimbulkan reaksi alergi, meningkatkan kandungan kalsium, asam linoleat dan spingolipid (Higgins, 2006), mengandung protein yang tinggi (10,25%), rendah lemak (0,47%), air (88,6%), karbohidrat (0,02%) vit B (0,06%), vit A (0,02%) dan cita rasa yang disukai masyarakat (widyawanti, 2012; Maulana, 2014). Zat-zat nutrisi dalam *soycheese* seperti kalsium, asam linoleat dan spingolipid berfungsi mengurangi bahaya penyakit kronis seperti kanker dan penyakit jantung (Higgins, 2006), bakteri yang terlibat dalam proses fermentasi keju *soycheese* dapat mengurangi resiko terhadap berbagai penyakit dan meningkatkan sistem imun (Witwer, 1999), hasil metabolisme bakteri asam laktat pada keju seperti asam laktat mampu mencegah timbulnya berbagai penyakit (Ohashi *et al*, 2002), dalam bidang nilai dan mutu gizi, protein tinggi dalam *soycheese* berguna untuk metabolisme dan pembentukan berbagai senyawa kimia di dalam tubuh dan tidak menimbulkan kenaikan kadar kolesterol

dalam darah dan obesitas jika dikonsumsi jangka panjang akibat kandungan lemak yang rendah (Widyawanti, 2012; Witwer, 1999; Ohashi *et al*, 2002).

Pembuatan *soycheese* memerlukan starter dan rennet. Starter merupakan koagulan dalam proses pembuatan keju, tanpa starter keju *soycheese* tidak bisa dibuat. Starter penting dalam koagulasi dalam pembuatan keju. Starter dapat berupa *pure analitik* yang merupakan biakan murni maupun bentuk teknis yang merupakan campuran dari zat-zat lain. Starter yang umum digunakan adalah *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus lactis*, *Prepionibacterium skermanii*, *Prepionibacterium petersonii* dan lainnya yang merupakan bakteri asam laktat (BAL) (Setiawan, 2014). Bakteri asam laktat adalah kelompok bakterigram-positif yang tidak membentuk spora dan dapat memfermentasikan karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat. Berdasarkan taksonomi, terdapat sekitar 20 genus bakteri yang tergolong bakteri asam laktat, bakteri yang sering digunakan dalam pengolahan pangan adalah *Aerococcus*, *Bifidobacterium*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, dan *Weissella*. Bakteri ini menyebabkan terjadinya fermentasi pada pH tertentu sehingga proses koagulasi tercapai. Penambahan enzim atau pun asam bertujuan untuk menurunkan pH hingga 4,5 dimana pH tersebut merupakan titik isoelektrik kasein (Gadis, 2006). Rennet adalah sekelompok enzim yang dihasilkan oleh lambung binatang menyusui untuk mencerna susuibu. Rennet mengandung enzim proteolitik (protease) yang memisahkan susu menjadi bagian padat dan cair. Enzim aktif dalam rennet disebut *rennin* atau *chymosin* (EC3.4.23.4), tapi rennet juga mengandung beberapa enzim penting lain seperti pepsin atau lipase. Rennet berfungsi untuk menurunkan pH yang turun hingga 4,5 merupakan titik isoelektrik kasein (protein yang terkandung pada susu), membentuk gumpalan susu yang kemudian disaring untuk dipisahkan dengan whey-nya (Nurhidayanti, 2013).

Kasein yang menyusun 80% protein susuterjadi pada susu dalam bentuk besar, agregat multi-molekul yang disebut misel. Kasein misel adalah agregat sekitar bola dari 4 jenis kasein, alfa s1-, alpha S2-, beta dan kappa-kasein. Kappa-kasein adalah jenis yang penting dalam pembuatan keju. Stage Pertama menurut Huda (2011) pada proses fermentasi, karbohidrat yang terdapat dalam susu kedelai terdegradasi menjadi

asam laktat yang menurunkan pH susu kedelai. Derajat keasaman yang rendah memicu proses penggumpalan protein pada susu kedelai dan menciptakan suasana pH yang cocok supaya enzim dalam rennet dapat bekerja maksimal. Lacto.B mengandung bakteri-bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum* dan *Streptococcus thermophiles* yang dapat digunakan untuk fermentasi susu kedelai menjadi *soycheese*. BAL tersebut dapat menyekresikan asam-asam atau enzim yang dapat menurunkan kadar pH susu kedelai dan mengkoagulasi protein menjadi padat (Nurhidayanti, 2013). Masing-masing BAL memiliki fungsi tersendiri, *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium longum* memiliki fungsi menfermentasi susu kedelai, sedangkan dan *Streptococcus thermophiles* untuk membentuk lendir (Setiawan, 2014). Stage kedua adalah enzim yang terkandung dalam rennet yaitu enzim *rennin* akan mengkoagulasi dan menghidrolisis kappa-kasein menjadi para kappa-kasein dan makropeptida (gumpalan protein yang lebih besar). Stage ketiga, Ketika 85% dari total kappa-kasein dihidrolisis, stabilitas koloid dari misel berkurang sehingga mereka mengental pada suhu di atas 20°C.akhirnya terjadi endapan protein.Starter yang digunakan dalam pembuatan *Soycheese* adalah Lacto B yang merupakan suplemen makanan bagi anak-anak.Lacto B merupakan starter dalam bentuk teknis yang lebih mudah pengaplikasiannya dan lebih murah dibandingkan menggunakan starter biakan murni. Lacto b dapat digunakan sebagai starter karena didalamnya mengandung bakteri asam laktat meliputi *Lactobacillus acidophilus* ($4,7 \times 10^7$ cfu/g), *Bifidobacterium longum* ($1,3 \times 10^7$ cfu/g) dan *Streptococcus thermophiles* ($1,3 \times 10^7$ cfu/g) dan kandungan lain seperti serbuk krim nabati, dekstrosa, susu mineral konsentrat, vitamin C, vitamin B1, vitamin B2, vitamin B6, Niacin dan Zinc Oxide. Cara kerjanya hampir sama dengan starter pure analitik (Widya H, 2015; Widyawanti, 2012).

Tujuan penelitian ini mengetahui pengaruh konsentrasi pemberian lacto b terhadap kualitas keju dan tanggapan masyarakat terhadap *soycheese*, biomassa keju, kecepatan pembentukan keju *soycheese*.

METODE

Jenis penelitian adalah penelitian eksperimental. Penelitian ini dilakukan di LABORATORIUM IPA SMPN 1 NGORO pada tanggal 18 bulan Desember tahun 2015 sampai tanggal 1 bulan Januari tahun 2016. Populasi penelitian adalah semua jenis bakteri asam laktat yang

menfermentasi susu dan produk fermentasi yang lain. Sampel penelitian adalah bakteri laktat yang ada di Lacto.B yang meliputi *L.acidophilus*, *B.longum* dan *S. thermophilus* yang diaplikasikan pada proses fermentasi pembuatan keju (*soycheese*). variabel manipulasi adalah konsentrasi bakteri asam laktat melalui kadar bakteri asam laktat yang akan digunakan dalam pembuatan *soycheese* yaitu digunakan 3 (tiga) macam jumlah Lacto.B yaitu, 0.5 (setengah) gram(LB0.5), 1 (satu) gram(LB1) dan 1.5 (satu setengah) gram(LB1.5). Variabel respon adalah kualitas *Soycheese* dilihat melalui tekstur, rasa, aroma dan penampilan, tanggapan masyarakat, biomassa *soycheese* dan kecepatan penggumpalan susu kedelai yang dihitung dalam satuan jam (setiap 6 jam). Variabel kontrolnya adalah jenis kedelai, jenis rennet, konsentrasi rennet, lama waktu fermentasi, volume susu kedelai yang digunakan, teknik pembuatan keju, tempat inkubasi, suhu dan kondisi lingkungan. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah kecepatan pembentukan, biomassa dan kualitas *soycheese*. Kualitas *soycheese* meliputi rasa, aroma, tekstur dan penampilan, sekaligus tanggapan masyarakat pada *soycheese*. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis deskriptif kuantitatif (untuk biomassa *soycheese*) dan deskriptif kualitatif (untuk kecepatan pembentukan keju dan kualitas keju yang sekaligus menunjukkan tanggapan masyarakat).

Penelitian ini terdiri dari 3 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang 9 kali. Peletakan fermentor-fermentor diacak sesuai rancangan acak lengkap (RAL).

Bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan *soycheese* adalah biji kedelai sebanyak ¼ kg, 1 liter air, 3 sachet (@ 1 gram) Lacto.B Untuk percobaan menggunakan 0.5 gram Lacto.B, 1 gram Lacto.B dan 1.5 gram Lacto.B dan ¼ tablet rennet (untuk setiap satu liter susu kedelai). Alat-alat yang adalah baskom, panci, blender, sendok, saringan teh, kain untuk menyaring dan 3 buah toples plastik (untuk masing-masing variabel percobaan). Prosedur pembuatan *soycheese* menggunakan Lacto.B: (1) Memilih kedelai yang baik. (2) Merendam kedelai selama 12 jam. (3) Menanak kedelai sampai setengah matang, menghilangkan kulit ari kedelai. (4) Menghancurkan kedelai (dengan blender) dan menambahkan 1 liter air untuk setiap ¼ kg kedelai. (5) Menyaring campuran kedelai yang sudah halus dengan kain, fitrat (susu kedelai) hasil penyaringan dipasteurisasi (direbus sampai suhu 90°C selama 20 menit). (6) Mendinginkan susu kedelai sampai suhu 40°C dalam kondisi wadah tertutup. (7) Menambahkan Lacto.B sesuai dengan perlakuan yang sudah direncanakan. Menginkubasi susu kedelai selama 30 menit. (8) Menambahkan tablet rennet (enzim rennin) ¼ tablet setiap satu liter susu kedelai, diaduk hingga homogen. (9) Mengamati setiap jam proses penggumpalan yang terjadi.

HASIL

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama 30 jam terhadap kecepatan penggumpalan susu kedelai dalam proses pembuatan *soycheese*, maka didapatkan hasil yang disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil kecepatan penggumpalan selama 24 jam

Konsentrasi bakteri asam laktat (dalam gram Lacto. B)	Waktu Kecepatan Penggumpalan (setiap 6 jam)														
	6 Jam ke-1			6 Jam ke-2			6 Jam ke-3			6 Jam ke-4			6 Jam ke-5		
	K	L	R	K	L	R	K	L	R	K	L	R	K	L	R
0.5 gram			√				√	√	√	√	√	√	√	√	√
1 gram	√		√	√			√	√		√	√	√	√	√	√
1.5 gram	√		√	√			√	√		√	√	√	√	√	√

Keterangan : K= Koagulasi Protein; L = Terbentuk tiga lapisan (lapisan lemak, lapisan starter dan lapisan endapan protein); R = Endapan yang meretak (tanda koagulasi semakin banyak, keju yang akan terbentuk)

Berdasarkan Tabel 1 pada 6 jam pertama susu kedelai yang ditambahkan Lacto.B sebanyak 1 gram (LB1) dan 1.5 gram (LB1.5) mengalami koagulasi yang lebih cepat dibandingkan susu kedelai yang ditambahkan Lacto.B sebanyak 0.5 gram (LB0.5). 6 jam selanjutnya LB0.5 mulai mengalami koagulasi sedangkan LB1.5 mulai terbentuk tiga lapisan (lapisan lemak, lapisan starter dan lapisan endapan protein) dan koagulasi protein. Pada 6 jam selanjutnya ketiga susu kedelai sudah terbentuk 3 lapisan dan terus mengalami koagulasi protein, khusus untuk LB0.5 terbentuk endapan.

Setelah *soycheese* terbentuk, selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap ketebalan lapisan *soycheese* yang terbentuk. Hasil yang didapatkan diorganisasi dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil pengukuran ketebalan lapisan *Soycheese* pada berbagai perlakuan konsentrasi Lacto B setelah 30 jam fermentasi

Konsentrasi Bakteri Laktat (gram Lacto.B)	Biomassa <i>Soycheese</i> Dalam Setiap Pengulangan (mm)									Rata-rata Biomassa tiap pengulangan (dmm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0.5 gram	29	30	28	29	29	29	28	29	30	29
1 gram	29	30	31	28	29	31	32	30	30	30
1.5 gram	30	30	32	32	32	32	33	34	33	32

Berdasarkan tabel di atas rata-rata ketebalan yang dihasilkan LB1.5 adalah yang terbesar, setebal 32

mm dan biomassa terkecil dihasilkan oleh LB0.5, yaitu sebesar 29 mm.

Berdasarkan hasil uji organoleptik pada 24 responden didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil uji organoleptik *Soycheese* pada 24 responden

Rata-rata	<i>Soycheese</i> dengan Pemberian Lacto.B (dalam gram Lacto.B)			
Aspek		0,5 gram	1 gram	1,5 gram
Rasa	Gurih/ berasa kedelai	11,67	22,34	10,24
	Masam	22,00	22,75	19,50
	Asin	24,00	23,75	23,5
Rupa		72	72	72
Aroma	Gurih/berbau kedelai	24	24	24
	Masam	0	0	0
	Asin	0	0	0
tekstur		48	53	55

Berdasarkan tabel di atas *soycheese* yang memiliki paling gurih adalah *soycheese* LB1.5 dengan poin sebesar 22,34. Rasa masam terbaik oleh LB1 sebesar 22,75 poin, rasa asin terbaik oleh LB0.5 dengan poin 24,00. Secara keseluruhan rasa terbaik dimiliki oleh *soycheese* LB1. Dilihat dari aspek rupa dan aroma ketiga *soycheese* memiliki kualitas yang sama dengan perolehan poin rupa masing-masing *soycheese* sebesar 72, perolehan poin aroma masing-masing sebesar 24 untuk aroma gurih/kedelai dan 0 poin untuk aroma masam dan asin. *Soycheese* LB1.5 memiliki tekstur terbaik dengan perolehan poin sebesar 55 poin.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada 6 jam pertama tiga lapisan pertanda terjadinya koagulasi protein terjadi pada LB1 dan LB1.5, hal ini terjadi karena bakteri yang terkandung dalam Lacto.B berada dalam fase eksponensial/pertumbuhan cepat (log fase). Pada fase tersebut bakteri-bakteri yang sudah berhasil menyesuaikan diri dengan medium tempat hidupnya, menggunakan nutrisi yang ada di dalam medium tersebut akan digunakan untuk metabolisme bakteri, juga terjadi pembesaran ukuran sel bakteri dan perbanyakannya (Handayani, 2012). Dengan demikian asam laktat yang dihasilkan juga banyak dan menyebabkan terjadinya koagulasi. Dalam penelitian ini LB1 dan LB1.5 mengalami koagulasi lebih cepat daripada LB0.5, hal itu menandakan bahwa log fase yang dicapai kedua konsentrasi tersebut lebih cepat daripada log fase yang terjadi pada LB0.5. Fase log yang lebih cepat terjadi saat konsentrasi bakteri

ditambahkan ke susu kedelai semakin banyak, hal ini membuat koagulasi LB1 dan LB1.5 lebih cepat dibandingkan LB0.5. Pada 6 jam kedua LB0.5 mulai mengalami log fase, sedangkan dua konsentrasi Lacto.B yang lain sudah mulai memasuki tahap stasioner fase (fase pertumbuhan populasi tetap) pada fase ini bakteri yang mati sama dengan bakteri yang membelah (Handayani, 2012), hal ini menyebabkan terbentuknya 3 lapisan (lapisan lemak, cairan berwarna kekuningan yang merupakan starter (bakteri) dan hasil koagulasi protein yang merupakan calon *soycheese*). Lapisan lemak dan koagulasi protein merupakan hasil metabolisme primer dari bakteri pada fase ini (Handayani, 2012). Pada 6 jam kedua, LB0.5 yang telah memasuki log fase dapat membentuk gumpalan protein yang lebih banyak daripada kedua konsentrasi yang lain, ini dikarenakan LB0.5 memerlukan waktu log fase yang lebih lama, yang membuat bakteri tersebut dapat menyerap nutrisi yang lebih banyak dan memecahnya, menghasilkan asam laktat yang lebih banyak, sehingga memicu penggumpalan protein yang lebih banyak, memicu kerja enzim rennin yang terdapat di dalam rennet yang ditambahkan, dengan demikian koagulasi protein dan lemak yang lebih banyak ketimbang dua konsentrasi lainnya yang log fase yang lebih singkat, dikarenakan jumlah bakteri yang banyak akan menyebabkan penggunaan bahan makanan yang banyak, dengan demikian mempercepat terjadinya stasioner fase pada bakteri tersebut. Terjadinya penumpukan protein pada LB1 dan LB1.5, menunjukkan bahwa kedua konsentrasi bakteri telah memasuki fase stasioner (keseimbangan), yang membuat jumlah bakteri pada setiap konsentrasi berjumlah sama, sehingga proses metabolisme berlangsung dengan kecepatan yang sama (Handayani, 2012). Retakan yang dihasilkan LB0.5 adalah yang paling cepat terjadi dibandingkan dengan kedua konsentrasi lainnya (LB1 dan LB1.5), hal ini dikarenakan bakteri pada LB0.5 masih berada dalam tahap log fase yang mana metabolisme bakteri yang masih tinggi dan menghasilkan banyak asam yang membuat lapisan protein cepat terbentuk retakan (atau cepat menggumpal) sedangkan dua konsentrasi lainnya, bakteri yang terkandung di dalamnya telah berada pada fase stasioner dan sebagian bahkan telah memasuki death fase, sehingga metabolismenya tidak terlalu cepat dan banyak bakteri yang telah mati, sehingga retakan (penggumpalan) pada lapisan protein lebih lambat terjadi. Dengan demikian LB 0.5 mengalami kecepatan penggumpalan protein menjadi

keju yang tercepat dibandingkan dengan dua konsentrasi yang lainnya.

Hasil penelitian menunjukkan ketebalan lapisan keju yang dihasilkan LB1.5 adalah yang paling tebal, dan LB0.5 menghasilkan lapisan keju yang paling sedikit. Bakteri yang terkandung dalam Lacto.B yang telah teraktivasi dan juga penambahan rennet pada susu kedelai, akan menyebabkan menurunnya pH medium yang membuat protein terkoagulasi. Bakteri asam laktat yang terkandung di dalam Lacto.B akan mendegradasi karbohidrat yang terkandung dalam susu kedelai menjadi asam laktat yang menyebabkan turunnya pH medium hingga 5-4, menyebabkan teraktivasinya enzim rennin yang terkandung di dalam rennet, asam laktat juga akan diubah menjadi asam propionat, asam asetat dan CO₂ oleh bakteri. Aktivasi rennin menyebabkan kasein yang memiliki struktur kappa-Kasein di dalam misel mengalami hidrolisis dan koagulasi menjadi para kappa-kasein dan makropeptid atau protein yang berukuran besar. Makropeptida berdifusi ke dalam fase air dan para kappa-kasein tetap melekat di misel, kemudian makropeptida hilang. Ketika 85% dari total kappa-kasein dihidrolisis, stabilitas koloid dari misel berkurang sehingga mereka mengental pada suhu di atas 20°C. akhirnya terjadi endapan protein (Anonim,2012). Penambahan jumlah bakteri akan mempengaruhi koagulasi kappa-kasein, jumlah bakteri yang banyak akan menghasilkan lebih banyak asam laktat melalui degradasi laktosa yang membuat pH cairan semakin asam untuk aktivasi enzim rennin, aktivasi enzim rennin yang optimal menyebabkan semakin banyak kappa-kasein yang terhidrolisis dan terkoagulasi menjadi para kappa-kasein yang akhirnya menyebabkan stabilitas koloid dari misel berkurang sehingga mereka mengental dan terbentuk endapan protein. Pada penelitian ini LB1.5 menghasilkan endapan protein terbanyak yaitu setebal 32 mm, dari pada konsentrasi Lacto.B yang lainnya (LB1 setebal 30 mm dan LB0.5 setebal 29 mm). Sebenarnya perbedaan ketebalan lapisan protein tersebut tidak terlalu besar, hanya terpaut 1 sampai 3 mm saja.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian di atas berbagai rasa dan aroma timbul setelah kedelai difermentasi menjadi *soycheese*, hal ini terjadi karena selama proses fermentasi asam-asam dan hasil metabolit yang dihasilkan oleh bakteri-bakteri tersebut memengaruhi dan menghasilkan rasa atau aroma tertentu. *Soycheese* memiliki rasa kedelai yang merupakan bahan utama dalam pembuatannya, sedangkan rasa masam dan asin yang timbul adalah

akibat dari berbagai asam yang dihasilkan bakteri asam laktat tersebut. Jenis-jenis bakteri memiliki peran masing-masing dalam menciptakan rasa atau aroma sebagian memiliki peran menghasilkan asam yang berfungsi dalam fermentasi *soycheese* dan sebagian lainnya berfungsi untuk membentuk rasa dan aroma *soycheese*, kombinasi jenis-jenis bakteri tersebut akan memengaruhi kualitas *soycheese*. Tekstur *soycheese* dipengaruhi oleh jenis bahan baku seperti jenis kedelai, komposisi bakteri pun ikut memengaruhi. *Soycheese* dengan konsentrasi Lacto.B yang banyak memiliki tekstur yang paling lembut diantara yang lain, hal ini dikarenakan semakin banyak bakteri kemampuannya untuk mendegradasi senyawa kompleks yang ada di dalam kedelai menjadi senyawa yang lebih sederhana akan menjadi semakin baik sehingga menghasilkan tekstur yang lembut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan *soycheese* LB1 menghasilkan kualitas yang paling baik, dikarenakan komposisi kombinasi antara bahan baku, bakteri asam laktat dan rennet yang seimbang.

SIMPULAN

Konsentrasi Lacto.B berpengaruh terhadap kualitas *soycheese*, kualitas terbaik adalah *soycheese* dengan konsentrasi Lacto.B sebanyak 1 gram dan masyarakat menyukai *soycheese* dengan konsentrasi Lacto.b sebanyak 1 gram. Konsentrasi Lacto.B berpengaruh terhadap biomassa *soycheese*, biomassa terbesar dimiliki *soycheese* dengan konsentrasi Lacto.B sebanyak 1,5 gram. Konsentrasi Lacto.B berpengaruh terhadap kecepatan penggumpalan susu kedelai dimana kecepatan penggumpalan tercepat adalah *soycheese* dengan konsentrasi Lacto.B sebanyak 0,5 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Pembuatan Keju dari Susu Kedelai dan Susu Kambing Menggunakan Inokulum Lactococcus lactis dan Streptococcus thermophilus*. Diakses melalui <http://www.himapet.com/2014/01/pembuatan-keju-dari-susu-kedela-dan.html> pada tanggal 18 Desember 2015.
- Anonim. 2013. *Cara Membuat Susu Kedelai Dengan Mudah*. Diakses melalui <http://www.inicara.info/> pada tanggal 18 Desember 2015.
- Gadis, 2006. *Bakteri untuk Keju*. Diakses melalui <http://endarwati-uny.blogspot.co.id/> pada tanggal 18 Desember 2015.

- Handayani, Meuthia, 2011. *Fase Pertumbuhan Bakteri*. Diakses melalui <https://tothelastbreath.wordpress.com/2012/06/11/fase-pertumbuhan-bakteri/> pada tanggal 26 Desember 2015.
- Huda, Nila, 2011. *Reaksi Kimia pada Saat Pembuatan Keju*. Diakses melalui <http://nilahuda.blogspot.co.id/> pada tanggal 18 Desember
- Nurhidayati, Tutik. *Pengganti Rennet Dalam Pembuatan Keju*. Diakses melalui <http://pustakapanganku.blogspot.co.id/2011/08/pengganti-rennet-dalam-pembuatan-keju.html> pada tanggal 19 Desember 2015.
- Ossiris, Sir, 2010. *Proses Pembuatan Keju*. Diakses melalui <https://lordbroken.wordpress.com/category/ilmu-dan-teknologi-pangan/> pada tanggal 18 Desember 2015.
- Setiawan, Bayu, 2014. *Macam-Macam Bakteri dan Peranannya*. Diakses melalui <http://www.seputarpendidikan.com/> pada tanggal 25 Desember 2015.
- Widya H, Mediana, 2015. *Bioteknologi "Soy Cheese (SuFu)"*. Diakses melalui <http://blog.ub.ac.id/meidinawidya/> pada tanggal 18 Desember 2015



Uji Total Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan pada Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Fraksi Etanol dan Metanol

Dwi Yulian Anugerah¹, Betty Lukiaty², Sri Endah Indriwati³

¹²³Program Studi Pendidikan Biologi, FMIPA

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5 Malang, Indonesia

¹e-mail: yuliananugerah@gmail.com

ABSTRAK

Jeruk purut (*Citrus hystrix*) merupakan tanaman yang tumbuh subur di Indonesia. Masyarakat di Indonesia pada umumnya menggunakan daun dari tanaman jeruk purut (*Citrus hystrix*) sebagai bumbu masakan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan total flavonoid dan aktivitas antioksidan pada ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) fraksi etanol dan metanol. Penetapan total flavonoid dilakukan dengan metode spektrofotometri pada panjang gelombang 438 nm dengan menggunakan quercetin sebagai standar. Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode peredaman radikal bebas DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) pada panjang gelombang 517 nm. Hasil penelitian total flavonoid ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) fraksi etanol dan metanol secara berturut-turut adalah 1,01 µg/ml EQ dan 1,11 µg/ml EQ. Uji aktivitas antioksidan ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) fraksi etanol dan metanol secara berturut-turut adalah 851,8 ppm dan 754,48 ppm.

Kata kunci: *Citrus hystrix*, Total Flavonoid, Aktivitas Antioksidan

PENDAHULUAN

Jeruk purut (*Citrus hystrix*) adalah tanaman yang tumbuh subur di kawasan Asia Tenggara termasuk Indonesia. Tanaman jeruk purut (*Citrus hystrix*) banyak ditanam di halaman rumah masyarakat dapat dijadikan sebagai tanaman lokal yang berpotensi untuk dieksplorasi manfaatnya. Masakan khas negara-negara di kawasan ini hampir semuanya menggunakan aroma daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) sebagai pematik rasa. Daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) memiliki harum yang khas dan memiliki khasiat sebagai obat (Tim Afin and Friends, 2013). Bau harum yang dimiliki oleh daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) disebabkan oleh keberadaan kandungan minyak atsirinya.

Pada umumnya penelitian yang dilakukan terhadap daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) hanya terkait kandungan minyak atsirinya. Beberapa penelitian terkait daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) diantaranya adalah penelitian Loh dkk (2011) menyebutkan minyak atsiri daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) efektif membunuh larva serangga pada *Spodoptera litura*, larva nyamuk *Aedes aegypti* (Ansori dkk., 2014) dan dapat menekan populasi hama *Sitophilus oryzae* (Julyasih, 2001). Yuliani, dkk (2011) menyebutkan kandungan minyak atsiri daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) memiliki aktivitas antibakteri pada *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dan juga antibakteri terhadap *Streptococcus pneumoniae*,

Haemophilus influenzae, *Acinetobacter baumannii* (Srisukh dkk., 2012). Daun jeruk purut tidak hanya memiliki kandungan minyak atsiri saja, terdapat pula kandungan tanin, steroid, triterpenoid (Hidayat dan Napitupulu, 2015) flavonoid, fenolik, alkaloid (Rahmi, dkk 2013) saponin (Anugerah, 2016).

Golongan senyawa fenolik dan flavonoid merupakan senyawa kimia yang tergolong kelompok antioksidan (Hernani dan Raharjo, 2005). Antioksidan adalah senyawa yang mampu menghambat radikal bebas sehingga dapat mencegah kerusakan sel normal yang pada akhirnya mencegah penyakit degeneratif (Halliwell and Gutteridge, 2000). Penelitian ini bertujuan untuk melanjutkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Anugerah (2016), yaitu penelitian uji total flavonoid dan aktivitas antioksidan daun jeruk purut (*Citrus hystrix*). Daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) dipilih sebagai bahan penelitian karena ketersediaannya yang melimpah di Indonesia. Penelitian ini merupakan salah satu rangkaian penelitian untuk mengeksplorasi manfaat daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) bagi manusia.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) segar, metanol 70%, etanol 70%, quercetin, etanol 96%, $AlCl_3$

10%, kalsium asetat 1 M, aquades, dan DPPH (*diphenyl picryl hydrazil*).

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari toples bertutup, timbangan analitik, rotary evaporator, shaker digital, beaker glass, scapel, tabung reaksi, vortex, aluminium foil, dan spektrofotometer UV-Vis (Ultraviolet Visible).

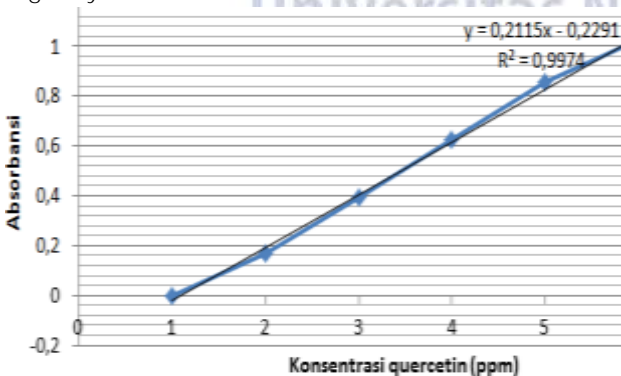
Waktu dan tempat

Penelitian tentang analisis total flavonoid dan uji aktivitas antioksidan dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang. Pembuatan ekstrak daun jeruk purut dilakukan di Balai Materia Medica Batu. Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2016.

Metode

Metode dalam penelitian ini terdiri dari ekstraksi, analisis total flavonoid dan uji aktivitas antioksidan. Pembuatan ekstrak daun jeruk (*Citrus hystrix*) dengan fraksi etanol 70% dan metanol 70% masing-masing menggunakan metode maserasi. Serbuk daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) segar ditimbang sebanyak 400 g, kemudian dimaserasi dengan etanol 70% maupun metanol 70% selama 24 jam dalam kondisi tertutup. Ekstrak cair yang diperoleh selanjutnya dikentalkan menggunakan rotary evaporator.

Analisis total flavonoid menggunakan quercetin sebagai standar. Kurva standar quercetin dibuat dengan berbagai konsentrasi 0, 20, 40, 60, 80 dan 100 ppm. Masing-masing ditambahkan 1,5 ml etanol 96%, 0,1 ml AlCl₃ 10%, 0,1 ml kalsium asetat 1 M dan 2,8 ml aquades. Campuran tersebut divortex dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 60 menit. Absorbansinya dibaca pada panjang gelombang 438 nm dengan spektrofotometer UV-Vis, kemudian dibuat kurva standar seperti tersaji pada Gambar 1, dengan rumus regresi $y = 0,2115x - 0,2291$.



Gambar 1. Kurva Standar Total Quercetin

Ekstrak daun jeruk (*Citrus hystrix*) dari masing-masing fraksi diambil 0,5 ml dan diperlakukan sama dengan quercetin. Absorbansinya dibaca pada panjang gelombang 438 nm dengan spektrofotometer UV-Vis. Hasil nilai absorbansi kemudian diplotkan dalam kurva standar quercetin.

Uji Aktivitas Antioksidan dilakukan dengan cara mengukur penangkapan radikal DPPH. Kristal DPPH sebanyak 4 mg dilarutkan dalam etanol 96% sampai dengan 100 ml sebagai standar konsentrasi 40 ppm. Sampel ekstrak daun jeruk purut dibuat konsentrasi 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, 800 ppm dan 1000 ppm. Masing-masing diambil sebanyak 2 ml ekstrak ditambahkan 2 ml DPPH 40 ppm. Campuran tersebut divortex dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 60 menit. Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 517 nm dengan spektrofotometer UV-Vis.

HASIL

Analisis Total Flavonoid

Hasil pengukuran rata-rata absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis terhadap ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) fraksi etanol, metanol secara berturut-turut adalah 0,005 dan 0,006. Nilai absorbansi tersebut masing-masing diplotkan dalam kurva standar quercetin sehingga diperoleh total flavonoid. Hasil penelitian total flavonoid fraksi etanol dan metanol secara berturut-turut adalah 1,01 µg/ml EQ (Ekivalen Quercetin) dan 1,11 µg/ml EQ (Ekivalen Quercetin).

Uji Aktivitas Antioksidan

Hasil aktivitas antioksidan ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) menggunakan fraksi etanol dan metanol diperoleh berdasarkan persentase peredaman radikal bebas DPPH oleh ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Nilai Absorbansi dan Persentase Peredaman Radikal Bebas DPPH oleh Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Fraksi Etanol dan Metanol

Ekstrak	Konsentrasi (ppm)	Rerata nilai absorbansi	Persentase peredaman
Etanol	200	0,303	69,55 %
	400	0,182	81,71 %
	600	0,0995	90 %
	800	0,0635	93,62 %
	1000	0,074	92,56 %
Metanol	200	0,3055	69,296%
	400	0,205	79,397%
	600	0,107	89,25%
	800	0,0595	94,02%
	1000	0,053	94,67%

Nilai rerata absorbansi dari ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) tersebut dihitung persen peredaman radikal bebasnya. Perhitungan persentase peredaman radikal bebas (*Inhibition*) menggunakan rumus sebagai berikut.

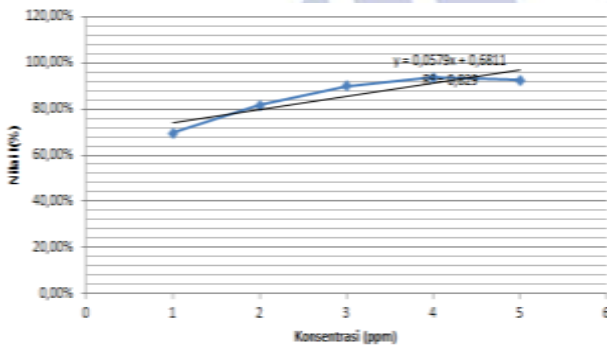
$$Inhibition(\%) = \frac{A_0 - A_s}{A_0} \times 100\%$$

Keterangan:

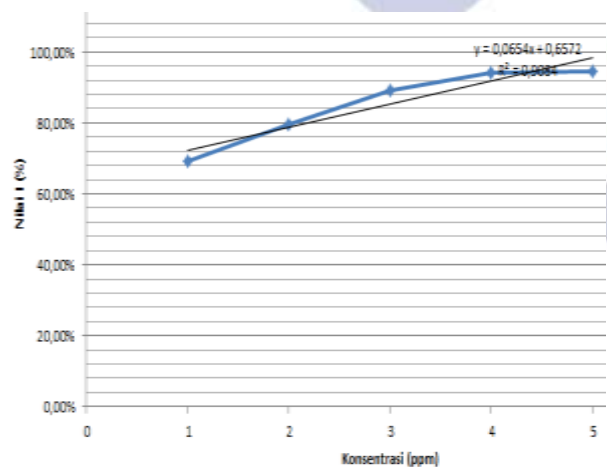
A_0 = absorbansi kontrol

A_s = absorbansi sampel

Hasil perhitungan peredaman radikal bebas tersebut dibuat persamaan regresi linier melalui grafik yang berisi hubungan antara konsentrasi sampel dengan peredaman radikal. Grafik hubungan antara konsentrasi ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) fraksi etanol dan metanol dengan daya peredaman radikal bebas (%) secara berturut-turut disajikan dalam Gambar 1 dan Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Hubungan Antara Konsentrasi Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Fraksi Etanol dengan Daya Peredaman Radikal Bebas (%)



Gambar 3. Hubungan Antara Konsentrasi Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Fraksi Metanol dengan Daya Peredaman Radikal Bebas (%)

Hasil persamaan garis regresi linier tersebut masing-masing digunakan untuk menghitung nilai IC_{50} . Perhitungan nilai IC_{50} dilakukan dengan mengganti y

menjadi angka 50 dan x merupakan nilai aktivitas antioksidan yang dicari. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka nilai IC_{50} daun jeruk purut fraksi etanol dan metanol secara berturut-turut adalah 851,8 ppm dan 754,48 ppm.

PEMBAHASAN

Analisis Total Flavonoid

Hasil total fenol ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) fraksi etanol dan metanol memperlihatkan jumlah yang tidak berbeda jauh, secara berturut-turut yaitu 1,01 $\mu\text{g/ml}$ EQ dan 1,11 $\mu\text{g/ml}$ EQ. Hal ini disebabkan karena senyawa flavonoid yang lebih mudah larut ke dalam fraksi metanol dibandingkan etanol. Fraksi metanol bersifat sedikit lebih polar dibandingkan etanol. Tingkat kepolaran metanol yang sedikit lebih besar dibandingkan etanol menyebabkan total flavonoid pada fraksi metanol sedikit lebih besar dibandingkan pada fraksi etanol.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Anugerah (2016) terhadap total fenol pada daun jeruk purut menyebutkan penggunaan fraksi air dapat menyari total fenol lebih banyak, karena air merupakan fraksi yang paling polar. Dalam hal ini, semakin banyak total fenol yang diperoleh, maka semakin banyak pula total flavonoid yang diperoleh, karena sebagian besar fenol merupakan flavonoid. Kadar total flavonoid ini dapat digunakan sebagai indikator keefektifan aktivitas antioksidan (Tapas *et al.* 2008).

Uji Aktivitas Antioksidan

Hasil persentase peredaman radikal bebas masing-masing ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) memiliki perbedaan dalam setiap konsentrasinya. Berdasarkan pada Tabel 1 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin tinggi pula nilai persentase peredaman radikal bebasnya hingga pada konsentrasi 800 ppm, kemudian sedikit turun persentasenya pada konsentrasi 1000 ppm. Hal ini disebabkan pada konsentrasi 800 ppm sampel ekstrak tersebut memiliki warna kuning yang paling terang, kemudian pada konsentrasi 1000 ppm sampel ekstrak tersebut memiliki warna kuning yang lebih pekat.

Warna kuning paling terang pada konsentrasi 800 ppm memiliki absorbansi paling kecil sehingga persentase peredaman radikal bebasnya paling tinggi. Warna kuning yang lebih pekat pada konsentrasi 1000 ppm memiliki absorbansi sedikit lebih tinggi sehingga persentase peredaman radikal bebasnya sedikit lebih rendah dibandingkan pada konsentrasi 800 ppm. Perbedaan nilai absorbansi ini dipengaruhi

oleh alat spektrofotometer UV-Vis yang mengukur nilai absorbansi sampel berdasarkan kecerahan warna sampel.

Perbedaan warna pada setiap konsentrasi masing-masing sampel terjadi akibat reaksi antara radikal DPPH dengan sampel. Dalam penelitian ini, DPPH yang berwarna ungu berubah menjadi kuning setelah penambahan ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) menunjukkan bahwa ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) tersebut memiliki aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) fraksi etanol dan metanol diperlihatkan pada kemampuannya dalam menangkap radikal DPPH. Molyneux (2004) menyatakan radikal DPPH (*diphenyl picryl hydrazil*) distabilkan dengan didonorkannya satu atom H dari antioksidan atau donor elektron menjadi DPPH-H (*difenilpikrilhidrazin*) yang berwarna kuning.

Aktivitas antioksidan berupa nilai IC_{50} merupakan nilai konsentrasi sampel untuk meredam 50% radikal bebas (Pokorny *et al.*, 2001). Semakin kecil nilai IC_{50} berarti semakin tinggi aktivitas antioksidan (Yuhernita dan Juniarti, 2011). Jun, dkk (2006) menyatakan bahwa nilai $IC_{50} < 50$ ppm tergolong antioksidan sangat aktif; 50-100 ppm antioksidan yang aktif; 101-250 ppm antioksidan sedang; dan $IC_{50} > 250$ ppm tergolong antioksidan lemah. Berdasarkan hasil uji aktivitas antioksidan daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) fraksi etanol dan metanol yang telah dipaparkan sebelumnya, maka aktivitas antioksidan dari kedua fraksi tergolong lemah.

Hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) fraksi etanol dan metanol memperlihatkan hasil yang tidak berbeda jauh. Hal ini disebabkan oleh total flavonoid pada ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) fraksi etanol dan metanol tidak berbeda jauh. Dalam penelitian ini, terlihat semakin tinggi kandungan flavonoid dalam ekstrak maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya. Flavonoid merupakan golongan senyawa fenol yang berfungsi menghambat reaksi oksidasi (Robinson, 1995). Flavonoid bertindak sebagai reduktor sehingga mampu mendonorkan hidrogen pada radikal bebas. Aktivitas antioksidan dari senyawa flavonoid berasal dari kemampuannya mentransfer elektron pada radikal bebas (Gupta, *et al*, 2010).

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal berikut: (1) total flavonoid ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) fraksi etanol dan

metanol secara berturut-turut adalah 1,01 $\mu\text{g/ml}$ EO dan 1,11 $\mu\text{g/ml}$ EO; (2) uji aktivitas antioksidan ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) fraksi etanol dan metanol secara berturut-turut adalah 851,8 ppm dan 754,48 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, A.N.M., dkk. 2014. Pemanfaatan Ekstrak Fraksi Nonpolar Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Sebagai Biolarvasida Nyamuk *Aedes aegypti* Instar III. *Proceeding Seminar Nasional Biodiversitas* VISBN: 978-979-98109-4-6.
- Anugerah, D.Y., Lukiati, B dan Indriwati, S.E. 2016. Skrining Fitokimia dan Uji Total Fenol Pada Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC) Fraksi Etanol, Metanol dan Air. *Seminar Nasional Biologi ke-3*. Universitas Negeri Malang.
- Gupta, V.K., Kumria, R., Garg, M and Gupta, M. 2010. Recent Updates on Free Radicals Scavenging Flavonoids: An Overview. *Asian Journal of Sciences* Vol 9(3) : 108-117.
- Halliwel, B and Gutteridge, J.M.C. 2000. *Free Radical in Biology and Medicine*. New York: Oxford University Press.
- Hernani dan Rahardjo, M. 2005. *Tanaman Berkhasiat Antioksidan*. Jakarta: Penebar swadaya
- Hidayat, S dan Napitupulu. 2015. *Kitab Tumbuhan Obat*. Jakarta: Agriflo.
- Julyasih, K.S.M. 2001. Pengaruh Campuran Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) pada Simpanan Beras Terhadap Perkembangan Populasi *Sitophilus oryzae*. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian* Vol 1(1) : 21-25.
- Jun, M., H.Y., Hong, J., Wang, X., C.S. 2006. Comparison of Antioxidant Activities of Isoflavones from Kudzu Root (*Pueraria lobate ohwi*). *The Journal of Food Science. Institute of Technologist*. 2117-2122.
- Loh, F.S., Awang, R.M., Omar, D., dan Rahmani, M., 2011. Insecticidal Properties of *Citrus hystrix* DC Leaves Essential Oil Against *Spodoptera litura* Fabricus. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol 5(16) : 3739-3744.
- Molyneux, P. 2004. The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Anthioxidant Activity. *Songklanakar in journal science technology* Vol 26(2): 211-219.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N., and Gordon, M. 2001. *Antioxidants in Food, Practical Applications*. Inggris: Cambridge Woodhead publishing limited.
- Rahmi, U., Manjang, Y., dan Santomi, A. 2013. Profil Fitokimia Metabolit Sekunder dan Uji Aktivitas Antioksidan Tanaman Jeruk Purut (*Citrus hystrix*

- DC) dan Jeruk Bali (*Citrus maxima* (Burm.f.) Merr). *Jurnal Kimia Unnad* Vol 2(2): 109-114.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Bandung: ITB.
- Srisukh, V., Tribuddharat, C., Nukoolkarn, V., Bunyaphatsara, N., Choekhaibulkit, K., Phoomniyom, S., Chuanphung, S., dan Srifuengfung, S., 2012. Antibacterial Activity of Essential Oils From *Citrus hystrix* (Makrut Lime) Againsts Respiratory Tract Pathogens. *Science Asia* Vol 38: 212-217.
- Tapas, A. Sakarkr, D.M dan Kakde, R.B. 2008. Flavonoids as nutraceuticals: a review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* Vol 7(3): 1089-1099.
- Tim Afin and Friends. 2013. *Daun Dahsyat: Pencegah dan Penyembuh Penyakit*. Jogjakarta: KATAHATI.
- Yuhernita dan Juniarti. 2011. Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Metanol Daun Surian yang Berpotensi sebagai Antioksidan. *Makara Sains* Vol 15(1): 48-52.
- Yuliani, R., Indrayudha, P., dan Rahmi, S.S., 2011. Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Pharmacon* Vol 12(2) : 50-54.



Uji Toksisitas Bahan Pewangi Pakaian Sekali Bilas Antibakteri terhadap Daya Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Dwi Wahyuning Asih¹, Herlina Fitrihidajati², Fida Rachmadiarti³

¹²³Jurusan Biologi-FMIPA Universitas Negeri Surabaya

Jl.Ketintang Gedung C3 Lt. 2, Surabaya 60231

¹e-mail: dwiwahyuning06@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan tingkat toksisitas dan menentukan konsentrasi yang aman dari bahan pewangi sekali bilas antibakteri terhadap daya hidup ikan mas. Jenis penelitian ini adalah eksperimental. Parameter yang diukur adalah tingkat mortalitas dari ikan mas selama 2x24 jam dengan menghitung *lethal Dose* (LD) yang telah diberi perlakuan dengan beberapa konsentrasi bahan pewangi sekali bilas antibakteri Y, pada tahap orientasi konsentrasi bahan pewangi yang diberikan berdasarkan dengan anjuran pakai pada kemasan 10 ml/6L air (10000 ppm). Pada tahap pendahuluan diberikan konsentrasi berdasarkan konsentrasi terendah dari tahap orientasi yakni 3000 ppm. Sedangkan untuk tahap eksperimen, konsentrasi yang diberikan adalah 1 ppm, 1,5 ppm dan 2 ppm (mengacu kepada standart baku mutu detergen di perairan). Teknik analisis data menggunakan statistik deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat toksisitas dari bahan pewangi sekali bilas antibakteri menunjukkan LD₁₀₀. Semakin tinggi konsentrasi bahan mengakibatkan semakin rendah daya hidup ikan mas dan dosis aman dari pemakaian bahan pewangi sekali bilas antibakteri Y adalah 1-2 ppm.

Kata Kunci: toksisitas pewangi pakaian, daya hidup, ikan Mas.

PENDAHULUAN

Menurut PP No. 82 Tahun 2001, yang dimaksud dengan pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau berubahnya tatanan (komposisi air) oleh kegiatan manusia dan proses alam sehingga kualitas air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Salah satu pencemaran dapat disebabkan oleh aktivitas manusia yang sering kali dibuang ke lingkungan perairan. Aktivitas manusia tersebut salah satunya adalah penggunaan pewangi sekali bilas antibakteri yang dianggap mampu menghemat air dan menghemat penggunaan detergen. Pada kenyataannya limbah dari pewangi pakaian yang banyak dibuang ke lingkungan perairan dapat menyebabkan keracunan terutama untuk biota air salah satunya adalah ikan mas yang sering dijumpai pada sungai.

Air limbah detergen maupun pewangi pakaian termasuk polutan atau zat yang mencemari lingkungan karena didalamnya terdapat zat yang disebut ABS (alkyl benzene sulphonate) yang merupakan deterjen tergolong keras. Detergen dan softener tersebut sukar dirusak oleh mikroorganisme (*nonbiodegradable*) sehingga dapat menimbulkan

pencemaran lingkungan. Senyawa utama dari detergen adalah bahan surfaktan atau bahan aktif permukaan, yang bereaksi menjadikan air menjadi lebih basah (*wetter*) dan sebagai bahan pencuci yang lebih baik. Surfaktan terkonsentrasi pada batas permukaan antara air dan gas (udara), padatan-padatan (debu) dan cairan-cairan yang tidak dapat bercampur minyak. Hal ini terjadi karena struktur "**amphiphilic**", yang bersifat polar atau gugus ionik dengan afinitas yang kuat untuk air dan bagian lainnya suatu hidrokarbon yang tidak suka air (Rompas, 2010). Dengan makin luasnya pemakaian pewangi pakaian sekali bilas maka resiko bagi kesehatan manusia maupun kesehatan lingkungan pun makin rentan. Limbah yang dihasilkan dari detergen pewangi pakaian dapat menimbulkan dampak yang merugikan bagi lingkungan yang selanjutnya akan mengganggu atau mempengaruhi kehidupan masyarakat (Heryani dan Puji, 2008). Menurut peraturan KPBOM No. 7 th 2014 menyatakan uji toksisitas adalah suatu uji untuk mendeteksi efek toksik suatu zat sehingga diperoleh data dosis-respon yang khas dari sediaan uji untuk ditentukan dosis penggunaan yang aman bagi manusia beserta lingkungan.

Berdasarkan uraian diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah 1) mendeskripsikan tingkat

toksisitas dari bahan pewangi sekali bilas antibakteri Y 2) mengetahui konsentrasi yang aman dari bahan pewangi sekali bilas antibakteri Y.

METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimental, penelitian dilakukan pada Oktober-November 2016 di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah toples yang berkapasitas 8 liter air, pH meter, termometer, DO meter, gelas ukur 500 ml, pipet, erlenmeyer 250 ml, timbangan analitik, saringan dan pengaduk. Bahan yang dibutuhkan adalah ikan mas, air 6 L per toples dan pewangi sekali bilas dan antibakteri Y, dengan parameter yang diukur adalah dan mortalitas (Lethal Dose/LD) ikan mas setelah 2x24 jam untuk setiap tahap perlakuan Pada setiap perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan masing-masing ulangan menggunakan 10 ekor ikan mas.

Tahapan dalam penelitian ini diantaranya tahap aklimatisasi, pendahuluan, orientasi dan eksperimen. Adapun tahap aklimatisasi dilakukan sekitar 7 hari dengan tujuan adaptasi. Tahap pendahuluan bertujuan untuk menentukan konsentrasi yang mencapai LD₁₀₀. Pada tahap ini digunakan konsentrasi dengan mengacu pada anjuran pakai yang terdapat pada kemasan yakni 10 ml/6 L yang sama dengan 10.000 ppm (0 ppm (kontrol) 3000 ppm, 10000 ppm dan 17000 ppm) dengan cara melarutkan masing-masing pewangi sekali bilas antibakteri tersebut ke dalam toples yang berisi 6 liter air, memasukkan 10 ekor ikan pada masing-masing perlakuan, mengamati mortalitas ikan, mengukur faktor fisik (suhu, DO dan pH) awal dan akhir pada setiap toples dan mencatat hasil pengamatan. Tahap orientasi dilakukan hal yang sama seperti pada tahap pendahuluan dengan tujuan menentukan LC₅₀, konsentrasi yang digunakan berdasarkan konsentrasi terendah dari tahap sebelumnya yaitu 0 ppm (kontrol), 1000 ppm, 2000 ppm dan 3000 ppm. Pada tahap eksperimen penentuan konsentrasi mengacu pada aturan standart baku mutu detergen di perairan yakni 0,2 ppm, sehingga pada tahap ini digunakan konsentrasi 0 ppm (kontrol), 1 ppm, 1,5 ppm dan 2 ppm. Teknik analisis data menggunakan statistik deskriptif kuantitatif.

HASIL

Berdasarkan hasil pada tahapan uji toksisitas yang telah dilakukan pada tahap orientasi,

pendahuluan dan eksperimen diperoleh data seperti di bawah ini,

Tabel 1. Hasil rerata pengamatan parameter fisik-kimia pada tiap tahapan

Tahapan	Perlakuan	Derajat Keasaman (pH)		Suhu (°C)		DO	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Pendahuluan	A (0 ppm)					6	3,9
	B (3000 ppm)	7	8	27	28	6	3,4
	C (10000 ppm)						2,1
	D (17000 ppm)						6,2
Orientasi	A (0 ppm)					6,2	4,3
	B (1000 ppm)	7	8	27	28	6,2	3,4
	C (2000 ppm)						3,9
	D (3000 ppm)						6,2
Eksperimen	A (0 ppm)					6,2	6,0
	B (1 ppm)	7	7	28	28	6,2	6,0
	C (1,5 ppm)						6,0
	D (2 ppm)						6,0

Berdasarkan tabel tersebut menunjukkan bahwa ada perbedaan pada faktor pH, suhu, DO awal dan akhir perlakuan pada tahap orientasi dan pendahuluan, namun pada tahap eksperimen tidak menunjukkan adanya perbedaan antara pH dan suhu awal hingga akhir perlakuan. Pada tahap pendahuluan rata-rata selisih kadar DO adalah 3,27 ml/L sedangkan pada tahap orientasi adalah 2,37 ml/L.

Tabel 2. Hasil mortalitas ikan mas (*Cyprinus Carpio*) pada setiap tahapan

Tahap	Perlakuan (ppm)	Mortalitas pada menit ke-... (%)					
		5	10	15	20	25	30
Pendahuluan	A (0 ppm)	0	0	0	0	0	0
	B (3000 ppm)	40	50	50	70	80	100
	C (10000 ppm)	60	70	80	100	100	100
	D (17000 ppm)	100	100	100	100	100	100
Orientasi	A (0 ppm)	0	0	0	0	0	0
	B (1000 ppm)	30	30	50	60	90	100
	C (2000 ppm)	40	60	70	80	90	100
	D (3000 ppm)	40	50	50	70	90	100
Eksperimen	A (0 ppm)	0	0	0	0	0	0
	B (1 ppm)	0	0	0	0	0	0
	C (1,5 ppm)	0	0	0	0	0	0
	D (2 ppm)	0	0	0	0	0	0

Berdasarkan tabel tersebut menunjukkan bahwa kurang dari 2x24 jam atau 30 menit, maka mortalitas ikan pada tahap pendahuluan dan orientasi mencapai 100%. Pada tahap pendahuluan ketiga perlakuan (kecuali kontrol) menyebabkan mortalitas pada ikan sebesar 100% pada 30 menit setelah perlakuan. Pada tahap orientasi perlakuan dengan konsentrasi tertinggi (3000 ppm) yang menyebabkan mortalitas sebesar 100% hingga 30 menit setelah perlakuan, namun pada tahap eksperimen pengamatan dilakukan setelah 2x24 jam dan tidak terdapat ikan mas yang mati.

PEMBAHASAN

Berdasarkan tabel dan analisis data mengenai uji toksisitas pewangi pakaian sekali bilas antibakteri Y terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dilakukan dalam tiga tahapan yaitu tahap pendahuluan, tahap orientasi dan tahap eksperimen. Pada tahap pendahuluan dan tahap orientasi masing-masing perlakuan menunjukkan ikan mas (*Cyprinus carpio*) mati dalam waktu kurang dari 24 jam yakni setelah 30 menit mencapai LD₁₀₀. Hal ini menunjukkan bahwa pewangi satu kali bilas merk Y ini beracun aktif *quaternary ammonium* 10% memiliki nilai ambang atas 27. Konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi tertinggi dimana mencapai kondisi LD₁₀₀ dalam kurun waktu kurang dari 24 jam. Pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air standar baku mutu deterjen yang ada pada badan air adalah sebesar 0,2 ppm. Pada tahap pendahuluan dan orientasi konsentrasi bahan pewangi sangat jauh dengan batas ambang deterjen di perairan. Pemberian bahan pewangi diatas standar baku mutu menyebabkan tingkat toksisitasnya sangat tinggi terhadap biota yang terpapar.

Pada tahap orientasi bertujuan untuk menentukan batas kisaran kritis (*critical range test*) yang menjadi dasar dari penentuan konsentrasi yang digunakan dalam uji lanjutan atau tahapan eksperimen, kemudian pada tahap eksperimen yang dilakukan selama 24jam – 48 jam dengan konsentrasi lebih kecil dibandingkan uji orientasi yaitu mengacu pada standar baku mengingat pada tahap pendahuluan masih mencapai LD 100, sehingga konsentrasi pewangi sekali bilas yang digunakan pada tahap eksperimen yaitu 0 ppm, 1,0 ppm, 1,5 ppm dan 2 ppm. Pada tahap eksperimen mortalitas ikan mencapai LD₀ pada perlakuan B hingga ke D dalam kurun waktu 2x24 jam. Hal ini dikarenakan penggunaan konsentrasi pewangi dan pembilas pada tahap ini cukup mendekati aturan standart baku mutu deterjen di perairan yakni 0,2 ppm sehingga ikan mas masih mampu bertahan hidup yang menunjukkan bahwa kondisi tersebut masih sesuai.

Bahan pewangi pakaian sekali bilas antibakteri Y mengandung bahan aktif berbahaya yang mempunyai tingkat toksisitas yang sangat tinggi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Wester dan Roghair (2002) dalam Hanifah (2014) menunjukkan bahwa zat *Ditallow Dimetil Ammonium Klorida* (salah satu jenis *Quaterner Ammonium Klorida*) memiliki potensi teratogenik terhadap ikan. Teratogenik adalah perubahan formasi dari sel, jaringan, dan organ yang dihasilkan dari perubahan fisiologi dan biokimia. Selain itu kandungan bahan aktif pewangi ini yaitu amonium klorida pada tingkat toksik juga dapat menyebabkan peningkatan pH pada darah, gangguan osmoregulasi, dan kesulitan bernapas.

Akibat adanya kandungan senyawa aktif pada perairan akan mengganggu proses fisiologis ikan mas. Berdasarkan pengamatan masing-masing perlakuan pada setiap tahapan uji toksisitas menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan konsentrasi pewangi dan pelembut pakaian maka ikan akan semakin cepat mengalami kematian. Hal ini disebabkan karenasenyawa aktif surfaktan yang terlarut dalam air dapat mengikat kandungan O₂ yang larut dalam air atau *dissolved oxygen*. Ikan mas yang terkena bahan beracun akan menyebabkan pola tingkah laku yang tidak normal dan kerusakan pada insang. Kerusakan pada insang yaitu penebalan lamella, degradasi sel atau bahkan kerusakan dan kematian jaringan insangsehingga menurunkan fungsi insang dan mengganggu proses respirasi, akibatnya menyebabkan kematian (Alasbaster dan Lloyd (1980) dalam Rudiyantri dan Astri (2009)). Hal ini dapat ditunjukkan dari penurunan kadar DO/*Dissolved oxygen* pada awal perlakuan dan akhir perlakuan.

Pengamatan kualitas air sangat penting untuk keberlangsungan kehidupan biota air. Parameter kualitas air yang diamati adalah suhu, pH. Suhu pada **setiap tahap uji berkisar antara 27°C - 28°C. nilai** tersebut masih berada pada kisaran nilai optimum yaitu 27°C –30°C (Arie, 2008). Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa adanya paparan bahan pewangi sekali bilas dengan berbagai konsentrasi tidak berpengaruh terhadap suhu air, karena fluktuasi nilai suhu air terlihat sama pada semua konsentrasi.

Nilai pH yang didapatkan pada setiap perlakuan adalah 7-8, yang berarti pH air dalam keadaan netral. Besarnya nilai pH setiap perlakuan selama penelitian adalah sama, hal tersebut menandakan bahwa bahan pewangi sekali bilas

tidak berpengaruh terhadap pH air. Menurut Boyd (1990), pH yang optimal untuk perairan berkisar antara 6,7 – 8,2.

Perairan yang terkena polutan seperti bahan pewangi pakaian ataupun deterjen, suplai oksigen dari udara sangat lambat sehingga oksigen di dalam air sedikit dan akan mempengaruhi metabolisme dalam tubuh biota air terutama ikan, namun jika masyarakat dapat menggunakan bahan pewangi atau pembilas dengan cermat yakni mengacu pada standar baku maka kemungkinan untuk terjadinya pencemaran maupun mortalitas ikan itu sedikit.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka simpulan pada penelitian ini adalah 1) Tingkat toksisitas pada tahapan pendahuluan mencapai LD₁₀₀, pada tahap orientasi mencapai LD₁₀₀, dan pada tahap eksperimen mencapai LD₀ 2) Semakin tinggi konsentrasi bahan mengakibatkan semakin toksik sehingga semakin rendah daya hidup ikan Mas 3) Dosis aman dari pemakaian bahan pewangi sekali bilas antibakteri Y adalah 1-2 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2001. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran

Arie, U. 2008. Budidaya Ikan Mas-Penetasan Telur Ikan Mas.

Boyd, C. E. 1982. *Water Quality Management in Aquaculture and Fisheries Science*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 312p.

Hanifah, N. H. 2014. *Ataoksikologo Hasil Reaksi Kuartener Amonium Klorida dan Linear Lakilbenzen Sulfonat (LAS) Terhadap Organisme Akuatik. (Online)*, diakses melalui <http://google.com/toksikologisoftener.htm> pada tanggal 23 November 2016.

Heryani, A, dan Puji, H. 2008. **"Pengolahan Limbah Deterjen Sintetik dengan Trickling Filter"**. *Makalah Penelitian*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Republik Indonesia. 2014. Pedoman Uji Toksisitas Nonklinis secara In Vivo. Peraturan KBPOM No 7.

Republik Indonesia. 2001. Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Peraturan Pemerintah No. 82.

Rompas. 1998. *Toxic and sublethal effects of ammonium chloride on a fresh water fish Oreochromis mossambicus*. Kluwer Academic Publishers. 104: 5-7.

Rusdiyanti, Siti dan Astri Diana Ekasari. 2009. Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Mas (*Cyprinus Carpio* Linn) pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3 G. *Jurnal Sainstek Perikanan*. Vol. 5 (1): 39-47.

Syakti, D.A., N.V. Hidayati, dan A.S. 2012. Agen Pencemaran Laut. IPB Press. Bogor.



Analisis Perubahan Asam Amino yang Diterjemahkan oleh Gen *Cytochrome b* *Tarsius* sp. Form Buton

Suparno Putera Makkadafi¹, Aloysius Duran Corebima², Fatchur Rohman³

^{1,2,3}Pascasarjana Universitas Negeri Malang

²Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

Jalan Semarang No. 5 Kota Malang

¹e-mail: suparno07@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya spesies hewan mengalami endemisme di wilayah Pulau Sulawesi. Salah satu diantara beberapa spesies tersebut adalah tarsius. Kajian molekuler dari penelitian-penelitian terbaru menunjukkan bahwa terdapat perbedaan asam amino pada masing-masing spesies tarsius yang membedakan satu spesies dengan spesies lain. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perubahan asam amino yang diterjemahkan oleh gen *cytochrome b* tarsius dibandingkan dengan spesies lain yang mewakili tiga famili tarsius. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif yang terdiri dari tahapan pengumpulan sampel, ekstraksi dan amplifikasi DNA, sekuensing, dan penjajaran sekuen serta analisis data. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sekuen spesies yang ditemukan identik dengan *Tarsius* sp sebesar 94-98%. Sampel hasil penelitian memiliki tingkat kesamaan 100% meskipun berasal dari dua individu berbeda. Proses penjajaran menemukan 69 situs beragam yang 9 diantaranya mengalami perubahan asam amino. Perubahan yang terjadi diakibatkan adanya perbedaan pada kodon sehingga asam amino yang dihasilkan berbeda. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa perubahan asam amino yang dikode oleh gen *cytochrome b* beberapa jenis tarsius.

Kata Kunci: Tarsius, *cytochrome b*, Asam Amino

PENDAHULUAN

Sulawesi merupakan salah satu pulau yang terletak di wilayah Indonesia. Sulawesi menjadi spot utama penelitian tentang fauna karena didaerah ini terdapat beberapa fauna khas yang sifatnya endemik. Tercatat tidak kurang 515 spesies mamalia ada di Pulau Sulawesi. Jumlah ini merupakan yang terbanyak didunia. Penjagaan integritas dari kawasan hutan habitat dari mamalia tersebut masih dinilai kurang sehingga tidak tertangani (Setyawati, 2010). Salah satu mamalia yang terpengaruh didalamnya adalah tarsius.

Tarsius merupakan salah satu hewan yang dilindungi oleh pemerintah karena jumlahnya yang semakin sedikit. Diperlukan pemahaman mendetail mengenai endemisme dari hewan yang akan diteliti dan dikonservasi (Evans et al. 2003). Penelitian terkait tarsius yang dilakukan saat ini cenderung mengarah ke kajian molekuler. Para peneliti ingin memahami bagaimana suatu gen dapat dijadikan penanda genetik dan mengetahui persebaran dari masing-masing spesies guna mendukung konservasi. Sebagai contoh, Kamagi (2014) melakukan penelitian terkait tarsius untuk mengungkapkan keragaman genetik serta hubungan kekerabatan antar spesies tarsius di daerah

Sulawesi Utara. Salah satu gen yang dapat digunakan sebagai penanda genetik adalah gen *cytochrome b*.

Gen *cytochrome b* merupakan gen yang ada di DNA mitokondria. Cestrana (2001) menyatakan bahwa gen ini berguna dalam membandingkan spesies dalam genus yang sama atau dalam famili yang sama. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan analisis asam amino. Asam amino merupakan struktur dasar dari protein yang terdiri dari gugus amino, atom H, gugus karboksil, dan gugus R yang terikat pada atom karbon α (Sari, 2008). Asam amino yang diterjemahkan dari gen *cytochrome b* akan dibandingkan dengan spesies lain dari wilayah Sulawesi, Kalimantan-Sumatera, dan Filipina guna mendeteksi spesies apa yang ada di wilayah Buton, Sulawesi Tenggara.

Perubahan asam amino yang dibandingkan tersebut akan dianalisis dan dilihat dimana letak perbedaannya serta dapat digunakan untuk mengidentifikasi spesies apa yang ada di wilayah Pulau Buton menjadi tujuan utama dari penelitian ini. Data dari spesies lain akan diambil dari GenBank.

METODE

Koleksi Sampel

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif eksploratif dengan tujuan untuk menganalisis perubahan asam amino yang terjadi pada spesies *Tarsius Sulawesi Tenggara* khususnya di daerah Buton. Sumber data berasal dari tail cut sampling yang diambil dari ujung ekor tarsius yang ada di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara dan kemudian selanjutnya dianalisis sekuens dari gen cytochrome b guna menentukan asam amino yang diterjemahkan oleh sekuens tersebut. Informasi perbandingan perubahan asam amino yang diterjemahkan diambil dari GenBank.

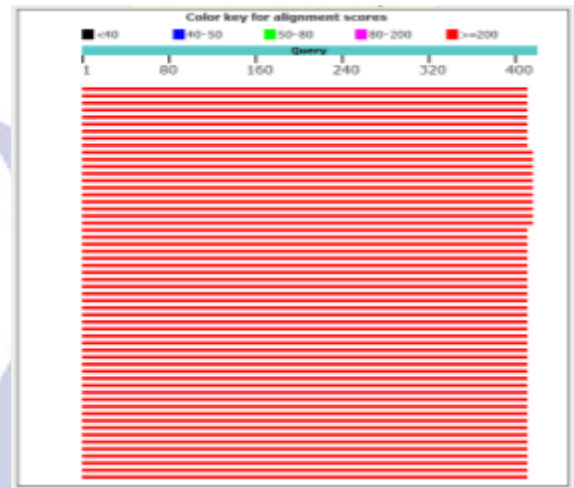
Penelitian ini terdiri dari empat tahapan sebagai berikut.

1. **Persiapan.** Pada tahapan ini informasi dikumpulkan dari lapangan guna mengetahui lokasi mana yang menjadi titik-titik habitat dari tarsius yang ada di wilayah Kendari dan Buton
2. **Pengambilan sampel.** Pengambilan sampel dilakukan dengan menangkap hidup-hidup spesimen tarsius dengan bantuan jaring kabut, yang dilanjutkan dengan pelaksanaan tail cut sampling secara sejajar pada ekor sekitar 1-2 cm panjangnya dan lebar 3 mm dibagian pangkal atau ujung ekor.
3. **Ekstraksi dan Purifikasi DNA.** Dilakukan menggunakan InnuPREP DNA micro Kit
4. **Amplifikasi Gen Sitokrom b.** Amplifikasi menggunakan bantuan mesin PCR "Biometra T-Personal". **Primer yang digunakan adalah sepasang primer umum, yaitu K14841 sebagai forward primer (33 bp) dan H15149 sebagai reverse primer (34 bp).** Kemudian untuk mendeteksi apakah gen target sudah dapat disepara dilakukan elektroforesis. Proses ini menggunakan elektroforesis horizontal pada gel 1,5%.
5. **Penjajaran, Uji Pola Substitusi, dan Analisis Hasil Sekuensing** semuanya dilakukan dengan menggunakan program Molecular Evolution Genetics Analysis (MEGA) 7

HASIL

Sampel diambil dari hutan di daerah Buton. Perlakuan penyimpanan pada sampel yang sudah diambil dengan metode tail cut sampling menggunakan alkohol 95%. Isolasi dan purifikasi DNA menggunakan jaringan dengan maksimal berat 5 mg menggunakan InnuPREP DNA Micro Kit.

Amplifikasi gen dari sampel yang didapat yaitu berkisar antara 300-400 bp. Primer yang digunakan yaitu K14841 sebagai forward primer (33 bp) dan H15149 sebagai reverse primer (34 bp) memberikan hasil yang sangat optimal. Hasil BLAST melalui NCBI dilakukan untuk memastikan apakah sesuai dengan sekuen gen cytochrome b yang merupakan target penelitian. Hasilnya menunjukkan bahwa kedua sampel yang diteliti memiliki nilai homologi sekitar 94-98%. Hasil tersebut tergambar pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Proses BLAST

Kedua sampel yang ditemukan identik satu sama lain. Penjajaran keduanya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Penjajaran Sekuen Gen *Cytochrome b*

Nama Sampel	Panjang Sekuen	Sekuen	%Pairways Identify	% Identical Sites
Sampel 1	301	2	100	100
Sampel 2	301	2	100	100

Hasil penjajaran sekuen sampel menunjukkan angka 100% pada identical sites. Artinya kedua sampel yang dikumpulkan identik satu sama lain dalam sekuen gen cytochrome b nya. Penjajaran selanjutnya dilakukan pada beberapa spesies pembanding. Perbandingan dilakukan terhadap beberapa spesies sebagaimana tercantum dalam tabel 2. Nomer aksesori diperoleh dari National Center for Biotechnology Information (NCBI).

Tabel 2. Spesies Pembanding dan Nomer Aksesinya

Spesies	Nomor Aksesi
<i>Tarsius sp.</i>	KR337080.1
<i>Chepalopachus bancanus</i>	AB011077.1
<i>Carlito syrichta</i>	AB371090.1

Keragaman asam amino sampel penelitian dibandingkan dengan spesies lain setelah proses analisis ditampilkan dalam tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan Asam Amino

Sampel	Asam Amino								
	16	20	23	37	55	59	69	84	99
Sampel.1	I	V	I	M	I	M	I	Y	A
Sampel.2	-	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tarsius sp.</i>	-	M	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chepalopachus bancanus</i>	V	L	V	.	L	L	M	.	T
<i>Carlito syrichta</i>	V	L	.	T	.	L	L	F	.

Keterangan: Angka = situs. A = Alanin, I = Isoleusin, L = Leusin, M = Metionin, V = Valin, Y = Tyrosin

Tabel 3 menggambarkan terjadinya perubahan asam amino pada 9 situs. Terlihat bahwa terjadi perbedaan antara situs 16 pada sampel yang menghasilkan isoleusin berubah menjadi valin pada *C. bancanus* dan *C. syrichta*. Situs lain juga memperlihatkan perubahan signifikan antara satu spesies dengan spesies lain.

Kemudian yang terakhir adalah proporsi asam amino. Proporsi asam amino yang dimiliki sampel dan pembanding ditampilkan dalam tabel 4.

Tabel 4. Proporsi Asam Amino

Sampel	Proporsi Asam Amino (%)									
	ala	cys	asp	Glu	Phe	gly	his	Ile	lys	leu
Sampel 1	6	3	2	1	8	10	4	10	0	11
Sampel 2	6	3	2	1	8	10	4	10	0	11
<i>Tarsius sp.</i>	6	3	2	1	8	10	4	10	0	11
<i>Chepalopachus bancanus</i>	5	3	2	1	8	10	4	6	0	14
<i>Carlito syrichta</i>	6	3	2	1	9	10	4	8	0	14
Rerata	5.8	3	2	1	8	10	4	8.8	0	12.2
Sampel	Proporsi Asam Amino (%)									
	met	asn	pro	Gln	Arg	ser	thr	val	trp	tyr
Sampel 1	5	5	1	1	3	8	7	5	4	6
Sampel 2	5	5	1	1	3	8	7	5	4	6
<i>Tarsius sp.</i>	6	5	1	1	3	8	7	4	4	6
<i>Chepalopachus bancanus</i>	5	5	1	1	3	8	8	6	4	6
<i>Carlito syrichta</i>	3	5	1	1	3	8	8	5	4	5
Rerata	4.8	5	1	1	3	8	7.4	5	4	5.8

Keterangan: ala = alanin, cys = sistein, asp = asam aspartat, glu = asam glutamat, phe = fenilalanin, gly = glisin, his = histidin, ile = isoleusin, lys = lysin, leu = leusin, met = metionin, asn = asparagin, pro = prolin, gln = glutamin, arg = arginin, ser = serin, thr = threonin, val = valin, trp = triptofan, tyr = tirosin.

Kelima spesies menghasilkan leusin sebagai asam amino dominan dibandingkan dengan asam amino lainnya. Lysin sebagai salah satu asam amino tidak dihasilkan sama sekali oleh semua spesies.

PEMBAHASAN

Pada proses penjajaran ditemukan 69 situs beragam yang 9 diantaranya mengalami perubahan asam amino. Situs tersebut antara lain situs 16, 20, 23, 37, 55, 59, 69, 84, dan 99. Sampel 1 dan 2 pada situs ke 16 menghasilkan isoleusin sementara *C. bancanus* dan *Carlito syrichta* menghasilkan Valin. Asam amino pada urutan ke 20 memiliki asam amino paling bervariasi diantara situs lain dimana sampel 1 dan 2 menghasilkan valin, *Tarsius sp.* menghasilkan metionin dan *C. bancanus* dan *Carlito syrichta* menghasilkan leusin.

Perubahan asam amino yang terjadi diatas disebabkan oleh perubahan basa pada kodon posisi pertama dan kedua. Perubahan pada posisi pertama dan kedua dari kodon memiliki kemungkinan untuk merubah asam amino jika dibandingkan dengan perubahan pada posisi ketiga. Hal ini disebabkan adanya aturan wobble dari kode genetika. Lewin (2008) menyebutkan bahwa wobble ini dapat terjadi karena adanya konformasi fleksibel dari antikodon pertama dengan kodon pada posisi ketiga sehingga antikodon pertama U dapat mengenali kodon ketiga A atau G. Untuk posisi pertama dan kedua dari kodon mengikuti aturan yang dikenal secara umum.

Perubahan tersebut juga diakibatkan adanya kendala fungsional pada kodon posisi pertama dan kedua yang lebih kuat dibandingkan kodon ketiga. Semakin kuat kendala fungsional yang dialami basa tersebut akan semakin membuat perubahan asam amino terjadi jika kodon pertama dan kedua mengalami perubahan (Kamagi, 2014). Nilai substitusi juga berpengaruh terhadap perubahan asam amino. Kodon pada posisi pertama dan kedua memiliki nilai substitusi yang rendah jika dibandingkan dengan kodon posisi ketiga. Farias, et al., (2001). Nilai substitusi yang tinggi pada kodon posisi ketiga biasanya tidak

diikuti dengan perubahan asam amino sehingga dapat disimpulkan bahwa kodon posisi ketiga sangat bervariasi dan kodon posisi kedua dan pertama bersifat conserved (Xia, et al., 2002)

SIMPULAN

Terdapat beberapa perbedaan asam amino yang diterjemahkan dari gen cytochrome b tarsius form Buton dengan tarsius lain yang berasal dari GenBank. Tarsius yang didapat merupakan Tarsius sp. sesuai dengan hasil BLAST yang dilakukan. Kemudian terdapat perbedaan pada 69 situs dimana 9 situs diantaranya menjadi penyebab perbedaan asam amino yang diterjemahkan oleh masing-masing spesies.

DAFTAR PUSTAKA

Evans, Ben J., Jatna Supriatna, Noviar Andayani, Mohammed Iqbal Setiadi, David C Cannatella, dan Don J Melnick. 2003. Monkeys and Toads Define Areas of Endemism on Sulawesi. *Evolution*, 57, 1436-1443

Castresana J. 2001. Cytochrome b phylogeny and the taxonomy of great apes and mammals. *Molecular Biology and Evolution* 18(4):465 – 471

Farias, R. N., M. A. Delgado, M. R. Rintoul, and R. A. Salomón. 2001. Escherichia coli RNA polymerase is the target of the cyclopeptide antibiotic microcin J25. *J. Bacteriol.* 183:4543-4550

Kamagi, D.D.W., Corebima, A.D. and Rengkuan, M. 2014. Phylogenetic Position of North Sulawesi Tarsius sp. Based on Partial Cytochrome b Gene Sequences. *Open Journal of Genetics*, 4, 332-341

Lewin, Benjamin. 2008. Genes IX. Canada: Jones and Bartlett Publishers, Inc

Xia, Xuhua., Zheng Xie, Marco Salemi, Lu Chen, dan Yong Wangd. 2002. An index of substitution saturation and its application. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. Volume 26 (2003) 1–7

Sari, Mutiara Indah. 2008. Struktur Protein. Medan: Lecture Paper USU

Setyawati, Titiek. 2010. RPI Konservasi Flora, Fauna, dan Mikroorganisme. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Konservasi Alam. Jakarta



Keanekaragaman dan Pola Penyebaran Makrobentos di Pantai Bama Taman Nasional Baluran

Adi Pratama¹, Galih Nur Pratomo², Herlina Fitrihidajati³, Fida Rachmadiarti⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang, Surabaya

¹email: adipratam712@gmail.com

ABSTRAK

Makrobentos merupakan hewan yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di permukaan sedimen, baik yang sesil atau pun yang bergerak lambat. Faktor lingkungan dan substrat perairan yang baik merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam kepadatan dan keanekaragaman Makrobentos. Penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui jenis-jenis bentos yang ada di Pantai Bama Taman Nasional Baluran; 2) mengetahui pola penyebaran bentos dengan metode observasi yang dilakukan di Pantai Bama Taman Nasional Baluran. Penelitian ini dilakukan pada hari Sabtu 18 November 2016 yaitu pagi hari ketika kondisi laut surut mulai pukul 06.00 hingga 10.00 WIB. Sampling dilakukan di sepanjang Pantai Bama dengan jarak sepanjang surut terjauh ke arah laut. Pengambilan sampel dilakukan pada 10 stasiun dengan jarak masing-masing ± 30 m. Pada setiap stasiun diambil 10 plot sehingga jumlah keseluruhan ada 100 plot yang disusun secara zigzag. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) diperoleh bentos sebanyak 120 jenis spesies yang didominasi oleh spesies *Nassarius caronatus* sejumlah 1347; 2) Pola penyebaran menunjukkan spesies *Nassarius caronatus* memiliki pola penyebaran yang paling tinggi dan merupakan tipe penyebaran non-random atau mengelompok. Faktor yang mempengaruhi pola penyebaran berupa suhu, salinitas, pergerakan ombak, derajat keasaman, dan persaingan antar organisme pemangsa.

Kata kunci: Keanekaragaman, Pola Penyebaran Makrobentos, Pantai Bama, Taman Nasional Baluran

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi sumberdaya kelautan yang melimpah salah satunya pantai Bama Taman Nasional Baluran yang merupakan kawasan konservasi sehingga kaya akan keanekaragaman hayatinya. Menurut Departemen Kelautan dan Perikanan (2001) dalam Karima dkk (2014) menyatakan bahwa luas perairan Indonesia mencapai 5,8 juta km² yang merupakan 75% dari seluruh wilayah, yang terdiri atas perairan nusantara 2,8 juta km², perairan laut teritorial 0,3 juta km², dan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) 2,7 juta km².

Komponen dalam ekosistem ada dua macam yaitu: komponen biotik dan abiotik. Pada komponen biotik ada beberapa komponen lagi yaitu produsen, konsumen dan pengurai. Ketiga komponen biotik bersama dengan komponen abiotik akan membentuk suatu ruang ekologi yang nantinya akan terbentuk suatu populasi, komunitas, dan ekosistem.

Makrobentos merupakan hewan yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di permukaan sedimen, baik yang sesil, atau pun yang

bergerak lambat. Faktor lingkungan dan substrat perairan yang baik merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam kepadatan dan keanekaragaman makrobentos. Peranan makrobentos di perairan sangat penting dalam rantai makanan (*food chain*), karena merupakan sumber makanan bagi beberapa ikan dan sebagai salah satu pengurai bahan organik (Odum, 1971)

Makrozoobentos merupakan bagian dari hewan makro yang dapat bersifat toleran maupun bersifat sensitif terhadap perubahan lingkungan. Organisme yang memiliki kisaran toleransi yang luas akan memiliki penyebaran yang luas juga. Sebaliknya organisme yang kisaran toleransinya sempit (sensitif) maka penyebarannya sempit. Makrozoobentos yang memiliki toleran lebih tinggi maka tingkat kelangsungan hidupnya akan semakin tinggi. Tingkat pencemaran terhadap perairan dapat dilihat dengan identifikasi makrozoobentos yang terdapat di wilayah tersebut (Karima dkk, 2014).

Pantai Bama terletak di kawasan Taman Nasional Baluran sebagai kawasan konservasi tentunya

perairan dan keanekaragamannya dalam kondisi yang tidak tercemar. Ekosistem bentos memiliki peran dan fungsi ekologis yang cukup besar, diantaranya sebagai pelindung pantai; tempat hidup, berindung dan berkembangbiak bagi beberapa biota laut; sebagai penyeimbang dalam perairan dan masih banyak peranan lainnya (Saenger et al., 2013).

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang muncul adalah mengenai jenis keanekaragaman dan pola penyebaran makrobentos yang terdapat di Pantai Bama, Taman Nasional Baluran.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Pantai Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo pada hari sabtu tanggal 18 November 2016. Waktu penelitian yaitu pagi hari ketika kondisi laut surut yaitu sekitar pukul 06.00-09.00 WIB. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian observasi, penelitian ini menggunakan metode pengamatan secara langsung. Peneliti hanya melakukan pengamatan dan analisis terhadap objek pengamatan.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tali rafia, cetok, pasak, alas/papan identifikasi, kamera digital, kantong plastik, gelang karet, kertas dan bulpen beserta kertas label. Penentuan area yang diteliti yaitu pada sepanjang pantai bama dengan jarak surut terjauh kearah laut. Sampling dilakukan pada 10 stasiun dengan jarak masing-masing \pm 30m dan pada setiap stasiun diambil 10 plot sehingga jumlah keseluruhan 100 plot yang disusun secara zigzag. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengidentifikasi makrobentos, kemudian menghitung jumlah spesies makrobentos yang

terdapat pada setiap masing-masing plot. Kemudian mengidentifikasi bentos tersebut dengan menggunakan buku identifikasi Dharma (1988) dan Pennak (1978) lalu menghitung pola penyebaran bentos dengan menggunakan rumus:

$$Id = n \frac{\sum X^2 - N}{N(N-1)}$$

Keterangan :

n : jumlah individu setiap spesies

N : Total individu semua spesies

X² : Jumlah spesies kuadrat

HASIL

Berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan bahwa terdapat keanekaragaman jenis bentos dan pola penyebaran bentos di Pantai Bama Taman Nasional Baluran Situbondo pada seratus plot pengamatan diperoleh bentos sebanyak 120 spesies. Seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut menunjukkan jenis spesies bentos yang ditemukan di perairan Pantai Bama didominasi oleh spesies *Nassarius caronatus* sebesar 1347 dengan jumlah plot ditemukannya sebanyak 5 plot, spesies *Lymnea* sp. sebesar 252 dengan jumlah ditemukannya sebanyak 7 plot. Dari 100 plot yang diteliti diketahui spesies yang dominansinya tinggi ialah *Nassarius caronatus* sejumlah 1347.

Berdasarkan hasil identifikasi spesies makrobentos yang telah dilakukan maka dapat disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perhitungan jenis dan pola penyebaran bentos di pantai Bama Taman Nasional Baluran

No	Spesies	Jumlah	Kerapatan	Dominansi mutlak	Frekuensi	Indeks Dominansi (ID)
1	<i>Acanthocardia tuberculata</i>	3	0.03	66.6667	0.00048	0.00431
2	<i>Amauropsis andersoni</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
3	<i>Archaster typicus</i>	2	0.02	100	0.00048	0.001916
4	<i>Anguilla sp</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
5	<i>Asteroides sp</i>	31	0.31	25.8065	0.00192	1.840996
6	<i>Asterias ruben</i>	3	0.03	33.3333	0.00024	0.002155
7	<i>Anadara (cunearca) pilula</i>	2	0.02	50	0.00024	0.000958

8	<i>Anomalocardia squamosa</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
9	<i>Aurelia aurita</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
10	<i>Brachyura</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
11	<i>Bursa sp</i>	34	0.34	20.5882	0.00168	1.937739
12	<i>Bellamnya angularis burrhoghiana</i>	2	0.02	100	0.00048	0.001916
13	<i>Cymbiola sp.</i>	2	0.02	100	0.00048	0.001916
14	<i>Cassidula aurisfelis</i>	3	0.03	66.6667	0.00048	0.00431
15	<i>Cerithidea quadrata</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
16	<i>Chicoreus capucinus</i>	10	0.1	80	0.00192	0.191571
17	<i>Conus apitaneus</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
18	<i>Corbicula fluminea</i>	30	0.3	16.6667	0.0012	1.077586
19	<i>Crepidula fornicate</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
20	<i>Cyclopeneritea</i>	3	0.03	100	0.00072	0.006466
21	<i>Crangon crangon</i>	2	0.02	100	0.00048	0.001916
22	<i>Cardium sp</i>	11	0.11	36.3636	0.00096	0.1159
23	<i>Cryptocremus pentagonus</i>	9	0.09	33.3333	0.00072	0.05819
24	<i>Cryptocremus olivaccus</i>	4	0.04	100	0.00096	0.015326
25	<i>Cypraca tigis</i>	2	0.02	100	0.00048	0.001916
26	<i>Callinectes sapidus</i>	24	0.24	33.3333	0.00192	1.103448
27	<i>Cymatium pyrum</i>	25	0.25	32	0.00192	1.197318
28	<i>Clypeomorus monilliferus</i>	21	0.21	28.5714	0.00144	0.633621
29	<i>Clypeomorus subbreviculus</i>	13	0.13	38.4615	0.0012	0.202347
30	<i>Cerithidae cingulata</i>	155	1.55	7.09677	0.00263	63.28424
31	<i>Cerastoderma edule</i>	5	0.05	100	0.0012	0.029933
32	<i>Dotilla myctiroides</i>	18	0.18	33.3333	0.00144	0.465517
33	<i>Eurycaelon anthonyi</i>	6	0.06	83.3333	0.0012	0.043103
34	<i>Ellobium aurisjudae</i>	32	0.32	18.75	0.00144	1.471264
35	<i>Euchelus atratus</i>	15	0.15	33.3333	0.0012	0.269397
36	<i>Hemifusus tuba</i>	25	0.25	20	0.0012	0.748324
37	<i>Holothuria nobilis</i>	6	0.06	50	0.00072	0.025862
38	<i>Holothuria scaba</i>	2	0.02	100	0.00048	0.001916
39	<i>Holothuria arta</i>	12	0.12	100	0.00287	0.413793
40	<i>Hemigrapsus takanai</i>	3	0.03	100	0.00072	0.006466
41	<i>Holothuroidea sp</i>	4	0.04	100	0.00096	0.015326
42	<i>Holothuria lucospilota</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
43	<i>Harpa articularis</i>	28	0.28	25	0.00168	1.314176
44	<i>Holothuroidea edules</i>	3	0.03	100	0.00072	0.006466
45	<i>Littorina sp</i>	46	0.46	19.5652	0.00215	4.560345
46	<i>Littoraria undulata</i>	2	0.02	100	0.00048	0.001916
47	<i>Littorina saxatilis</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
48	<i>Lymnaea sp</i>	252	2.52	5.95238	0.00359	228.1034
49	<i>Litopenaeus vannamel</i>	57	0.57	17.5439	0.00239	7.780172
50	<i>Lo fluvialis</i>	10	0.1	80	0.00192	0.191571
51	<i>Larva hydropsyche</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
52	<i>Leucosia anatum</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239

53	<i>Linckia laevigata</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
54	<i>Melanoides clavus</i>	14	0.14	42.8571	0.00144	0.281609
55	<i>Mactra veneriformis</i>	13	0.13	23.0769	0.00072	0.121408
56	<i>Marphysa sp</i>	18	0.18	33.3333	0.00144	0.465517
57	<i>Metapenaeus sensin</i>	12	0.12	41.6667	0.0012	0.172414
58	<i>Melanoides torulosa</i>	46	0.46	26.087	0.00287	6.08046
59	<i>Melanoides tuberculata</i>	26	0.26	30.7692	0.00192	1.295019
60	<i>Melanoides requentii</i>	428	4.28	1.86916	0.00192	350.9272
61	<i>Melanoides dovus</i>	8	0.08	62.5	0.0012	0.076628
62	<i>Nassarius arcadioi</i>	2	0.02	100	0.00048	0.001916
63	<i>Nassarius bimaculosus</i>	2	0.02	100	0.00048	0.001916
64	<i>Nassarius pullus</i>	67	0.67	11.9403	0.00192	8.599617
65	<i>Neritina juttingae</i>	3	0.03	100	0.00072	0.006466
66	<i>Nassarius caronatus</i>	1347	13.47	1.18782	0.00383	6951.759
67	<i>Nassarius reticulatus</i>	85	0.85	11.7647	0.00239	17.30125
68	<i>Nassarius venustus</i>	10	0.1	30	0.00072	0.071839
69	<i>Nassarius umnalliformis</i>	25	0.25	20	0.0012	0.748324
70	<i>Nassarius margaritifera</i>	11	0.11	36.3636	0.00096	0.1159
71	<i>Nassarius sp</i>	23	0.23	26.087	0.00144	0.760057
72	<i>Nassarius succinctus</i>	8	0.08	62.5	0.0012	0.076628
73	<i>Nassarius optimus</i>	6	0.06	33.3333	0.00048	0.017241
74	<i>Nassarius livescens</i>	2	0.02	50	0.00024	0.000958
75	<i>Nassarius olivaccus</i>	4	0.04	25	0.00024	0.003831
76	<i>Nereis sp</i>	9	0.09	33.3333	0.00072	0.05819
77	<i>Nerita sp</i>	5	0.05	40	0.00048	0.011973
78	<i>Neritina juttingae</i>	3	0.03	100	0.00072	0.006466
79	<i>Notomyotida sp</i>	2	0.02	50	0.00024	0.000958
80	<i>Ocypoda sp</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
81	<i>Oliva sayana</i>	3	0.03	100	0.00072	0.006466
82	<i>Paludinella globularis</i>	5	0.05	40	0.00048	0.011973
83	<i>Parathelapsa maculate</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
84	<i>Polinices tumidus</i>	3	0.03	100	0.00072	0.006466
85	<i>Paratephusa convexa</i>	41	0.41	14.6341	0.00144	2.41523
86	<i>Pisidium dubium</i>	10	0.1	50	0.0012	0.119732
87	<i>Pleurocera acula</i>	33	0.33	27.2727	0.00215	99
88	<i>Panaeus indicus</i>	2	0.02	100	0.00048	0.001916
89	<i>Polinices melanostomus</i>	36	0.36	22.2222	0.00192	2.482759
90	<i>Paneus marguensis</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
91	<i>Pila ampulacea</i>	33	0.33	30.303	0.00239	2.607759
92	<i>Pouch snail</i>	18	0.18	27.7778	0.0012	0.387931
93	<i>Protoeaster nodosus</i>	3	0.03	100	0.00072	0.006466
94	<i>Panuliruscygnus</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
95	<i>Sphaerassimineamini ata</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
96	<i>Telecopium telescopium</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
97	<i>Planaxisulcatus</i>	2	0.02	50	0.00024	0.000958

98	<i>Polynicesdydima</i>	3	0.03	66.6667	0.00048	0.00431
99	<i>Sphaerassi mineaminiata</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
100	<i>Strombus mutabilis swainson</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
101	<i>Strombus mutabilis</i>	19	0.19	42.1053	0.00192	0.691571
102	<i>Strombus labiatus</i>	27	0.27	22.2222	0.00144	1.047414
103	<i>Strombus urceus</i>	70	0.7	17.1429	0.00287	14.08046
104	<i>Semele cordiformis</i>	27	0.27	18.5185	0.0012	0.872845
105	<i>Stichopus anonas</i>	21	0.21	19.0476	0.00096	0.422414
106	<i>Solen vagina</i>	7	0.07	28.5714	0.00048	0.023467
107	<i>Sponge sp</i>	3	0.03	100	0.00072	0.006466
108	<i>Strombus luhuanus</i>	35	0.35	11.4286	0.00096	1.173372
109	<i>Scylla serrate</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
110	<i>Terebralia sulcata</i>	137	1.37	10.219	0.00335	62.92289
111	<i>Trachycardium procerum</i>	23	0.23	30.4348	0.00168	0.886734
112	<i>Thiara sp</i>	41	0.41	24.3902	0.00239	4.025383
113	<i>Tryonia clathrata</i>	219	2.19	6.84932	0.00359	172.2737
114	<i>Turricula javana</i>	44	0.44	22.7273	0.00239	4.636015
115	<i>Tibia cancellata</i>	19	0.19	21.0526	0.00096	0.345785
116	<i>Thaiasa sp</i>	35	0.35	8.57143	0.00072	0.880029
117	<i>Turbo sp</i>	7	0.07	28.5714	0.00048	0.023467
118	<i>Viviparus javanicus</i>	50	0.5	10	0.0012	2.993295
119	<i>Veteropilina raticulata</i>	1	0.01	100	0.00024	0.000239
120	<i>Vepricardium fimbriatum</i>	82	0.82	7.31707	0.00144	9.66092
Jumlah		4177	41.77	6907.42	0.1288	8040.12

PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengamatan secara langsung, terdapat jenis spesies bentos sebanyak 120 spesies dimana memiliki persebaran yang beraneka ragam. Dalam perhitungan yang telah dilakukan, hasil menunjukkan bahwa pola penyebaran spesies tersebut termasuk non random atau mengelompok. Pengelompokan menunjukkan bahwa individu-individu berkumpul pada beberapa habitat yang menguntungkan, kejadian ini bisa disebabkan oleh tingkah laku mengelompok, lingkungan yang heterogen, model reproduksi, dan sebagainya. Selain itu beberapa faktor pembatas berpengaruh terhadap keberadaan suatu populasi bentos pada perairan Pantai Bama.

Untuk mendapatkan data yang diinginkan, digunakan metode *plot*. Metode ini digunakan karena hewan-hewan yang diteliti adalah hewan-hewan sessil (menetap) atau bergerak lambat. Jenis spesies yang dominan dalam keseluruhan plot ialah *Nasarius caronatus*, *Melonoides requenti*, *Lymnea sp.*, *Tryonia clathrata*, *Cerithidae cingulata*, *Terebralia sulcata*, *Nasarius*

reticulatus, *Vepricardium fembriatum*. Adanya faktor pembatas yang mempengaruhi populasi jenis makrobentos di perairan Pantai Bama Baluran ialah faktor biotik dan abiotik, meliputi produsen, suhu, kelembaban, salinitas, dan pH dalam suatu perairan.

Menurut Nontji (1987) dalam Syamsurisal (2011) menyatakan bahwa Suhu di permukaan perairan Nusantara berkisar antara 28-31°C, dan suhu air di dekat pantai biasanya sedikit lebih tinggi dari pada dilepas pantai. Hewan laut hidup dengan batas suhu tertentu, ada yang mempunyai toleransi besar terhadap perubahan suhu, disebut bersifat euritem, sebaliknya ada pula toleransinya sangat kecil disebut bersifat stenoterm. Hewan yang hidup pada zona pasang surut dan sering mengalami kekeringan mempunyai daya tahan yang besar terhadap perubahan suhu.

Salinitas dapat mempengaruhi penyebaran organisme bentos baik secara horisontal, maupun vertikal. Secara tidak langsung mengakibatkan adanya perubahan komposisi organisme dalam suatu ekosistem (Odum, 1994). Di samping itu, dalam kisaran

salinitas yang masih mampu mendukung kehidupan organisme perairan, khususnya fauna makrobentos adalah 15-35 % (Hutabarat dan Evans, 1986).

Pergerakan ombak mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme dan komunitas di daerah pasang surut, dibandingkan dengan daerah laut lainnya. Aktivitas ombak mempengaruhi kehidupan pantai secara langsung. kegiatan ombak yang besar dapat membongkar substrat di sekitar sehingga mempengaruhi bentuk zona pada pantai terdiri dari kerikil dan pasir.

Derajat Keasaman (pH) merupakan faktor pembatas bagi organisme yang hidup di suatu perairan. Perairan dengan pH yang terlalu tinggi atau rendah akan mempengaruhi ketahanan hidup organisme yang hidup didalamnya (Odum, 1994). Effendi (2000) menambahkan bahwa sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai kisaran pH sekitar 7 –8,5.

Persaingan terjadi karena masing-masing individu berusaha untuk mendapatkan nutrisi, sehingga mempengaruhi pola penyebaran individu, demikian pula oleh organism lain berpengaruh terhadap penyebaran organism di daerah pasang surut. Pada spesies *Nassarius caronatus* yang mana pada spesies ini bersifat *mobile*, memiliki kemampuan untuk bergerak menghindari perubahan salinitas yang terlalu rendah serta perubahan suhu lingkungannya. Sehingga pola penyebaran *Nassarius caronatus* paling tinggi. Pada daerah perairan Pantai Bama terdapat hamparan padang lamun yang luas, hal ini berkaitan dengan rantai makanan di padang lamun, bivalvia merupakan hewan dasar pemakan detritus (detritus feeder) dan serasah daun lamun yang jatuh dan mensirkulasi zat-zat yang tersuspensi di dalam air guna mendapatkan makanan sehingga pola penyebaran spesies ini cukup tinggi.

Pada spesies *Amauropsis andersoni*, *anguilla* sp, *Anomalocardia squamosa*, *Aurelia aurita*, *Brachyura*, *Cerithidea quadrata*, *Conus apitaneus*, *Crepidula fornicata*, *Holothuria lucospilota*, *Littorina saxatilis*, *Larva hydropsycha*, *Leucosia anatum*, *Linckia laevigata*, *Ocypoda* sp, *Parathelapsa maculate*, *Paneus marguensis*, *Panuliruscygnus*, *Sphaerassimineaminiata*, *Telecopium telescopium*, *Sphaerassi mineaminiata*, *Strombus mutabilis swainson*, *Scylla serrate*, *Veteropilina raticulata*, memiliki pola penyebaran yang rendah akibat salinitas perairan yang cukup rendah yakni 4,51% sedangkan menurut Hutabarat dan Evans (1986) dalam kisaran salinitas yang masih mampu mendukung kehidupan

organisme perairan, khususnya fauna makrobentos adalah 15-35 %. Hal ini yang menyebabkan penyebaran spesies-spesies tersebut terbilang rendah.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian mengenai pola keanekaragaman jenis dan penyebaran bentos di Pantai Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo terdapat 8 jenis makrobentos yang dominan, yaitu *Nassarius caronatus*, *Melonoides requenti*, *Lymnea* sp, *Tryonia clatrata*, *Cerithidae cingulata*, *Terebralia sulcata*, *Nassarius reticulatus*, *Vepricardium fembriatum*. Jenis pola penyebaran bentos dari spesies adalah non-random atau mengelompok.

DAFTAR PUSTAKA

- Sinaga, Tiorinse. 2009. Tesis: Keanekaragaman Makrozobentos Sebagai indikator Kualitas Perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir. Universitas Sumatra utara: Medan.
- Dharma, 1988. *Siput dan Kerang Indonesia (Indonesian Shells)*.
- Syafei, Eden Surasana. 1990. *Pengantar Ekologi Tumbuhan*. Institute Teknologi Bandung
- Nugraheni, Adita Dwi. 2011. Hubungan Antara Distribusi Ikan Demersal, Makrozoobenthos, Dan Substrat Di Perairan Selat Malaka. Institute Pertanian Bogor: Bandung.
- Ruswahyuni. 2008. Struktur Komunitas Makrozoobentos Yang Berasosiasi Dengan Lamun Pada Pantai Berpasir Di Jepara. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Brahmana, S.S., U. Suyatno., S. Bahri, dan R. Fanshury. 2002. Pencemaran air dan eutrofikasi Waduk Karangates dan upaya penanggulangannya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pengairan* 16 (49) : 73–81.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Eidman, M.
- Effendi, H. 2000. *Telaah Kualitas Air*. Konisius. Bogor.
- Hutabarat, Sahala dan Stewart M. Evans, 1986, *Pengantar Oseanografi*, (Jakarta: Universitas Indonesia Press), cet III.
- Koesoebiono, D.G. Begen, M. Hutomo, dan S. Sukardjo [Penerjemah]. *Terjemahan dari: Marine Biology: An Ecological Approach*. PT.Gramedia: Jakarta.

Odum, E.P. 1994. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada Press: Yogyakarta (Penerjemah Tjahjono Samingar)

Syamsurisal. 2011. *Studi beberapa Indeks Komunitas Makrozoobenthos Dihutan Mangrove Kelurahan Coppo Kabupaten Barru*. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin: Makassar

Permadi, M. Letrikca, dkk. 2014. *Keanekaragaman Makrofauna Bentik di Pantai Bama, Taman Nasional*

Baluran. Jurusan Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya

Pennak, R. W. 1978. *Freshwater Invertebrates of United State*. 2nd Edition. New York : Jhon Willy & Sons.

Karima, asma'ul, dkk. 2014. *Studi Komunitas Makrozoobenthos Pantai Bama Taman Nasional Baluran, Situbondo*. Jurusan Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.



Uji Toksisitas Pelembut dan Pewangi Sekali Bilas terhadap Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Lailatul Farida¹, Yeni Hidayanti², Herlina Fitrihidajati³, Fida Rachmadiarti⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang Gedung C3 Lt. 2 Surabaya, 60231

¹email: lailatulfarida36@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk 1) Mengetahui tingkat toksisitas penggunaan bahan pelembut dan pewangi pakaian sekali bilas terhadap mortalitas ikan mas pada tahapan orientasi, pendahuluan, dan eksperimental 2) Mendeskripsikan tingkat toksisitas bahan pewangi dan pelembut pakaian sekali bilas 3) Mengetahui tingkat keamanan bahan pewangi dan pelembut pakaian sekali bilas. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober sampai November 2016 di Laboratorium Ekologi Universitas Negeri Surabaya. Jenis penelitian adalah eksperimental dengan menggunakan 4 konsentrasi bahan uji dengan mengacu standar baku mutu dan aturan pakai. Konsentrasi yang digunakan pada tahap orientasi berdasar pada aturan pakai dalam kemasan 15,6 ml/6 liter air (15.600 ppm). Pada tahap pendahuluan konsentrasi yang digunakan berdasarkan pada konsentrasi terendah dari tahap orientasi yaitu 7.800 ppm. Konsentrasi yang digunakan pada tahap eksperimen adalah 2 ppm (standar baku). Parameter yang digunakan adalah mortalitas ikan mas selama 2x24jam dengan menghitung Letal Dose (LD). Teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Berdasarkan data penelitian dapat diketahui bahwa 1) Tingkat toksisitas pada tahap orientasi mencapai LD₁₀₀, tahap pendahuluan mencapai LD₁₀₀, dan tahap eksperimen mencapai LD₀ 2) Semakin tinggi konsentrasi bahan yang diberikan, maka semakin tinggi pula angka mortalitas ikan mas (orientasi dan pendahuluan) 3) Tingkat keamanan pada dosis sesuai standar baku mutu tidak menyebabkan mortalitas pada ikan yakni dengan nilai kisaran konsentasi uji 2-5,8 ppm.

Kata Kunci : Toksisitas, Pelembut dan Pewangi Sekali Bilas, Mortalitas, Ikan Mas

PENDAHULUAN

Air merupakan komponen penting yang dibutuhkan bagi semua makhluk hidup. Dalam kehidupan sehari-hari manusia menggunakan air untuk berbagai keperluan salah satunya seperti kegiatan mencuci. Peningkatan jumlah penduduk sejalan dengan peningkatan penggunaan air. Proses pembilasan dalam mencuci baju yang dilakukan hingga tiga kali telah menghabiskan banyak air, sehingga hal tersebut menjadi salah satu faktor penyebab kelangkaan air akan terjadi jika tidak segera dilakukan sesuatu pembaharuan. Selain itu jaman semakin modern menuntut untuk melakukan pekerjaan secara cepat dan praktis dengan tidak menghabiskan banyak waktu. Produk pewangi dan pelembut ditawarkan guna mengatasi masalah tersebut. Produk pewangi khususnya sekali bilas dinilai menghemat air dan memiliki segi praktis untuk mendukung kegiatan mencuci.

Walaupun demikian penggunaan produk pewangi sekali bilas masih menimbulkan pertanyaan

mengenai keamanan produk terhadap lingkungan. Pada dasarnya produk pelembut dan pewangi sekali bilas mengandung bahan kimia yang bersifat racun terhadap biota sekitar sehingga keberadaannya dapat berpotensi menimbulkan pencemaran. Bahan baku utama pada produk pewangi dan pelembut sekali bilas adalah *Surfaktan kationik* yang sulit diuraikan di alam. Bahan ini digunakan sebagai bahan utama pembuat detergen karena terbukti dapat membersihkan kotoran dan sebagai bahan pencuci lain (Andang, 2001).

Salah satu jenis biota yang akan menerima dampak pencemaran surfaktan adalah ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). Penelitian telah dilakukan oleh Prihatiningsih (2004) yang menyatakan bahwa surfaktan kationik memiliki potensi teratogenik terhadap ikan, yaitu perubahan formasi dari sel, jaringan, dan organ akibat perubahan fisiologi dan biokimia. Selain itu, amonium klorida pada tingkat toksik juga dapat menyebabkan peningkatan pH pada darah, gangguan osmoregulasi, dan kesulitan bernafas (Wester dan Roghair, 2002 dalam Hanifah, 2012).

Kelangsungan hidup biota perairan terutama ikan sangat bergantung dari kondisi perairan tempat hidupnya. Mengingat besarnya potensi pencemaran dari limbah surfaktan dalam perairan, dan adanya perbedaan kepentingan tersebut, maka pemakaian surfaktan perlu diuji secara cermat. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan pewangi pakaian yang mengandung bahan aktif surfaktan dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

Dengan adanya penelitian ini dapat diperoleh suatu hipotesis diantaranya 1) Penggunaan bahan pelembut dan pewangi pakaian sekali bilas berpengaruh terhadap mortalitas ikan mas 2) Bahan pewangi dan pelembut pakaian sekali bilas merupakan produk yang bersifat toksik tinggi bagi kehidupan ikan mas 3) Penggunaan bahan pewangi dan pelembut pakaian sekali bilas masih tergolong tidak aman.

METODE

Jenis penelitian adalah eksperimental, karena terdapat variabel manipulasi yaitu konsentrasi pewangi yang digunakan untuk menganalisis uji toksisitas pewangi sekali bilas terhadap mortalitas ikan mas (*Cyprinus carpio*). Penelitian ini dilakukan pada tanggal 10 Oktober 2016 sampai 10 November 2016. Penelitian ini dibagi menjadi empat tahap, yaitu aklimatisasi, orientasi, pendahuluan, dan eksperimen. Tahap aklimatisasi ikan dan air dilakukan selama enam hari di *green house*. Tahap orientasi, pendahuluan, dan eksperimen masing-masing dilakukan selama 2 X 24 jam perlakuan di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya.

Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah satu buah akuarium besar, empat buah toples besar, empat buah gelas ukur 10 ml, dua buah erlenmeyer 300 ml, dua buah botol winkler gelap 250 ml, dua buah saringan ikan kecil, termometer, pH indikator, sarung tangan plastik, label, spidol, kamera, 120 ekor ikan mas, produk pelembut dan pewangi sekali bilas, alat pengukur DO. Sedangkan tahapan yang dilakukan pada tahap awal ikan yang baru dibeli diaklimatisasi terlebih dahulu selama enam hari dalam enam liter air. Selain ikan, air yang akan digunakan juga diaklimatisasi terlebih dahulu guna mengurangi kadar kaporit. Kemudian dilanjutkan pada tahap orientasi sampai tahap eksperimen.

Pada tahap orientasi, pendahuluan, dan eksperimen masing-masing digunakan

tiga pengulangan dengan empat perlakuan yang berbeda, yaitu A (kontrol), perlakuan B, C, dan D. Toples perlakuan A hanya berisi air dan ikan, sedangkan toples perlakuan B, C, dan D berisi air, ikan, dan pewangi sekali bilas dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Pengukuran suhu, pH, dan DO dilakukan pada setiap awal dan akhir masing-masing tahap.

Tahap orientasi diawali dengan perhitungan konsentrasi pewangi sekali bilas dalam satuan ppm berdasarkan petunjuk penggunaan bahan pelembut dan pewangi pada kemasan, sehingga didapatkan konsentrasi 0 ppm, 7800 ppm, 15600 ppm, dan 23400 ppm. Toples yang sudah disiapkan kemudian diisi dengan air masing-masing sebanyak enam liter dan ikan yang telah diaklimatisasi dimasukkan kedalamnya sebanyak 10 ekor pada masing-masing perlakuan. Setelah itu, pewangi sekali bilas dituangkan ke dalam toples dan dihomogenkan. Setelah pewangi dimasukkan, mulai dilakukan pencatatan waktu dan pengamatan pergerakan ikan dalam toples. Proses ini ditunggu selama 2x24 jam hingga ikan mati separuhnya (lima ekor) untuk mencari LD₅₀ dan setelah itu memasuki tahap pendahuluan. Pada tahap pendahuluan, konsentrasi pewangi sekali bilas ditentukan berdasarkan hasil dari tahap orientasi. Dengan prosedur kerja yang sama dengan tahap orientasi, konsentrasi yang digunakan pada tahap pendahuluan adalah 0 ppm, 3900 ppm, 7800 ppm, dan 11700 ppm. Pada tahap eksperimen, konsentrasi pewangi sekali bilas ditentukan berdasarkan konsentrasi standar baku yaitu 0 ppm, 2 ppm, 3,9 ppm, dan 5,8 ppm. Parameter yang digunakan dalam penelitian adalah mortalitas ikan mas selama 2x24 jam dengan menghitung *Letal Dose* (LD). Teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif.

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan pH berada pada kisaran normal. Pada tahap orientasi suhu awal dan akhir adalah sama yaitu 28°C dengan pH sebesar 7. Pada tahap pendahuluan dan eksperimen diperoleh nilai suhu awal dan akhir 29°C dengan pH sebesar 7. Nilai DO terendah terdapat pada konsentrasi 23400 ppm pada tahap orientasi dengan nilai 1,04 ppm (Tabel 1).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi surfaktan maka semakin tinggi mortalitas ikan. Pada tahap orientasi, mortalitas LD₁₀₀ terjadi setelah menit ke-25. Kematian ikan mas (*C. carpio*) sebanyak 100% terjadi pada konsentrasi aturan

pakai pewangi sekali bilas (15600 ppm). Kisaran konsentrasi dibawah aturan pakai pada tahap pendahuluan (3900 ppm – 11700 ppm) masih menimbulkan kematian ikan mas (*C. carpio*). Pada tahap eksperimen dengan konsentrasi kisaran ambang batas

(2 ppm - 5,9 ppm) mortalitas ikan mas 0% atau LD₀, sehingga pada konsentrasi kisaran ambang batas pewangi sekali bilas bersifat aman (tidak toksik) bagi ikan (*C. carpio*).

Tabel 1. Kualitas Air (Suhu, pH, dan DO) Setiap Tahap Penelitian

Tahapan	Perlakuan	Suhu (°C)		pH		DO (ppm)
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	
Orientasi	A (kontrol)	28	28	7	7	6,05
	B (7800 ppm)	28	28	7	7	2,95
	C (15600 ppm)	28	28	7	7	1,55
	D (23400 ppm)	28	28	7	7	1,04
Pendahuluan	A (kontrol)	29	29	7	7	5,25
	B (3900 ppm)	29	29	7	7	4,07
	C (7800 ppm)	29	29	7	7	2,45
	D (11700 ppm)	29	29	7	7	1,95
Eksperimen	A (kontrol)	29	29	7	7	6,12
	B (2 ppm)	29	29	7	7	5,82
	C (3,8 ppm)	29	29	7	7	5,75
	D (5,9 ppm)	29	29	7	7	5,45

Tabel 2. Data Mortalitas Ikan Mas (*C. carpio*) pada Beberapa Tahapan Penelitian

Tahapan	Perlakuan	Mortalitas pada menit ke – (%)									
		15	20	25	30	35	40	45	24 jam	48 jam	
Orientasi	A (kontrol)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B (7,800 ppm)	30	30	100	100	100	100	100	100	100	100
	C (15,600 ppm)	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	D (23,400 ppm)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Pendahuluan	A (kontrol)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B (3,900 ppm)	0	0	0	0	30	70	100	100	100	100
	C (7800 ppm)	0	30	80	80	100	100	100	100	100	100
	D (11700 ppm)	0	50	80	100	100	100	100	100	100	100
Eksperimen	A (kontrol)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B (2 ppm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C (3,8 ppm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D (5,9 ppm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PEMBAHASAN

Hasil pengamatan pada tahap orientasi dan pendahuluan pada semua perlakuan menunjukkan mortalitas ikan mas mencapai 100% atau LD₁₀₀ sedangkan kontrol tidak menunjukkan adanya mortalitas ikan mas (LD₀). Pemberian konsentrasi yang semakin tinggi akan menyebabkan mortalitas ikan semakin cepat. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan pelembut dan pewangi pakaian sekali bilas menurut aturan pakai kemasan masih berpotensi mencemari lingkungan dan mampu

menyebabkan kematian biota air. Tahap eksperimen menunjukkan LD₀ pada waktu 2 X 24 jam.

Semakin tinggi akumulasi pelembut dan pewangi pakaian sekali bilas maka semakin rendah pula suplai oksigen terlarut di dalam airdan dapat diketahui dari hasil DO yang diukur menunjukkan penurunan seiring pertambahan konsentrasi pewangi. Konsentrasi pelembut dan pewangi sekali bilas yang semakin tinggi dapat menyebabkan mortalitas pada ikan mas sampai LD₁₀₀. Hal ini disebabkan oleh bahan yang terkandung dalam pelembut dan pewangi sekali bilas dapat

mengganggu pelarutan oksigen dalam air. Konsentrasi oksigen terlarut yang rendah akan mempengaruhi fisiologi respirasi ikan, sehingga dampak yang paling buruk adalah kematian ikan. Menurut Lubis, dkk. (2013) semakin tinggi konsentrasi bahan surfaktan yang diberikan, maka semakin tinggi pula frekuensi bukaan operkulum ikan per menit. Dalam hal ini, ikan berusaha menyesuaikan diri pada lingkungan air yang kurang sesuai dengan meningkatkan frekuensi bukaan operkulum. Namun demikian, pada tahap orientasi dan pendahuluan ikan mengalami kematian LD₁₀₀ karena tidak mampu menyesuaikan diri pada lingkungan yang tercemar bahan pelembut dan pewangi pakaian. Menurut Khairul (2012) penyebab kematian ikan adalah karena kerusakan epitelium insang dan akibat penyumbatan saluran-saluran branchiola sehingga pertukaran gas terganggu dan ikan mati lemas. Selain itu, kematian ikan uji tersebut disebabkan oleh zat toksikan yang terserap ke dalam tubuh ikan berinteraksi dengan membran sel dan enzim sehingga enzim tersebut bersifat immobil. Dengan demikian, kerja enzim terhambat atau terjadi transmisi selektif ion-ion melalui membran sel.

Kematian ikan diduga akibat kandungan bahan aktif yang ada pada pelembut dan pewangi sekali bilas, yaitu surfaktan (*Surface Active Agent*). Surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu *hydrophile* (suka air) dan *hydrophobe* (suka lemak). Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan pakaian. Prihatiningsih (2004) menyatakan bahwa surfaktan kationik yang umum digunakan dalam berbagai produk pelembut pakaian yaitu senyawa amonium kuarterner. Senyawa ini memiliki potensi teratogenik terhadap ikan, yaitu perubahan formasi dari sel, jaringan, dan organ yang dihasilkan dari perubahan fisiologi dan biokimia. Amonium klorida pada tingkat toksik juga dapat menyebabkan peningkatan pH pada darah, gangguan osmoregulasi, dan kesulitan bernafas (Wester dan Roghair, 2002 dalam Hanifah, 2012). Menurut Siregar, dkk. (2013) kematian ikan terjadi karena surfaktan bersifat toksik pada ikan sehingga ikan memberikan respon perubahan tingkah laku sebelum kematian dengan memperlihatkan ciri-ciri seperti hilangnya keseimbangan, berenang tidak teratur, dan pernafasan yang terganggu.

Kualitas air merupakan data sekunder yang menjadi data pendukung dari data primer mortalitas ikan. Data ini didapatkan dari pengukuran pH dan suhu selama penelitian dari awal hingga akhir. Suhu merupakan salah satu faktor fisika perairan yang sangat penting bagi kehidupan organisme atau biota perairan. Secara umum suhu berpengaruh langsung terhadap biota perairan berupa reaksi enzimatik pada organisme dan tidak berpengaruh langsung terhadap struktur hewan air. Kisaran suhu yang baik bagi kehidupan organisme perairan adalah antara 18-30°C. Faktor lainnya adalah derajat keasaman (pH). Faktor ini (pH) sangat penting sebagai parameter kualitas air karena mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan dalam air. Terdapat dua fungsi pH yaitu sebagai faktor pembatas, setiap organisme mempunyai toleransi yang berbeda terhadap pH maksimal, minimal serta optimal dan sebagai indeks keadaan lingkungan. Nilai pH air yang normal sekitar netral yaitu antara 6-8, sedangkan pH air yang tercemar beragam tergantung dari jenis buangnya. Menurut Khairul (2012) air buangan pewangi atau detergen mengandung nilai pH tinggi, karena surfaktan dapat meningkatkan pH. Namun demikian, hasil pengukuran kualitas air menunjukkan bahwa pH tidak mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan oleh pH ikan dan kotoran ikan yang berkontribusi dalam penurunan pH sehingga menyebabkan pH tetap normal. Suhu dan pH air dalam kisaran yang normal yaitu 29° C dan 7 sehingga dapat diduga bahwa suhu dan pH tidak memberikan pengaruh terhadap kematian ikan. Nilai DO pada tahap eksperimen menunjukkan kisaran antara 5 sampai 6 ppm, hal ini menunjukkan bahwa air yang mengandung pelembut dan pewangi sekali bilas termasuk dalam keadaan tercemar ringan. Kandungan oksigen terlarut (DO) minimum adalah dua ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (*toksik*). Kandungan oksigen terlarut minimum ini sudah cukup mendukung kehidupan organisme (Swingle, 1968).

Undang-Undang Lingkungan Hidup No. 23 tahun 2006 menyatakan bahwa standar baku mutu deterjen yang ada pada badan air dan diperbolehkan oleh pemerintah adalah sebesar 0,5 ppm atau 0,5 mg/L (Efendi, 2003). Kehidupan ikan pada toples tersebut terganggu akibat pemberian pelembut dan pewangi sekali bilas yang melebihi standar baku mutu tersebut. Oleh sebab itu dilakukan tahap eksperimen sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semua ikan tidak

mengalami kematian atau tingkat mortalitasnya 0%. Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan pelembut dan pewangi sekali bilas pada batas aman tidak mengganggu kehidupan ikan. Kandungan bahan aktif yang terdapat pada pelembut dan pewangi sekali bilas tidak berpotensi meracuni ikan karena terpapar dalam perairan dalam konsentrasi yang aman bagi biota air.

Pada konsentrasi aturan pakai (15600 ppm) pewangi sekali bilas, jika diuji terhadap mortalitas biota perairan ikan mas (*C. carpio*) diperoleh kematian ikan LD₁₀₀ selama 24 jam. Penggunaan pewangi sekali bilas meskipun dalam batas aturan pakai sangat berbahaya bagi biota perairan ikan mas. Hal ini disebabkan oleh surfaktan kationik yang terkandung masih tergolong tinggi dan berada di atas ambang baku, sehingga ikan mas tidak mampu mentoleransi kadar surfaktan kationik tinggi dalam perairan. Penggunaan pewangi sekali bilas dapat dilakukan, namun perlu dilakukan pengenceran hingga diperoleh konsentrasi dalam kisaran ambang batas agar tidak bersifat toksik pada biota perairan seperti ikan. Jika diteliti pada kisaran ambang baku (dua ppm), konsentrasi surfaktan pada pewangi sekali bilas tidak menimbulkan mortalitas bagi ikan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa 1) Tingkat toksisitas pada tahap orientasi mencapai LD₁₀₀, tahap pendahuluan mencapai LD₁₀₀, dan tahap eksperimen mencapai LD₀; 2) Semakin tinggi konsentrasi bahan yang diberikan, maka semakin tinggi pula angka mortalitas ikan mas (orientasi dan pendahuluan); 3) Tingkat keamanan pada dosis sesuai standart baku mutu tidak menyebabkan mortalitas pada ikan yakni dengan nilai kisaran konsentrasi uji 2-5,8 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Andang, I S. 2001. Gunakan Detergen Semiminal Mungkin. Online : [http://www.kompas.com /kompas-cetak / 0105 / 28 / dikbud / guna34.htm](http://www.kompas.com/kompas-cetak/0105/28/dikbud/guna34.htm). Diakses pada tanggal 11 November 2016.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Jakarta: Kansius
- Hanifah. 2012. Uji Toksisitas Softener terhadap Ikan Platy. [online], (<http://gebyy-agnezaa.co.id>, diakses 12 November 2016).
- Khairul. 2012. Uji Toksisitas Limbah Deterjen terhadap Mortalitas Ikan Nila (*Tilapia nilotica*). Online : <http://khairul-kesling.co.id/2012/12/uji-toksisitas-limbah-deterjen-terhadap.html>. Diakses pada tanggal 11 November 2016.
- Lubis, S. D. P. S; Utomo, B; dan Ezraneti R. 2013. Uji Toksisitas Deterjen Cair terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *Skripsi. Dipublikasikan*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Prihatiningsih. 2004. Pengakajian Kualitas Perairan Dapat Dilakukan Dengan Berbagai Macam Cara, Selah Satunya Dengan Melakukan Analisis Biologi Yaitu Dengan Mengetahui Struktur Komunitas Mikrozoobentos Yang Dapat Menggambarkan Kondisi Lingkungan. *Skripsi. Dipublikasikan*. Bogor : IPB (Bogor) Agricultural University.
- Siregar, S. N; Irwanmay; dan Leidonald R. 2013. Uji Toksisitas Pelembut Pakaian terhadap Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *Skripsi. Dipublikasikan*. Medan : Universitas Sumatera Utara
- Swingle, H. S. 1968. *Standarization of Chemical Analysis for Water and Pond Muds*. FAO Fish. *International journal*. Vol 3.

Frekuensi dan Penyebaran Alel Golongan Darah Siswa Kelas XI SMA Unggulan Amanatul Ummah Surabaya

Dhuria Tifani
SMA Unggulan Amanatul Ummah
Jl. Siwalankerto Utara 56, Wonocolo Surabaya
email: dhuriatifani090594@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui golongan darah siswa-siswi kelas XI di SMA Unggulan Amanatul Ummah berdasarkan hasil praktikum sistem penggolongan darah. Pengambilan data dilakukan oleh siswa- siswi dan guru pelajaran November 2016 dengan metode pengambilan sampel darah langsung terhadap siswa-siswi. Data dianalisis dengan menggunakan Hardy Weinberg dan Chi-Square. Hasil data menunjukkan bahwa siswa-siswi kelas XI banyak yang bergolongan darah B sebesar 66%, dan persentase yang paling sedikit adalah siswa yang bergolongan darah AB sebesar 8%, sedangkan untuk golongan darah A dan O secara berturut-turut mendapatkan persentase sebesar 40% dan 36%. Frekuensi alel I^A 0.22% sedangkan untuk frekuensi alel I^B 0.29% dan untuk Frekuensi alel I^O 0.49%. nilai penyebaran alel didapatkan nilai $X^2 = 0,796$ yang sesuai pada kesetimbangan hukum Hardy Weinberg.

Kata Kunci : *Golongan Darah, Kelas XI, SMA Unggulan Amanatul Ummah Surabaya.*

PENDAHULUAN

Darah merupakan bagian penting dari system transport. Darah merupakan jaringan yang berbentuk cairan yang terdiri dari dua bagian besar, yaitu: Plasma darah, merupakan bagian yang cair dan bagian korpuskuli yakni benda-benda darah yang yang terdiri atas sel darah putih atau leukosit, sel darah merah atau eritrosit dan sel beku darah atau trombosit.

Golongan darah merupakan ciri khusus darah dari suatu individu karena adanya perbedaan jenis karbohidrat dan protein pada permukaan membran sel darah merah. Golongan darah ditentukan oleh jumlah zat (kemudian disebut antigen) yang terkandung di dalam sel darah merah (Fitri, 2007).

Sistem golongan darah ABO terdiri dari tiga alel yaitu A, B, O dan AB. Gen A dan B mengendalikan sintesis enzim spesifik yang bertanggung jawab untuk penambahan residu karbohidrat tunggal (N-asetil galaktosamin untuk golongan A dan D-galaktosa untuk golongan B) pada glikoprotein atau glikolipid antigenik dasar dengan gula terminal L-fruktosa pada eritrosit dikenal sebagai substansi (Supandiman, 1997, dan Hoffbrand, 2006).

Membran eritrosit mengandung banyak protein dan karbohidrat berbeda yang mampu memicu pembentukan antibodi. Antigen berbeda satu dengan lainnya dapat menyebabkan terbentuknya antibodi,

sehingga dapat menimbulkan masalah klinis dan tidak terdeteksi di laboratorium. Sampai sekarang ini telah diketahui sekitar 500 antigen eritrosit dan 100 diantaranya telah dapat dideteksi secara serologic dengan menggunakan antiserum spesifik (Kresno, 1988 dan Flynn 1998). Golongan darah yang berbeda yaitu A, B, AB dan O. ditentukan oleh sepasang gen, yang diwarisi dari kedua orang tua. Setiap golongan darah dapat dikenal dari zat kimia yang disebut antigen, yang terletak di permukaan sel darah merah. Ketika seseorang membutuhkan transfusi darah, maka darah yang disumbangkan haruslah sesuai dengan golongan darah tertentu. Kesalahan dalam melakukan transfusi akan dapat menimbulkan komplikasi yang serius (Australia Red Cross, 2008).

Pemeriksaan golongan darah mempunyai berbagai manfaat dan mempersingkat waktu dalam identifikasi. Golongan darah penting untuk diketahui dalam hal kepentingan transfusi, donor yang tepat serta identifikasi pada kasus kedokteran forensik seperti identifikasi pada beberapa kasus kriminal (Azmielvita , 2009).

Kesesuaian golongan darah sangatlah penting dalam transfusi darah. Jika darah donor mempunyai faktor (A atau B) yang dianggap asing oleh resipien, protein spesifik yang disebut antibodi yang diproduksi oleh resipien akan mengikatkan diri pada molekul asing

tersebut sehingga menyebabkan sel-sel darah yang disumbangkan menggumpal. Penggumpalan ini dapat membunuh resipien (Azmielvita, 2009).

Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui Frekuensi dan Penyebaran Alel Golongan Darah Siswa Kelas XI SMA Unggulan Amanatul Ummah Surabaya pada pembelajaran sstem peredaran darah.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada November 2017. Penelitian ini dilakukan pada Siswa kelas XI di SMA Unggulan Amanatul Ummah Surabaya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah darah. anti seruni (A dan B) dan alkohol 70%. Alat yang digunakan adalah jarum franke, objek glass, pengaduk, kapas dan alat tulis.

Data dianalisis dengan menggunakan rumus hukum Haidy-Wemberg (Brewcr dan Carles, 1983).

$$(p+q+r)^2 = p^2 + q^2 + r^2 + 2pq + 2pr + 2qr = 1$$

Perhitungan penyebaran frekuensi alel dilakukan dengan menggunakan minus chi-square (Suryo, 1997).

$$X^2 = \sum (d^2 / e)$$

Keterangan:

d = Penyimpangan /deviasi yaitu selisih antara hasil yang diperoleh (O) dengan hasil yang diharapkan
e = Hasil yang di harapkan.

HASIL

Hasil pengecekan golongan pada 150 siswa di SMA Unggulan Amanatul Ummah didapatkan golongan darah yang paling besar adalah 66% bergolongan darah B, dan paling sedikit adalah 8% bergolongan darah AB. Suryo (1979) yang menyatakan bahwa golongan darah orang Indonesia pada umumnya adalah B, dan golongan darah yang paling sedikit adalah golongan darah AB yaitu hanya 7 orang (5,78%).

Tabel 1. Frekuensi alel I^A, I^B, dan I^O Pada Siswa Kelas XI SMA Unggulan Amanatul Ummah

Frekuensi	Persentase (%)
I ^A	0.22
I ^B	0.29
I ^O	0.49

Tabel 1 menunjukkan frekuensi alel I^A 0.22% sedangkan untuk frekuensi alel I^B 0,29% dan untuk Frekuensi alel I^O 0.49%. Hasil tersebut sama dengan frekuensi alel yang diperoleh di beberapa negara maju bahwa frekuensi alel yang tertinggi adalah I^O. Hal ini dapat dipahami dan dibenarkan bahwa alel I^O dapat diperoleh dari tiga macam golongan darah yaitu golongan darah O yang membawa alel I^O, golongan darah A yang membawa genotip heterozigot I^AI^O dan golongan darah B yang membawa genolip I^BI^O, Walaupun kelak suatu daerah berdampingan dengan daerah lain atau Negara lain tetapi frekuensi dan penyebaran alel golongan darah bisa saja berbeda karena penyebaran alel sangat dipengaruhi oleh gen dan parentalnya (Suryo, 1979).

Apabila terjadi variasi pada parentalnya maka akan berdampak pada generasi berikutnya juga akan membawa alel yang bervariasi dan sebaliknya apabila generasi parentalnya tidak ada variasi yang disebabkan perkawinan *intern* maka generasi berikutnya akan mewariskan alel yang tidak jauh berbeda dengan parentalnya.

Tabel 2. Perhitungan Chi- Square Penyebaran Alel I^A, I^B, dan I^O Pada Siswa Kelas XI SMA Unggulan Amanatul Ummah

	A	B	AB	O	Jumlah
Diperoleh (O)	40	66	8	36	150
Harapan (e)	38	55	19	38	150
Devisiasi (d)	2	11	-11	0	0
d ² /e	0.105	2.2	6.368	0	
X ²	0.421	0.04	0.335	0	0.796

Tabel 2 menunjukkan hasil uji penyebaran alel. Tes chi square diperoleh hasil X² = 0,796, dengan memperhatikan nilai derajat kebebasan dan kemungkinan dari tabel chi square maka nilai X² = 0,796, dengan Db = 1. Karena nilai kemungkinan (X²) lebih besar dari 0,05 maka data percobaan kelas fenotip **dinyatakan signifikan** "pada kesetimbangan Hardy Weinberg".

PEMBAHASAN

Golongan darah manusia dapat dideteksi dengan mereaksikan sampel darah dengan antigen A dan antigen B. Namun, cara ini hanya dapat mendeteksi penggolongan darah ABO. Golongan darah bisa juga digunakan untuk menunjukkan kebenaran seorang anak dengan kedua orang tuanya. Darah terdiri

gen-gen penyusun yang bersesuaian dengan golongan darahnya. Orang dengan golongan darah A mempunyai 2 kemungkinan gen penyusun darah yaitu $I^A I^A$ atau $I^A I^O$. Begitu juga dengan golongan darah B yaitu $I^B I^B$ atau $I^B I^O$. Golongan darah AB dan O hanya mempunyai satu kombinasi gen yaitu $I^A I^B$ untuk golongan darah AB dan $I^O I^O$ untuk golongan darah O (Putrawan, 2011).

Tabel 1 menunjukkan frekuensi alel I^A 0,22% sedangkan untuk frekuensi alel I^B 0,29% dan untuk Frekuensi alel I^O 0,49%. Hasil tersebut sama dengan frekuensi alel yang diperoleh di beberapa negara maju bahwa frekuensi alel yang tertinggi adalah I^O . Hal ini dapat dipahami dan dibenarkan bahwa alel I^O dapat diperoleh dari tiga macam golongan darah yaitu golongan darah O yang membawa alel I^O , golongan darah A yang membawa genotip heterozigot $I^A I^O$ dan golongan darah B yang membawa genotip $I^B I^O$. Walaupun lelak suatu daerah berdampingan dengan daerah lain atau Negara lain tetapi frekuensi dan penyebaran alel golongan darah bisa saja berbeda karena penyebaran alel sangat dipengaruhi oleh gen dan parentalnya (Suryo, 1979).

Apabila terjadi variasi pada parentalnya maka akan berdampak pada generasi berikutnya juga akan membawa alel yang bervariasi dan sebaliknya apabila generasi parentalnya tidak ada variasi yang disebabkan perkawinan *intern* maka generasi berikutnya akan mewariskan alel yang tidak jauh berbeda dengan parentalnya.

Tabel 2 menunjukkan $X^2 = 0,375$ berada diantara 0,50 dan 0,70 dengan $Db = 1$, yang sesuai pada kesetimbangan hukum Hardy Weinberg/ tidak terdapat penyimpangan. Penyimpangan alel dapat terjadi dikarenakan adanya perubahan gen. Menurut Crow dan Kimura (1970) perubahan frekuensi gen dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain seleksi alam, imitasi, gene drift, mitotic drift, dan migrasi. Suryo (1997), bahwa bercampurnya alel-A didalam populasi dari populasi lain dapat menyebabkan bahwa frekuensi alel dalam populasi dapat berubah.

Fluktuasi (naik turun) frekuensi gen yang acak (*random*) dapat disebabkan pada penduduk yang besar dan penduduk dengan jumlah sedikit. Penduduk yang sedikit dapat menyebabkan terjadinya perkawinan antar saudara banyak berlangsung. Perkawinan yang berlangsung dari generasi I generasi tentu saja semakin meningkatkan jumlah genotip yang homozigot dan menurunkan jumlah yang heterozigot.

SIMPULAN

Hasil data menunjukkan bahwa siswa-siswi kelas XI banyak yang bergolongan darah B sebesar 66%, dan persentase yang paling sedikit adalah siswa yang bergolongan darah AB sebesar 8%, sedangkan untuk golongan darah A dan O secara berturut-turut mendapatkan persentase sebesar 40% dan 36%. Frekuensi alel I^A 0,22% sedangkan untuk frekuensi alel I^B 0,29% dan untuk Frekuensi alel I^O 0,49%. nilai penyebaran alel didapatkan nilai $X^2 = 0,796$ yang sesuai pada kesetimbangan hukum Hardy Weinberg.

DAFTAR PUSTAKA

- Australia Red Cross. (2008). *Blood Groups*, Diakses pada Desember 2016. Pada <http://www.Bloodservice.com>
- Azmielvita dkk. (2009). *Genetika Dasar*. FK UNRI. Diakses pada Desember 2016. Pada <http://yayanakhyar.wordpress.com>
- Crow, J.F. and M. Kimura. 1970. *An Introduction to Population Genetics Theory*. Minnesota: Burgess Publishing Company Minneapolis.
- Fitri. (2007). *Manfaat Mengetahui Golongan Darah*. 8 April 2010. Dibaca pada <http://www.wikimu.com>
- Flynn Jr JC. 1998. *Essentials of Immunohematology*. WB Saunders Company. Philadelphia. 23-52.
- Hoffbrand AV, Pettit JE, Moss PAH. 2006. *Hematologi. 4th ed*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC 11-51.
- Kresno SB. 1988. *Hematologi dan Immunohematologi*. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia: 129-139.
- Putrawan, Wiko. 2011. *Aplikasi Pohon dalam Penentuan Golongan Darah Manusia*. Program Studi Teknik Informatika. Sekolah Teknik Elektro dan Informatika. Bandung: ITB.
- Supandiman I.. 1997. *Hematologi Klinik*. Bandung: Bukit Pakar Timur.
- Suryo. 1996. *Genetika*. Departemen P dan K Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Jakarta.

Variasi Karakteristik Nata Dari Berbagai Bahan Alternatif Non-Air Kelapa

Rinaldiyanti Rukmana¹, Innas Soraya², Ianatur Rofiqoh³, Intan Delia Tivania Putri⁴, Suci Septiana⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang Baru XII No.34 Surabaya 60231

¹email: ririnrinaldiyantirukmana@gmail.com

ABSTRAK

Nata merupakan hidangan yang sangat digemari oleh masyarakat karena rasa dan manfaatnya bagi kesehatan. Pada umumnya nata berasal dari proses fermentasi air kelapa yang dibantu oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Selain dari air kelapa nata juga bisa berasal dari proses fermentasi non-air kelapa seperti sari buah dan lain sebagainya yang dibantu oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik nata yang terbuat dari berbagai bahan alternatif non-air kelapa. Bahan alternatif yang diuji adalah buah nanas, buah mangga, buah tomat, kulit buah naga, daging putih semangka, dan singkong. Sampel bahan diambil sarinya dengan cara diblender. Sampel air kelapa digunakan sebagai media pembandingan (kontrol). Starter yang digunakan adalah *Acetobacter xylinum*. Lama waktu pembuatan nata adalah dua minggu. Karakteristik nata yang diamati adalah ketebalan, warna, tekstur, bentuk permukaan, dan kekenyalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari bahan alternatif yang diuji, masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda yaitu dari segi ketebalan, nata pada buah nanas memiliki ketebalan yaitu 0,9 cm, buah mangga yaitu 0,5 cm, buah tomat yaitu 2,2 cm, kulit buah naga yaitu 0,9 cm dan daging putih semangka yaitu 0,2 cm sedangkan pada singkong tidak terbentuk nata. Dari segi warna nata dari buah nanas berwarna putih, buah mangga berwarna putih kekuningan, buah tomat berwarna putih, kulit buah naga berwarna putih kemerahan dan daging buah semangka berwarna putih. Dari segi tekstur nata dari buah mangga memiliki tekstur yang lebih licin dari bahan alternatif lainnya dan bentuk permukaannya dari buah tomat lebih bergelombang. Sedangkan dari segi kekenyalan nata dari daging putih semangka lebih kenyal. Dengan air kelapa sebagai media pembandingan (kontrol). Karakteristik nata dari bahan alternatif non-air kelapa menunjukkan adanya variasi dari segi ketebalan, warna, tekstur, permukaan dan kekenyalan.

Kata Kunci: *Acetobacter xylinum*, Karakteristik, Nata

PENDAHULUAN

Nata merupakan hidangan yang sangat digemari oleh masyarakat karena rasa dan manfaatnya bagi kesehatan. Kandungan gizi nata de coco per 100 gram nata mengandung 80% air, 20 gram karbohidrat, 146 kal kalori, 20 gram lemak, 12 mg Kalsium, 2 mg Fosfor dan 0,5 mg Ferrum (besi). sehingga makanan ini termasuk makanan yang rendah kalori (Warsiati, et. al. 2013).

Nata merupakan selulosa bakterial dengan konsistensikokoh dan teksturnya agak kenyal, yang berasal dari proses fermentasi sari buah, air kelapa dan lain sebagainya yang dibantu oleh bakteri *Acetobacter xylinum* (Subagyo, 2012).

Enzim yang dihasilkan bakteri tersebut mengubah gula yang terkandung dalam bahan-bahan tersebut menjadi lembaran-lembaran serat selulosa.

Lembaran-lembaran selulosa itu kemudian menjadi padat dan berwarna putih. Serat yang ada dalam nata tersebut sangat baik bagi tubuh (Santosa et al., 2012). Bahkan serat tersebut penting bagi proses fisiologis tubuh, utamanya dalam memperlancar pencernaan makanan.

Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui perbandingan karakteristik nata yang dihasilkan dari berbagai macam bahan (air kelapa, buah nanas, buah mangga, buah tomat, kulit buah naga, daging putih semangka, dan singkong).

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 9 November 2016. Sampel diambil dari kulit buah naga, daging buah semangka yang berwarna putih, buah mangga, buah tomat, buah nanas, singkong. Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya.

Alat dan Bahan yang digunakan

Alat yang digunakan meliputi kompor, pengaduk, karet, botol bermulut lebar, kain saring, lampu spiritus, neraca dan gelas ukur. Bahan yang digunakan adalah kulit buah naga, daging buah semangka yang berwarna putih, buah mangga, buah tomat, buah nanas, singkong, gula pasir, ZA, asam cuka murni (98%), alkohol 70% dan *Acetobacter xylinum*.

Pembuatan Nata

Buah ditimbang sebanyak 500 gram. Buah tersebut dicuci sampai bersih, kemudian dimasukkan kedalam blender. Air ditambahkan sebanyak 1000 ml (1:2). Kemudian diblender sampai halus. Hasil buah yang telah ditambah air dan diblender, kemudian disaring menggunakan kain saring. Hasil penyaringan dimasukkan ke panci, kemudian direbus. ZA sebanyak

0.5 gram dan gula pasir sebanyak 15 gram ditambahkan ke dalam sari buah. Selama proses perebusan, sari buah dalam panci diaduk secara perlahan hingga ZA dan gula pasir homogen. Setelah mendidih, kompor dimatikan dan panci diturunkan dari atas kompor. Asam cuka murni (98%) sebanyak 50 ml ditambahkan ke dalam panci setelah dibiarkan selama 15 menit. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam botol bermulut besar yang telah dibersihkan dan disterilkan dengan alkohol 70%. Botol ditutup menggunakan kertas lalu diikat dengan karet, wadah tersebut ditutup supaya terjadi sirkulasi udara, karena *Acetobacter xylinum* adalah bakteri aerob. *Acetobacter xylinum* ditambahkan kedalam wadah secara aseptis. Campuran dibiarkan selama dua minggu sampai terbentuk gumpalan kenyal yang berwarna putih. Metode diulangi untuk buah yang berbeda.

HASIL

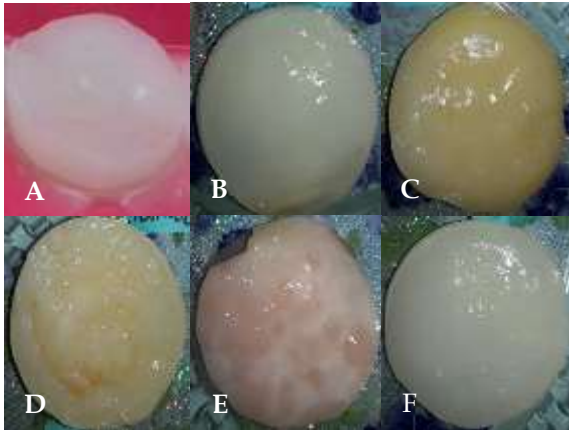
Pengamatan nata dilakukan selama 14 hari. Pada hari ke-14, pada beberapa perlakuan telah terbentuk nata yang hasilnya terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengamatan hari ke-14 pembentukan nata pada beberapa perlakuan

Perlakuan	Tekstur	Permukaan	Kekenyalan	Ketebalan	Warna
A	Licin (++++)	Bergelombang (+)	Kenyal (++++)	Gelas ke-1 : 1,1 cm Gelas ke-2 : 1,4 cm Gelas ke-3 : 1,1 cm	Putih Keruh (+)
B	Licin (++)	Bergelombang (++)	Kenyal (+++)	Gelas ke-1 : 1 cm Gelas ke-2 : 0,7 cm Gelas ke-3 : 1 cm	Putih (+++)
C	Licin (+++)	Bergelombang (+)	Kenyal (++)	Gelas ke-1 : 0,5 cm Gelas ke-2 : 0,5 cm Gelas ke-3 : 0,4 cm	Putih kekuningan
D	Licin (+)	Bergelombang (++++)	Kenyal (+++)	Gelas ke-1 : 1,5 cm Gelas ke-2 : 2,7 cm Gelas ke-3 : 2,3 cm	Putih (+)
E	Licin (++)	Bergelombang (+++)	Kenyal (++)	Gelas ke-1 : 0,85 cm Gelas ke-2 : 0,9 cm Gelas ke-3 : 0,85 cm	Putih kemerahan
F	Licin (+)	Bergelombang (+)	Kenyal (++++)	Gelas ke-1 : 1,5 cm Gelas ke-2 : 0,9 cm Gelas ke-3 : 2 cm	Putih (++)
G	-	-	-	-	-

Keterangan: A= Starter Air Kelapa, B= Starter Nanas, C= Starter Mangga, D= Starter Tomat, E= Starter Kulit Buah Naga, F= Starter Daging Putih Semangka, G= Starter Singkong.

Hasil pengamatan produksi nata hari ke-14 pada beberapa perlakuan tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Foto hasil pengamatan produksi Nata pada hari ke 14. A= Nata de Coco (starter air kelapa), B= Nata de Pina (starter nanas), C= Nata de Mango (starter mangga), D= Nata de Tomato (starter tomat), E= Nata de Kulit Buah Naga (starter kulit buah naga), F= Nata de Daging Putih semangka.



Gambar 2. Hasil pengamatan produksi nata pada hari ke-14 perlakuan G (starter singkong). Tidak terbentuk nata pada lapisan atas starter singkong, akan tetapi terdapat endapan pati pada dasar wadah.

PEMBAHASAN

Nata yang dihasilkan merupakan hasil dari aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum*. Proses pembuatan nata sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor yang mempengaruhi *Acetobacter xylinum* sebagai bakteri untuk proses adalah oksigen, pH, suhu dan nutrisi. Pengaruh utama yang mempengaruhi ketebalan nata adalah kandungan glukosa pada setiap sampel bahan. *Acetobacter xylinum* tumbuh pada media yang mengandung gula dan dapat mengubah gula

menjadi selulosa, selulosa yang dikeluarkan kedalam media itu berupa benang-benang membentuk jaringan yang terus menebal menjadi lapisan nata (Heryawan, 2004).

Gula merupakan nutrisi atau sumber karbon yang dibutuhkan *Acetobacter xylinum* akan merubah sebagian glukosa menjadi selulosa yang akan meningkatkan serat kasar atau selulosa yang terbentuk sebagai hasil metabolisme *Acetobacter xylinum*. Serat kasar merupakan hasil perombakan gula pada medium fermentasi oleh aktivitas *Acetobacter xylinum* (Anastasia dan Eddy, 2008). Gula yang ditambahkan pada setiap bahan pembuatan nata adalah sebanyak 15 gram. Disamping itu, terdapat pula kandungan gula yang memang telah ada dari sampel yang digunakan untuk percobaan pembuatan nata ini. Kandungan gula yang dimiliki oleh setiap jenis sampel berbeda-beda. Gula yang terkandung pada setiap 100 gr setiap sampel berturut-turut adalah air kelapa (3,8 gr) mangga (11,8 gr), ketela pohon (34,7 gr), tomat (3,5 g), nanas (12 gr), kulit buah naga (11 gr), daging putih semangka (5,3 gr).

Jika berdasarkan kandungan gula pada setiap sampel seharusnya nata yang mempunyai ketebalan tertinggi adalah nata de Cassava. Hal itu dikarenakan kandungan karbohidratnya paling tinggi dibandingkan yang lain, akan tetapi hasil yang diperoleh, tidak terdapat nata de Cassava yang terbentuk. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan itu terjadi yaitu pH, kontaminasi dan kualitas singkong. pH merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan pembentukan produk nata. Nilai pH cenderung berubah karena pengaruh sumber nitrogen dan karbon. Nitrogen diperlukan untuk pertumbuhan sel dan pembentukan enzim. Kekurangan nitrogen menyebabkan sel tumbuh dengan kurang baik dan menghambat pembentukan enzim yang diperlukan, sehingga proses fermentasi dapat mengalami kegagalan atau tidak sempurna (Hidayat dkk, 2006). Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan nitrogen, ditambahkan urea pada setiap jenis sampel nata sebanyak 0,5 gr. Bakteri *Acetobacter xylinum* dapat hidup pada kondisi pH yang berkisar antara 3,5-5. Sedangkan pH optimum untuk pertumbuhan *Acetobacter xylinum* berkisar antara pH 5,4-6,3 (Hernawati, 1998). Kemungkinan pH pada sampel yang tidak sesuai dengan pH tumbuh dari bakteri *Acetobacter xylinum*, sehingga bakteri tersebut tidak dapat tumbuh pada sampel yang berbahan ketela pohon (*cassava*) dan tidak terbentuk nata. Menurut Rukmana (1997) kualitas singkong dapat

mempengaruhi kualitas nata secara keseluruhan, baik warna, rasa, aroma dan tekstur. Kriteria singkong yang baik dalam pembuatan nata adalah singkong dalam keadaan segar, utuh, tidak cacat, dan singkong berumur 8-11 bulan. Sedangkan pada singkong yang kami gunakan tidak terjamin kesegarannya dan tidak diketahui umurnya sehingga nata tidak terbentuk.

Berdasarkan hasil pengamatan, bahwa bahan yang digunakan sebagai sampel pembuatan nata mempunyai kadar dan susunan kerapatan serat yang berbeda-beda. Nata dari daging putih semangka (Nata de Citrus) dan nata dari air kelapa (Nata de Coco) mempunyai tingkat kekenyalan yang paling tinggi dibanding nata jenis lainnya. Menurut Afridona (2006), kekenyalan terbentuk karena ikatan N dengan prekursor polisakarida yang ada. Nata yang mempunyai kadar serat yang tinggi dan susunan serat yang rapat akan menghasilkan nata yang kenyal. Sehingga nata dari daging putih semangka dan nata de coco mempunyai kadar dan tingkat kerapatan serat yang tinggi.

Tekstur yang baik untuk percobaan nata kali ini adalah dilihat dari licin atau tidaknya nata. Pada data yang tertera dalam table di atas, nata yang memiliki tekstur paling licin adalah nata de coco, sedangkan nata de tomat dan nata de daging putih semangka mempunyai tekstur yang tingkat licinnya lebih rendah daripada nata yang lainnya. Menurut Putriana dan Aminah (2013) semakin lama fermentasi tekstur nata semakin lembek karena lapisan nata yang terbentuk semakin tebal. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin tipis nata maka nata tersebut semakin tidak lembek namun justru memiliki tekstur yang licin sebab masih banyak lendir yang menempel pada nata. Oleh karena itu, pada nata de tomat dan nata de daging putih semangka yang identik memiliki ketebalan nata yang paling tinggi diantara nata lainnya justru memiliki tekstur yang tidak terlalu licin (+). Sedangkan nata de mango yang identik memiliki tingkat ketebalan yang relatif paling rendah dibandingkan dengan ketebalan nata yang lainnya justru mempunyai taktur yang sangat berlendir (++++).

Berdasarkan hasil pengamatan dapat diketahui bahwa bahan yang digunakan sebagai sampel pembuatan nata dapat menghasilkan nata dengan permukaan yang berbeda-beda. Menurut Pambayun (2002) Homogenitas larutan juga sangat menentukan kualitas nata yang dihasilkan. Apabila pengadukan dilakukan tidak merata, maka nata yang terbentuk akan mempunyai permukaan yang bergelombang dengan ketebalan yang tidak merata. Sehingga nata dari buah

tomat (Nata de Tomato) mempunyai permukaan yang paling bergelombang karena teraduk dengan baik daripada nata yang lain. Pada media tersebut juga terbentuk granul-granul kecil berwarna putih pada permukaan. Lapisan atau granul tersebut adalah gambaran dari pembentukan selulosa. Pada saat penggoyangan selulosa gagal membentuk serat dan lapisan dipermukaan diakibatkan karena kecilnya kristalin yang terbentuk akibat terpecah oleh penggoyangan. Kristalin-kristalin yang seharusnya berkumpul menjadi serat-serat atau jaringan terpecah akibat penggoyangan yang kemudian kristalin-kristalin tersebut terisolasi akibat sel-sel bakteri kemudian mengelilingi kristalin-kristalin tersebut (Czaja, 2004).

Berdasarkan hasil pengamatan dapat diketahui bahwa bahan yang digunakan sebagai sampel pembuatan nata dapat menghasilkan nata dengan warna yang berbeda, nata de coco memiliki warna putih, nata de pina memiliki warna putih (+++), nata de mango memiliki warna putih kekuningan, nata de tomat memiliki warna putih (+), nata de kulit buah naga memiliki nata dengan warna putih kemerahan, dan kulit nata de daging putih semangka memiliki kandungan (++)

Untuk nata dengan warna putih ini sama dengan warna yang dihasilkan nata de coco, yaitu berwarna putih (Lestari, 2010), sedangkan beberapa nata memiliki perbedaan warna antara satu dengan yang lain, khususnya bila menggunakan kulit buah naga akan berwarna merah sesuai dengan warna kulit buah naga, akan tetapi setelah melalui pencucian dan perendaman warna merah akan hilang dan menjadi putih transparan (Melliawati, 2015).

Berdasarkan kegiatan praktikum yang telah dilaksanakan, diperoleh data yang menunjukkan hasil dari pembuatan nata. Prosedur yang dilakukan dalam pembuatan nata telah dilakukan dengan benar (secara aseptis) sehingga pembuatan nata berhasil dilakukan. Bahan dasar yang digunakan juga masih segar serta kultur bakteri *Acetobacter xylinum* yang digunakan berkualitas baik. Karakteristik nata tiap jenis sampel berbeda-beda disebabkan karena dipengaruhi oleh perbedaan kandungan glukosa pada setiap sampel bahan yang digunakan untuk membuat nata.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat variasi karakteristik pada 6 sampel uji yang digunakan, yaitu buah nanas, buah manga, buah tomat, kulit buah naga, daging putih

semangka, dan singkong. Dengan air kelapa sebagai perlakuan kontrol. Karakteristik nata yang menunjukkan adanya variasi adalah tekstur, permukaan, kekenyalan, ketebalan, dan warna.

Jurnal of Science and Technology, vol. 1 no. 1, Mar 2012, 6-11 ISSN:2252-5297.

Subagyo, Pranata. 2012. Fase Pertumbuhan Starter *Acetobacter Xylinum*. Makassar: Zaka Media.

Warsiati, et. al. 2013. Kajian penambahan gula dan waktu pada nata de coco. *Jurnal bumilestari*, vol. 13 no 1, februari 2013.

DAFTAR PUSTAKA

Afridona, W. 2006. Pembentukan Nata De Coco Dengan Sumber Nitrogen Organik yang berbeda. *Skripsi*. Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang.

Anastasia, N., dan Eddy A. 2008. Mutu Nata de Seaweed dalam Berbagai Konsentrasi Sari Jeruk Nipis. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Universitas Lampung, 17-18 November 2008.

Czaja, W., Romanovicz, D. And Brown R.M. 2004. *Structural Investigations of Microbial Cellulose Produced in Stationary and Agitated Culture*. *Journal Cellulose*, Springer in Netherlands. Vol 11: 403 - 411.

Heryawan, K. 2004. Pengaruh Konsentrasi Gula dan Lamanya Waktu Fermentasi terhadap Mutu Nata de Pina, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh.

Hidayat, dkk. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.

Lestari, P. 2010. Pengaruh Pemberian Konsentrasi Gula Terhadap Warna dan Tekstur Nata De Coco. Balai Pelatihan Pertanian: Jambi.

Melliawati, Ruth. 2015. Bahan Baku Alternatif Pembuatan Bioselulosa. *Jurnal BioTrends* Vol.6 No.2 tahun 2015. Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI.

Pambayun, Rindit. 2002. *Teknologi Pengolahan Nata de Coco*. Kanisius: Yogyakarta

Putriana, Indah dan Siti Aminah. 2013. Mutu Fisik, Kadar Serat dan Sifat Organoleptik Nata de Cassava Berdasarkan Lama Fermentasi. *Jurnal Pangan dan Gizi* Vol .04 No. 07 Tahun 2013 29. Universitas Muhammadiyah Semarang.

Rukmana, R. 1997 . *Ubi Kayu, Budidaya, dan Pascapanen* . Jakarta : Penerbit Kanisius.

Santoso, et. al. 2012. *Dextrin concentration and carboxy methyl seluloce (CMS) in making of fiber – rich instan baverage from nata de coco*. IEESE International



Gambaran Profil Senyawa Proksimat Tempe dengan Fortifikasi Bahan Rempah (Inisiasi Terwujudnya Tempe Berflavour)

Siti Harnina Bintari¹, Retno Sri Iswari², Ely Rudyatmi³, Sarjana Parman⁴

^{1,2,3}Universitas Negeri Semarang

Kampus UNNES, Jalan Raya Sekaran Gunung Pati Semarang

⁴Universitas Diponegoro

Kampus UNDIP, Tembalang Semarang

¹email: ninabintari@gmail.com

ABSTRAK

Tempe merupakan produk fermentasi berisi organisme hidup yakni kapang dan bakteri. Oleh karena itu tempe tidak bisa bertahan lama pada kondisi segar (mentah). Trend tempe untuk masa depan sangat luas terutama untuk kesehatan dan bisnis. Solusi untuk mewujudkannya adalah membuat tempe berflavour, dengan tujuan untuk mengantisipasi keperluan tempe untuk bahan baku kuliner dan suplemen. Metode yang digunakan adalah fortifikasi rempah tunggal pada proses pembuatan tempe sebagai upaya untuk memperbaiki kualitas tempe untuk bahan baku pembuatan makanan olahan dan memperbaiki kualitas kesehatan masyarakat yang mengkonsumsinya. Rempah berupa bawang putih, kayu manis, kunyit, ketumbar, cabe, lada putih ditambahkan pada tahap inokulasi dan dilanjutkan fermentasi sampai menjadi tempe segar. Rempah-rempah dikenal sebagai agensi antibakteri dan meningkatkan cita rasa masakan. Prinsip dilakukan fortifikasi pada proses pembuatan tempe dibandingkan produk tanpa fortifikasi adalah tidak ada beda pada profil senyawa proksimat dan citarasanya. Produk tempe yang dihasilkan secara umum tidak ada beda secara organoleptik dan observasi pada kandungan karbohidrat, lemak, protein, serat makanan, kadar abu dan kadar air. Pada tempe yang diberi fortifikasi bawang putih mempunyai lama umur simpan lebih lama dan mempunyai cita rasa yang disukai. Simpulannya tempe dengan fortifikasi rempah tunggal merupakan solusi untuk memperluas pemanfaatan tempe untuk bahan baku pembuatan makanan olahan dan suplemen.

Kata Kunci: Tempe, Rempah-Rempah, Fortifikasi

PENDAHULUAN

Tempe merupakan produk fermentasi yang dibuat dari bahan kedelai dan inokulasi *Rhizopus sp.* jamur tempe bisa berasal dari ragi tempe komersial atau dari usar yang dibuat sendiri oleh pengrajin. Pembuatan tempe rata-rata mulai dari tahap pemanasan pertama memerlukan waktu maksimal 4 hari (4 x 24 jam), namun tempe segar bisa dikonsumsi setelah 36 jam dari saat dimulai fermentasi. Namun, tempe tidak bisa tahan lama dan bisa bertahan segar tidak lebih dari 2 x 24 jam atau 2 hari setelah tempe dikatakan *matang atau jadi*. Tahapan pembuatan tempe pada prinsipnya ada 3 (tiga) yakni kombinasi pertama adalah perendaman-pemanasan atau sebaliknya (satu kali perendaman dan satu kali pemanasan); ke dua kombinasi perendaman-pemanasan-perendam (dua kali perendaman dan satu

kali pemanasan) dan kombinasi ke tiga adalah pemanasan-perendaman-pemanasan-perendaman (dua kali perendaman dan dua kali pemanasan) (Kasmidjo, 1996). Antara tahap perendaman dan pemanasan bisa dibalik urutannya tergantung pertimbangan tertentu dari pengrajin tempe. Tahap **pemanasan di awal "penting"** karena mempunyai peran untuk gelatinisasi sehingga daging kedelai matang siap dihuni oleh bakteri pada saat proses perendaman. Sementara, tahap perendaman sangat penting untuk proses prafermentasi bertujuan untuk membentuk dan menyebabkan daging biji kedelai berasa asam sehingga berakibat pH daging kedelai bersifat asam. Pada tahap ini ada peran bakteri asam laktat dan beberapa bakteri lain yang menyebabkan terjadi perubahan pH kedelai matang. Kompleksitas tahapan pembuatan tempe meliputi pemanasan, perendaman,

pelepasan kulit ari kedelai, penirisan, inokulasi dan inkubasi (fermentasi) menjadi faktor risiko terhadap **produk tempe matang ("jadi") yang dihasilkan**. Salah satu faktor yang tampak oleh karena penerapan tahapan dan style mikrofaktor adalah cepatnya tempe **matang menjadi "bosok" atau "over fermented"** Tempe mentah tidak bisa bertahan lama pada kondisi matang (segar) dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain masih banyak populasi bakteri pembusuk pada tempe segar. Bakteri tersebut dapat berkembang biak dan cepat tumbuh bila pH tempe secara bertahap berubah kearah pH netral, sekitar pH 7,0. Kendala yang muncul **dan tetap "permanen" pada komoditas tempe adalah faktor cepatnya tempe menjadi produk "over fermented"**. Yang kedua adalah **flavour tempe segar yang meninggalkan "after taste" pahit, asam dan berlemak**. Ke tiga flavour ini masih tetap terbawa pada produk tempe olahan yang dihasilkan. Al hasil produk olahan misalnya nastar yang dibuat dengan tambahan **tempe atau "tempe fully" tidak disukai oleh panelis** (Bintari, 2013b). Sementara para pengrajin dan praktisi menganggap hal tersebut memang alamiah pada flavour tempe yang dibuat dari kedelai. Trend tempe untuk masa depan sangat luas terutama untuk kesehatan dan bisnis. Solusi untuk mewujudkannya adalah membuat tempe berflavour, dengan tujuan untuk mengantisipasi keperluan tempe untuk bahan baku kuliner dan suplemen. Hal pertama yang perlu diwujudkan adalah membuat tempe yang awet segar dan tidak meninggalkan flavour pahit, asam dan berlemak. Sementara Indonesia terkenal dengan rempah, di mana rempah-rempah yakni bawang putih, kayu manis, kunyit, ketumbar, cabe, lada putih (merica) mempunyai flavour dan aroma yang khas dan sudah terbukti banyak digunakan untuk bumbu masakan khas Indonesia. Rempah-rempah mempunyai kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas anti bakteri yang memberi dampak awetnya suatu makanan atau minuman. Untuk pembuatan tempe ke depan disinyalir perlu tambahan rempah agar diperoleh produk tempe yang awet segar lebih lama. Secara makro komoditas tempe telah menyumbang sangat besar konsumsi dan pemenuhan gizi masyarakat Indonesia, bahkan masyarakat mancanegara. Tempe, produk dan teknologi pengolahan serta manfaatnya telah menjadi **'viral' dan berkembang pesat dipelajari di negara Asia** yakni Jepang dan negara Barat yakni Amerika Serikat, Australia, Canada dan lainnya. Oleh karena itu tempe yang dibuat oleh pengrajin di Indonesia harus didorong untuk dapat memproduksi tempe matang

segar lebih lama. Untuk mewujudkan hal itu ada dua hal yang dilakukan yakni modifikasi pada tahap pemanasan kedelai **sehingga di dimungkinkan "cost"** nya tetap hemat, yakni dengan teknologi pasteurisasi (Bintari, 2013a) dan fortifikasi rempah pada tahap inokulasi. Hasil observasi membuktikan bahwa pemberian bawang putih pada pmebauatn tempe berdampak tempe segar lebih awet, hal ini juga ditunjukkan pada ikan bandeng yang direndam bawang putih (Syifa et al, 2013). Selama ini telah dikenal produk Industri tempe generasi pertama yakni tempe segar dan produk olahan yang masih nampak fisik dan flavour tempe misalnya kering tempe, keripik tempe, oseng tempe, sayur tempe dan lainnya. Kemudian ada produk Industri tempe generasi ke dua yang dicirikan dengan produk makanan yang sudah tidak terlihat fisik tempe namun masih ada terasa flavour tempe yakni bahan baku berupa tepung tempe dan olahannya yakni nugget tempe, sosis tempe, bakso tempe, nastar tempe, stick tempe dan produk jajanan atau makanan kecil lainnya yang dalam pembuatannya ditambah atau dicampur tepung tempe untuk tujuan tertentu (Bintari, 2013c). Selanjutnya, produk Industri tempe generasi ke tiga dicirikan berbentuk ekstrak padat berbentuk pelet atau ekstrak cair yang mengandung senyawa bioaktif yakni isoflanoid dan senyawa polar yang potensial sebagai agensia prevensi penyakit keganasan dan dapat berkontribusi untuk mengontrol gula darah dan indikasi penyakit metabolik lainnya (Bintari et al, 2013 b; Bintari & Nugraheni, 2015). Trend ke depan tempe bisa menjadi bahan baku untuk produk pangan yang representatif suplemen untuk kesehatan. Untuk itu produk tempe segar lebih lama awet, berflavour enak serta mengandung zat gizi makro dan antioksidan penting merupakan hal mendesak yang perlu segera diwujudkan.

METODE

Desain penelitian: Penelitian observasional dengan subjek riset kedelai kupas kulit dan sudah matang, ragi tempe Raprima dan rempah-rempah meliputi bawang putih, kayu manis, kunyit, lada hitam (ketumbar), cabe dan lada putih (merica), dengan konsentrasi 1%. Variabel yang diamati adalah profil senyawa proksimat meliputi karbohidrat, lemak, protein, serta makanan, abu dan kadar air, respon panelis dengan uji sensoris dan jumlah total kapang dan bakteri (sfu/gram bahan) Digunakan metode analisis diskriptif kualitatif.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA UNNES Semarang.

Fortifikasi rempah-rempah: Preparasi rempah meliputi bawang putih, kayu manis, kunyit, ketumbar, cabe dan lada putih (merica) dicuci dengan air mengalir, ditiriskan dan ditumbuk halus. Ditimbang sebesar 1% dari total berat kedelai kupas matang yang disiapkan untuk membuat tempe dan siap dicampurkan dengan kedelai kupas yang sudah diinokulasi dengan ragi tempe.

Pemeriksaan senyawa proksimat: **Tempe "jadi"** diperiksa kandungan karbohidrat, lemak, protein ; berturut turut dengan menggunakan metode Luff School, Soxhlet, Micro Kjeldal. Kemudian untuk serat makanan, abu dan kadar air dianalisis dengan metode AOAC, 1984.

Uji sensoris: Uji sensoris atau uji kesukaan dilakukan pada panelis umum untuk menilai produk tempe segar dengan masing masing produk tempe dengan fortifikasi bawang putih, kayu manis, kunyit, lada hitam (ketumbar), cabe dan lada putih (merica). Penerimaan produk tempe berflavour diukur pada rentangan skor 1-5 dengan kriteria sebagai berikut : 1 = sangat tidak suka ; 2 = tidak suka ; 3 = netral ; 4 = suka dan 5 = sangat suka

Perhitungan jumlah kapang dan bakteri: perhitungan jumlah sel kapang (*Rhizopus* sp) dan bakteri yang terdapat dalam produk tempe segar (matang) dilakukan dengan metode spread plate atau metode paerataan, dengan inokulasi suspensi/supernatan tempe sejumlah 1 mL. Medium yang digunakan MEA (Malt Extract Agar) untuk kapang dan untuk medium bakteri digunakan PCA (Plate Count Agar).

Teknologi pengolahan tempe: Kedelai diolah menjadi tempe dengan konsep *Good Hygienic Practices*

(GHP) yi penerapan teknologi pengolahan tempe dengan dua kali pemanasan. Pemanasan ke dua dilakukan dengan teknik pasteurisasi (Bintari, 2013a). Proses teknologi pengolahan tempe GHP yang dimodifikasi dengan penambahan rempah, menjadi tempe berflavour terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir teknologi tempe berflavour (Sumber : Bintari, 2013a yang dimodifikasi)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara diskriptif, dicermati dari uji sensoris tempe segar atau tempe jadi tidak ada perbedaan yang mencolok. Semua produk tempe diterima oleh panelis. Tidak ada signifikansi kandungan senyawa proksimat antara tempe yang kontrol atau yang tidak diberi rempah dengan yang diberi rempah (Tabel 1).

Tabel 1. Profil senyawa proksimat dan uji sensoris produk tempe berflavour dengan tambahan rempah tunggal.

No.	Pemberian rempah	Profil senyawa proksimat (%)					Kadar Air (%)	Hasil uji sensoris
		KH	L	P	Sm	A		
1	Kontrol	40,0	4,0	19,9	9,5	5,7	55,0	disukai
2	Bawang putih	55,5	6,6	11,7	1,3	1,3	44,3	disukai
3	Kayu manis	53,2	6,5	11,2	2,7	2,7	49,3	disukai
4	Kunyit	53,6	5,3	11,8	2,3	2,3	49,0	disukai
5	Lada hitam/ ketumbar	40,6	4,1	12,0	1,7	1,7	48,3	disukai
6	Cabe	47,0	4,2	11,6	1,3	1,3	46,3	disukai
7	Lada putih/merica	53,2	3,8	11,5	0,7	0,7	44,7	disukai

Ket : Kh : karbohidrat, L : lemak; P : protein, SM : Serat makanan, A : Abu

Dari hasil observasi jumlah (*total plate count/TPC*) kapang dan bakteri yang terdapat pada produk tempe berflavour adalah sebagai berikut Tabel 2

Tabel 2. Jumlah kapang dan bakteri pada produk tempe segar (48 jam)

No.	Pemberian rempah	Jumlah mikroorganisme (TPC) (cfu/gr)		Lama umur simpan pada suhu kamar setelah tempe matang (jam)
		Kapang (10^{-3})	Bakteri (10^{-6})	
1	Kontrol	20	205	48
2	Bawang putih	19	186	90
3	Kayu manis	27	198	80
4	Kunyit	13	289	40
5	Lada hitam/ketumbar	23	199	81
6	Cabe	16	171	93
7	Lada putih/merica	19	181	89

Produk pangan yang utama dan pertama diukur adalah daya terima masyarakat, yakni citarasanya. Tempe segar yang masih belum dimasak diuji sensoris untuk dapat mencicipi *after taste* pahit, asam dan berlemak. Hasil uji sensoris menunjukkan bahwa pada semua produk tempe yang disajikan mendapat kriteria disukai (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa produk tempe dengan tambahan rempah tunggal setara rasanya dengan tempe original. Hal ini membuktikan bahwa rempah yang sering digunakan sebagai bumbu dapur yakni bawang putih, kayu manis, kunyit, ketumbar, cabe dan merica sudah familier dengan *taste* kita. Oleh karenanya dengan fortifikasi rempah 1% tidak berpengaruh nyata pada citarasa dan berasa seperti tempe higienis pada umumnya.

Tolok ukur awet lebih lama pada suhu kamar menjadi hal penting untuk produk tempe. Tempe berflavour dapat menjadi solusi salah satu bahan baku pembuatan aneka kuliner pada Industri Tempe Generasi ke dua dan suplemen kesehatan. Tempe umumnya bisa tahan sekitar 48 jam atau 2 hari setelah tempe dikatakan matang, pada Tabel 2, menunjukkan bahwa tempe dengan tambahan rempah tunggal bisa tahan lebih dari 3 hari dan bahkan lebih. Hal ini sesuai dengan gambaran sebaran jumlah kapang dan bakteri pada tempe segar/matang (Tabel 2). Jumlah kapang

(*Rhizopus* sp) masih porposional untuk dapat menjadi tempe baik. Untuk bakteri, ada *trend* menurun walaupun tidak terlalu besar, namun hal ini ditengarai menjadi salah satu penyebab tempe tidak segera menjadi *over fermented* atau "bosok".

Selanjutnya, yang lebih penting adalah profil atau gambaran senyawa proksimat, di mana aspek senyawa organik pada tempe penting sebagai petunjuk ketersediaan zat gizi makro dan mikro yang bermanfaat bagi tubuh. Tempe segar hasil pembuatan tempe dengan menerapkan cara produksi higienis dan tempe yang diberi fortifikan rempah dibuat sesuai cara produksi higienis atau GHP (*Good Hygienic Practices*). Angka pada Tabel 1, menunjukkan gambaran senyawa karbohidrat, lemak, protein, serat makanan dan abu yang secara diskriptif tidak banyak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa rempah yang ditambahkan tidak menyebabkan perubahan degradasi senyawa polimer kedelai yang dilakukan oleh mikroorganisme (Astuti et al, 2012 dan Puspaningtyas, 2012) Fortifikasi rempah pada bahan makanan tidak mengubah secara gradual nilai gizi pada tempe dan ternyata cara fortifikasi seperti ini sudah lama diterapkan untuk produk makanan lain. Oleh karena itu produk tempe berflavour dapat dikembangkan dan diadopsi cara pembuatannya untuk pengrajin atau IKM tempe rumahan atau tingkat industri kecil menengah. Teknologi pengolahan tempe berflavour mudah ditiru dan relatif terjangkau.

Pengrajin tempe belum familier dengan tambahan rempah saat membuat tempe, hal ini masih sebatas uji coba di Laboratorium dan inisiasi ini diharapkan mendapat dukungan dan pengakuan dari masyarakat konsumen dan pengrajin tempe. Fortifikasi pangan dengan zat gizi mikro sudah diterapkan dan dikonsumsi serta merupakan salah satu strategi utama yang dapat digunakan untuk meningkatkan status **mikronutrien pangan dan meningkatkan 'image'** terhadap jenis makanan tersebut. Fortifikasi pada dunia kuliner sudah diterapkan dan dipandang sebagai upaya untuk memperbaiki kualitas pangan selain juga untuk perbaikan kualitas yakni untuk memperpanjang umur simpan. Pada produk pertanian fortifikasi banyak pula digunakan untuk perbaikan pengolahan dan penyimpanan bahan pangan serta untuk memperbaiki teknik penyediaan pangan Rempah rempah banyak digunakan sebagai bahan bumbu dapur, mempunyai flavour khas sekaligus dapat digunakan untuk

menghambat pertumbuhan bakteri atau bersifat antibakteri (Syifa et al, 2013).

SIMPULAN

Profil tempe yang diberi fortifikan rempah sebesar 1% disukai oleh panelis dan tidak mengubah *style* produk tempe yang dihasilkan meliputi komponen senyawa organik yaitu karbohidrat, lemak, protein, serat makanan dan abu. Kadar air menurun, kapang *Rhizopus sp* tetap tumbuh optimal dengan penurunan jumlah bakteri dengan keawetan umur tempe segar pada suhu kamar lebih dari 72 jam. Tempe berflavour bisa menjadi ternd masa depan untuk keperluan bisnis kuliner dan suplemen kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti R, S. Aminah, A Syamsianah, 2012. Analisis Zat Gizi Tempe Fortifikasi Zat Besi Berdasarkan Pemasakan. Seminar Hasil-Hasil Penelitian _LPPM Unimus 2012, ISBN : 978 – 602 -18809 - 0- 6.
- Bintari. S.H., 2013a.Pasteurization for Hygienic Tempe : Study Case of Krobokan Tempe Yesterday and Today. Jurnal Ilmiah Internasional (GSTF Journal of Bio Sciences) Vol. 2, NO.2, Mei 2013 ISSN : 2251 - 3140. Hal : 39- 45
- Bintari, S.H., Moeis, SF., Sarjadi, 2013b. Perubahan Parameter Biologi Jaringan Kanker Payudara Mencit Akibat Pemberian Isoflavon Tempe. Jurnal Ilmiah Nasional (Jurnal Gizi Klinik Indonesia-The Indonesian Journal of Clinical Nutrition (IJCN) . Vol.09, No.04, April 2013, ISSN : 0693 – 900X , Hal : 197 – 203
- Bintari, S.H, 2013c. Pengembangan Makanan Jajanan yang Diberi Tambahan Tempe. Jurnal Jurnal Ilmiah Nasional (Ngayah-Majalah Aplikasi Ipteks-Flipmas Wilayah Bali). Vol. 4, No. 2 Desember 2013, ISSN : 2087 – 118X, Hal : 84 – 91.
- Bintari, S.H dan K. Nugraheni, 2015. The Effects of Isoflavone on Antioxidant Status in The Serum of Rats DMBA Induced Breast Cancer and Treated with Tempe Artikel Seminar Nasional dengan Prosiding (1st Unnes International Conference on Research Innovation and Commercialization (UICRIC) to Better Life)
- Kasmidjo R. 1996. Tempe, Mikrobiologi, dan Biokimia Pengolahan serta Pemanfaatan. PAU Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Puspaningsih, V., S. Hartati, Y. Martono, 2013. Analisa Pengaruh Fortifikasi Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*) terhadap Protein Terlarut Sorghum (*Sorghum bicolor* L) ditinjau dari Dosis Mikroba dan Variasi Waktu Fermentasi. Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia V “Kontribusi Kimia dan Pendidikan Kimia dalam Pembangunan Bangsa yang Berkarakter. Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan FMIPA FKIP UNS, Surakarta 6 April 2013.
- Syifa, N., S.H. Bintari, 2013. Uji Efektivitas Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum* Linn.) sebagai Antibakteri pada Ikan Bandeng. Jurnal Ilmiah Nasional (UJLS) Vol 2, No.2 November 2013, ISSN : 2252 -6277 Hal:71 –77.

Pengembangan Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Mengembangkan Karakter pada Siswa Kelas VIII SMP 18 Malang

Diah Harmawati¹, Sri Endah Indriwati²

¹FKIP, Universitas Musamus Merauke

²Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Malang

Jalan Kamizaun Mopah Lama Merauke 99611

¹email: diahharmawati@gmail.com

ABSTRAK

Pengembangan modul berbasis inkuiri terbimbing diharapkan dapat digunakan sebagai penunjang belajar siswa. Pembelajaran IPA kebanyakan masih dibelajarkan dengan menggunakan metode konvensional yaitu dengan ceramah. Media yang digunakan hanya mengandalkan buku cetak panduan, modul berbasis inkuiri belum ada yang membuat. Guru SMP 18 Malang sebenarnya sudah menggunakan strategi pembelajaran inkuiri terbimbing, namun masih terpisah-pisah. Karakter siswa perlu diteliti juga karena di SMP 18 Malang belum ada guru yang meneliti. Tujuan penelitian untuk mengembangkan modul berbasis inkuiri terbimbing dan untuk melihat karakter siswa. Jenis penelitian merupakan penelitian pengembangan. Model penelitian pengembangan menggunakan Thiagarajan. Tahapan model pengembangan Thiagarajan meliputi *define, design, develop*. Analisis data menggunakan analisis deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan validasi ahli materi 82,14%, validasi ahli media 83,33%. Nilai karakter II siswa telah tuntas. Kesimpulan bahwa modul inkuiri terbimbing dapat mengembangkan karakter siswa.

Kata Kunci: Modul, Inkuiri Terbimbing, Karakter

PENDAHULUAN

Pembelajaran dengan modul berbasis inkuiri terbimbing dapat membuat siswa menjadi lebih aktif dalam pembelajaran (Retno, 2013). Inkuiri terbimbing juga bertujuan agar tujuan pendidikan bisa tercapai secara efektif dan efisien (Sudjana dan Rivai, 1989). Modul dapat mengantarkan siswa untuk belajar mandiri, mengetahui hasil belajar sendiri, mengasah cara berpikir dan menekankan penguasaan bahan pelajaran secara optimal.

Pembelajaran inkuiri terbimbing dapat mengembangkan kemampuan berpikir siswa. Inkuiri terbimbing juga mampu memberikan pengalaman mengenai cara memecahkan persoalan yang muncul di lingkungan sekitar dengan pengalaman yang telah dialami siswa. Pengalaman tersebut dapat dijadikan sebagai pembelajaran yang bermakna (Sutarjo, 2014). Esensi pembelajaran inkuiri terbimbing adalah mengajarkan pada siswa untuk memperoleh pemahaman (Wena, 2012).

Karakter di sana belum pernah diteliti oleh guru. Guru belum mengadakan penelitian mengenai karakter siswa. Penilaian yang dilakukan guru biasanya penilaian afektif siswa. Kelemahan penilaian karakter adalah

penilaiannya tidak dapat digunakan ketika siswa sudah tidak berada di kelas. Menurut Zainal (2015) karakter adalah nilai-nilai yang melandasi perilaku/ sikap manusia berdasarkan norma agama, kebudayaan, konstitusi, adat istiadat dan estetika. Pendidikan karakter adalah suatu sistem penanaman nilai-nilai perilaku (karakter) kepada warga sekolah meliputi pengetahuan, kemauan, dan tindakan untuk melaksanakan nilai-nilai kepada Tuhan, diri sendiri, orang lain, lingkungan maupun bangsa sehingga dapat menjadi manusia yang baik. Pendidikan karakter sebaiknya dapat diintegrasikan pada pembelajaran.

Berdasarkan analisis kebutuhan di atas, maka dilakukan penelitian mengenai "Pengembangan Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Mengembangkan Karakter Siswa".

METODE

Metode penelitian menggunakan model pengembangan Thiagarajan, Semmel dan Semmel 1974 yang terdiri atas *define, design, develop*. Modul diujicobakan dan diterapkan pada 1 kelas.

Tahapan *define* meliputi analisis ujung depan dilakukan oleh peneliti dengan cara mengadakan observasi terhadap keadaan siswa. Observasi yang

dilakukan dapat dijadikan pedoman untuk mengetahui gambaran karakteristik siswa kelas VIII SMP 18 Malang. Analisis awal dilakukan untuk menentukan langkah-langkah yang akan digunakan pada penelitian pengembangan. Berdasarkan angket yang telah disebar, angket dapat digunakan untuk melihat gambaran karakteristik siswa kelas VIII SMP 18 Malang. Karakteristik siswa sangat heterogen. Perumusan tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran merupakan perubahan perilaku pada siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran. Peneliti harus melakukan kegiatan pembelajaran terlebih dahulu. Setelah kegiatan pembelajaran berlangsung, peneliti menentukan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

Tahapan *design* meliputi penyusunan silabus dan RPP yang disusun untuk setiap kompetensi dasar kemudian dikembangkan untuk satu kali pertemuan atau lebih. Kurikulum yang digunakan yaitu kurikulum 2013. Kemudian menyusun modul yang digunakan sebagai pedoman siswa untuk melaksanakan pembelajaran. Modul pembelajaran yang dihasilkan merupakan produk pengembangan perangkat pembelajaran. Materi modul mengenai sistem transportasi, sistem ekskresi, sistem tata surya dan kehidupan di bumi. Kemudian menyusun instrumen penilaian instrumen penilaian.

Tahapan *develop* meliputi validasi ahli materi dan ahli media. Uji coba produk dilakukan di kelas 2 SMP menggunakan 1 kelas.

HASIL

Tabel 1. Rekapitulasi data hasil validasi ahli materi

Jumlah item	Skor		%	Kriteria
	ΣX	ΣXi		
14	46	56	82,14	Valid

Hasil data dari uji coba ahli materi diperoleh nilai rata-rata 82,14%. Berdasarkan kriteria pencapaian nilai validasi maka modul yang disertai multimedia berada pada kriteria valid dan layak untuk digunakan.

Saran dari ahli materi yaitu:

- Modul layak digunakan dengan sedikit perbaikan ejaan dan istilah.
- Media pembelajaran yang dibuat perlu sedikit revisi.

Tabel 2. Rekapitulasi data hasil penilaian modul validasi ahli media

Jumlah item	Skor		%	Kriteria
	ΣX	ΣXi		
6	20	24	83,33	Valid

Hasil data dari uji coba ahli media diperoleh nilai rata-rata 83,33%. Berdasarkan kriteria pencapaian nilai validasi maka modul berada pada kriteria valid dan layak untuk digunakan.

Saran dari ahli media yaitu.

- Modul perlu ditambahkan tujuan
- Tes formatif sebaiknya diberikan di setiap akhir materi dan diberikan kunci jawaban

Tabel 3. Tabel rerata nilai karakter

No	Karakter	Nilai
1.	Karakter I	77,09
2.	Karakter II	80,40

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai karakter siswa telah tuntas. Karakter yang diamati hanya terbatas pada saat siswa berada di kelas.

PEMBAHASAN

Validator ahli materi memberikan prosentase modul sebesar 82,14%. Validator ahli media memberikan prosentase kelayakan untuk modul sebesar 83,33%. Produk hasil pengembangan menandakan bahwa produk yang dihasilkan telah valid dan layak untuk digunakan.

Melalui pembelajaran dengan menggunakan inkuiri terbimbing siswa menjadi lebih aktif terlibat dalam pembelajaran, sehingga siswa tidak lagi menerima dan menghafal informasi yang didapatkan dari guru, akan tetapi lebih aktif untuk menemukan konsep, hukum, teori melalui kegiatan pembelajaran. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Jannah (2012), dengan hasil penelitian pengembangan yang berorientasi pada nilai karakter melalui inkuiri terbimbing efektif untuk mengembangkan penguasaan konsep IPA.

Modul pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing berdasarkan validasi ahli materi dan ahli media dinyatakan valid dan dapat digunakan, namun butuh sedikit revisi seperti kertas yang digunakan sebaiknya kertas HVS dan materi pada modul perlu ditambahkan gambar supaya lebih menarik.

Pada saat berkelompok karakter tanggung jawab dapat terlihat ketika siswa mengembalikan peralatan pada tempatnya. Tanggung jawab mereka dapat juga terlihat pada saat ada siswa yang membuang sampah pada tempatnya. Sedangkan kedisiplinan dapat tercermin pada saat siswa masuk kelas tepat waktu. Pada saat diskusi di kelas sikap peduli siswa dapat terlihat ketika siswa dapat menjalin kerjasama dengan teman yang lainnya. Menurut Bilgin

(2009), rasa peduli dapat terjalin ketika siswa menggunakan pembelajaran inkuiri terbimbing dengan berkelompok. Saat diterapkan inkuiri terbimbing maka interaksi sosial siswa dapat menjadi lebih baik.

SIMPULAN

Modul inkuiri terbimbing dapat mengembangkan karakter siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Bilgin, I. 2009. The Effects of Guided Inquiry Instruction Incorporating a Cooperative Learning Approach on University Students Achievement of Acid and Bases Concepts and Attitude Toward Guided Inquiry Instruction. *Journal Internasional Scientific and Essay*. 4(10): 1038-1046.

Jannah, M. 2012. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berorientasi Nilai Karakter Melalui Inkuiri Terbimbing Materi Cahaya pada Siswa Kelas VIII Sekolah Menengah Pertama. *Journal of Innovative Science Education*. 1 (1): 60-65.

Retno. 2013. *Pengembangan Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Pokok Ekosistem Semester 2 Kelas X SMA*. Yogyakarta: UIN.

Sudjana, N. dan Rivai, A. 1989. *Media Pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Al Gessindo.

Sutarjo, A. 2014. *Pembelajaran Nilai-nilai Karakter Konstruktivisme dan VCT sebagai Inovasi Pendekatan Pembelajaran Afektif*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Thiagarajan, S., Semmel, D. dan Semmel, M. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minnesota: Leadership Training Institute.

Wena, M. 2012. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta: Bumi Aksara.

Zainal, A. 2015. *Pendidikan Karakter di Sekolah Membangun Karakter dan Kepribadian Anak*. Bandung: Yrama Widya.

Validitas Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Praktikum Daur Ulang Limbah Organik sebagai Pupuk Cair untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa

Nuril Choiriyah¹, Endang Susantini², Herlina Fitrihidajati³

^{1,2,3}Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Gedung C3 Lt. 2 Jalan Ketintang, Surabaya 60231

¹email: nuril.choiriyah@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis validitas Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Praktikum Daur Ulang Limbah Organik sebagai Pupuk Cair untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa. Jenis penelitian adalah pengembangan dengan menggunakan *Four-D Model*, yaitu tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Dessiminate*. Namun dalam penelitian ini tahap *Dessiminate* tidak dilakukan. Kegiatan validasi LKS dilaksanakan di kampus Jurusan Biologi FMIPA-Unesa pada bulan Januari 2017 oleh dua dosen Biologi dan satu guru Biologi. Parameter yang diukur adalah validitas dari aspek kelayakan isi yaitu kesesuaian topik LKS dengan materi, kesesuaian tujuan dengan kegiatan yang dilakukan, dan mencantumkan aktivitas keterampilan proses yang akan dilatihkan pada LKS yang dikembangkan; kelayakan penyajian yaitu kesesuaian alokasi waktu dengan kegiatan yang dilakukan oleh siswa, penyajian gambar dan warna menarik, pemilihan ukuran huruf, dan LKS mencantumkan daftar pustaka; dan kelayakan bahasa yaitu bahasa yang mudah dipahami siswa dan kaidah penulisan yang sesuai dengan EYD. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dengan menggunakan skala Likert dengan nilai 1-4. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa LKS yang dikembangkan memperoleh persentase sebesar 93,75% masuk dalam kategori sangat valid.

Kata Kunci: Validitas; Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Praktikum; daur ulang limbah organik; keterampilan proses terintegrasi.

PENDAHULUAN

Pembelajaran dalam Kurikulum 2013 dengan menggunakan pendekatan saintifik yaitu dapat melatih keterampilan proses, yaitu keterampilan proses dasar maupun terintegrasi (Kemendikbud, 2013). Dengan keterampilan proses terintegrasi, siswa dipandu untuk menyelesaikan masalah dengan merencanakan, melakukan eksperimen/percobaan, mengumpulkan data, menganalisis data, dan menghasilkan kesimpulan untuk menemukan konsep dan prinsip-prinsip sains.

Syاملان (2011) menyatakan bahwa siswa dapat menemukan konsep melalui kegiatan praktikum yang dapat dilatihkan dengan keterampilan proses terintegrasi tersebut. Keterampilan proses terintegrasi yang dilatihkan adalah merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, melakukan percobaan, dan membuat kesimpulan. Untuk memfasilitasi kegiatan praktikum tersebut, diperlukan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) yang di dalamnya berisi tentang petunjuk praktikum. Hal ini didukung oleh pernyataan Prastowo (2013), bahwa salah satu macam bentuk LKS adalah LKS Praktikum.

Dalam pembelajaran Biologi, Materi Perubahan Lingkungan/Iklim dan Daur Ulang Limbah erat kaitannya dengan permasalahan limbah organik yang belum bisa dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat, sehingga siswa diminta untuk memecahkan permasalahan lingkungan tersebut dengan membuat pupuk cair sebagai produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan sesuai dengan tuntutan KD 3.10. Menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan perubahan tersebut bagi kehidupan; dan KD 4.10. Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan. Hal ini dilakukan peneliti mengingat LKS yang tersedia belum mengarah pada LKS dengan kegiatan praktikum yang dapat melatih keterampilan proses sesuai tuntutan Kurikulum 2013.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti akan mengembangkan LKS Praktikum Daur Ulang Limbah Organik sebagai Pupuk Cair untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa. Nieveen (2007) berpendapat bahwa suatu produk dikatakan layak dikembangkan, salah satunya jika dinilai dari segi

validitasnya. Validitas LKS berdasarkan hasil validasi dari tiga validator, yaitu dosen ahli pendidikan, dosen ahli materi, dan guru. Penelitian ini untuk mengetahui tingkat validitas Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Praktikum Daur Ulang Limbah Organik sebagai Pupuk Cair untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa yang dikembangkan. Adapun tujuan penelitian adalah menganalisis validitas LKS yang dikembangkan.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan LKS Praktikum Daur Ulang Limbah Organik sebagai Pupuk Cair untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa. Penelitian ini menggunakan *Four D-Model* yaitu tahap *Define, Design, Develop, dan Dessiminate*. Namun dalam penelitian ini tahap *Dessiminate* tidak dilakukan. Kegiatan validasi LKS dilaksanakan pada bulan Januari 2017 di kampus Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya oleh dua dosen Biologi dan satu guru Biologi. Sasaran penelitian ini adalah LKS Praktikum Daur Ulang Limbah Organik sebagai Pupuk Cair untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa pada Submateri Daur Ulang Limbah. Parameter yang diukur adalah validitas dari aspek kelayakan isi yaitu kesesuaian topik LKS dengan materi, kesesuaian tujuan dengan kegiatan yang dilakukan, dan mencantumkan aktivitas keterampilan proses yang akan dilatihkan pada LKS yang dikembangkan; kelayakan penyajian yaitu kesesuaian alokasi waktu dengan kegiatan yang dilakukan oleh siswa, penyajian gambar dan warna menarik, pemilihan ukuran huruf, dan LKS mencantumkan daftar pustaka; dan kelayakan bahasa yaitu bahasa yang mudah dipahami siswa dan kaidah

menuliskan yang sesuai dengan EYD. Instrumen penelitian yang digunakan adalah lembar validasi yang dilengkapi dengan rubrik penilaian. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah metode validasi. Teknik analisis data dengan menggunakan deskriptif kuantitatif dengan skala Likert skor 1-4. Hasil penilaian kemudian di rata-rata pada setiap aspek dan dihitung untuk menentukan tingkat kelayakan LKS menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kelayakan LKS} = \frac{\text{Jumlah skor total}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

LKS dinyatakan layak apabila rata-rata penilaiannya $\geq 75\%$, sedangkan kriteria kelayakan sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria kelayakan

Persentase (%)	Kategori
0-48	Tidak Valid
49-61	Kurang Valid
62-74	Cukup Valid
75-87	Valid
88-100	Sangat Valid

HASIL

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah hasil validasi yang dilakukan oleh dua dosen Biologi dan satu guru Biologi. Berikut ini data hasil validasi seperti pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Data hasil validasi

No	Aspek	Hasil Penelitian			Jumlah skor	Persentase	Kategori
		V1	V2	V3			
ISI							
1.	Kesesuaian topik LKS Praktikum Daur Ulang Limbah Organik untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa dengan materi	4	4	4	12	100%	Sangat Valid
2.	Kesesuaian tujuan pembelajaran dalam LKS Praktikum Daur Ulang Limbah Organik untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa dengan kegiatan yang dilakukan	4	4	4	12	100%	Sangat Valid
3.	LKS mencantumkan aktivitas keterampilan proses yang dilatihkan, meliputi: a. Merumuskan masalah b. Merumuskan hipotesis	4	4	4	12	100%	Sangat Valid

c.	Mengidentifikasi variabel penelitian						
d.	Melakukan percobaan						
e.	Merumuskan kesimpulan						
Rata-rata aspek isi						100%	Sangat Valid
PENYAJIAN							
4.	Kesesuaian alokasi waktu pada LKS Praktikum Daur Ulang Limbah Organik untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa dengan kegiatan yang dilakukan oleh siswa	3	3	3	9	75%	Valid
5.	Penyajian gambar dan warna pada LKS Praktikum Daur Ulang Limbah Organik untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa menarik	3	4	3	10	83,33%	Valid
6.	Pemilihan ukuran huruf pada LKS Praktikum Daur Ulang Limbah Organik untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa sudah cukup	4	3	4	11	91,67%	Sangat Valid
7.	LKS Praktikum Daur Ulang Limbah Organik untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa mencantumkan daftar pustaka	4	4	3	11	91,67%	Sangat Valid
Rata-rata aspek penyajian						85,42%	Valid
BAHASA							
8.	Bahasa yang digunakan dalam LKS Praktikum Daur Ulang Limbah Organik untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa mudah dipahami siswa	4	4	4	12	100%	Sangat Valid
9.	Kaidah penulisan yang digunakan dalam LKS Praktikum Daur Ulang Limbah Organik untuk Melatihkan Keterampilan Proses Terintegrasi Siswa sesuai dengan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD)	4	3	4	11	91,67%	Sangat Valid
Rata-rata aspek bahasa						95,84%	Sangat Valid
Rata-rata keseluruhan aspek						93,75%	Sangat Valid

PEMBAHASAN

Validitas LKS yang dikembangkan merupakan hasil validasi dari dua dosen Biologi dan satu guru Biologi. Parameter yang diukur adalah validitas dari aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan bahasa. Berdasarkan penilaian dari ketiga validator, LKS yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat valid dengan persentase sebesar 93,75%.

Aspek pertama yang dinilai adalah aspek isi yang memperoleh persentase sebesar 100% dengan kategori sangat valid. Aspek isi meliputi: 1) kesesuaian topik LKS dengan materi, 2) kesesuaian tujuan dengan kegiatan yang dilakukan, dan 3) mencantumkan aktivitas keterampilan proses yang akan dilatihkan pada LKS yang dikembangkan.

Pada komponen kesesuaian topik LKS dengan materi mendapat persentase sebesar 100% dengan kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa topik yang digunakan dalam LKS sesuai dengan materi dan indikator dalam pembelajaran. LKS yang dikembangkan mengacu pada submateri Daur Ulang Limbah. Pada LKS 1 topik yang digunakan adalah Permasalahan Limbah Rumah Tangga. Pada LKS 2 topik yang digunakan adalah Daur Ulang Limbah Organik. LKS 3 topik yang digunakan adalah Pengaplikasian Pupuk Organik Cair pada Tanaman Sawi.

Pada komponen kesesuaian tujuan dengan kegiatan yang dilakukan mendapat persentase sebesar 100% dengan kategori sangat valid. Menurut Depdiknas (2008), kesesuaian kegiatan yang akan dilakukan dengan tujuan pembelajaran merupakan

komponen penting sehingga siswa menjadi tahu kegiatan yang harus dilakukan, tujuan dari pembelajaran, dan kompetensi yang harus dikuasai siswa.

Pada LKS ini mencantumkan aktivitas yang akan dilatihkan secara runtut, sesuai dengan pendapat Darusman (2008) yang menyatakan bahwa LKS berisikan pedoman/petunjuk untuk menuntun siswa dalam melakukan kegiatan, seperti praktikum, sehingga pada aspek ini mendapat persentase sebesar 100% dengan kategori sangat valid. Aktivitas yang dilatihkan adalah keterampilan proses, diantaranya merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel penelitian, melakukan percobaan, dan merumuskan kesimpulan. Ibrahim (2010) mengungkapkan bahwa melalui keterampilan proses, siswa dapat belajar untuk melakukan penelitian guna memecahkan masalah yang ada di lingkungan.

Aspek kedua yang dinilai adalah aspek penyajian yang memperoleh persentase sebesar 85,42% dengan kategori valid. Aspek penyajian meliputi: 1) kesesuaian alokasi waktu dengan kegiatan yang dilakukan oleh siswa, 2) penyajian gambar dan warna menarik, 3) pemilihan ukuran huruf, dan 4) LKS mencantumkan daftar pustaka.

Pada komponen kesesuaian alokasi waktu dengan kegiatan yang dilakukan oleh siswa mendapat persentase sebesar 75% dengan kategori valid. Hal ini dikarenakan waktu yang dicantumkan dalam LKS kurang sesuai dengan waktu praktikum yang dilakukan oleh siswa. Praktikum yang dilakukan siswa tidak terikat waktu pembelajaran karena dilakukan pengecekan setiap hari selama enam hari, sehingga penelaah menyarankan untuk menghapus alokasi waktu yang tertera pada LKS.

Penyajian gambar dan warna pada LKS cukup menarik, sehingga mendapat persentase sebesar 83,33% dengan kategori valid. Hal ini dikarenakan gambar yang disajikan pada sampul LKS 2 kurang sesuai dengan materi pada LKS, sehingga perlu dilakukan perbaikan penampilan LKS. Widjajanti (2008) mengungkapkan bahwa penampilan LKS sangat penting untuk menarik perhatian siswa.

Sedangkan pada komponen pemilihan ukuran huruf memperoleh persentase sebesar 91,67% dengan kategori sangat valid. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Shobirin, dkk. (2013) bahwa penataan penulisan dalam LKS dibuat sebaik mungkin dengan tampilan menarik dan sesuai agar siswa antusias dalam pembelajaran.

Dalam LKS juga mencantumkan daftar pustaka sehingga siswa dapat melihat rujukan dari materi yang telah diperoleh. Komponen ini mendapat persentase sebesar 91,67% dengan kategori sangat valid.

Aspek ketiga yang dinilai adalah aspek bahasa yang mendapat persentase sebesar 95,84% dengan kategori sangat valid. Aspek bahasa meliputi: 1) bahasa yang mudah dipahami siswa dan 2) kaidah menuliskan yang sesuai dengan EYD.

Dalam LKS yang dikembangkan menggunakan bahasa yang mudah dipahami siswa karena menggunakan bahasa yang sederhana sesuai dengan usia siswa dan menggunakan kalimat yang jelas, sehingga pada komponen ini mendapat persentase sebesar 100% dengan kategori sangat valid. Hal ini sesuai dengan Setyawati (2013), yang mengungkapkan bahwa bahasa yang baik dan benar sangat penting dalam menunjang keefektifan penyampaian pembelajaran. Salirawati (2010) menambahkan bahwa penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa kata, dan kejelasan harus tepat sehingga dapat dengan mudah dimengerti siswa.

Kaidah penulisan yang digunakan dalam LKS cukup sesuai dengan EYD dengan persentase sebesar 91,67% dengan kategori sangat valid. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa kalimat yang kurang sesuai dengan EYD sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan.

Keberhasilan pengembangan LKS ini tentunya tidak terlepas dari proses penyusunannya yaitu mengacu pada persyaratan pembuatan LKS praktikum yang ideal. Selain itu peneliti melakukan revisi yang mengikuti saran pada saat telaah maupun validasi dari pembimbing dan validator.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa LKS yang dikembangkan memperoleh persentase sebesar 93,75% dengan kategori sangat valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Darusman, Candra. 2008. *Efektifitas Penggunaan LKS Dalam Melatih Kecakapan Berfikir Rasional Materi Perbandingan di SMP Negeri 1 Gelumbang*. Palembang: FKIP Universitas Sriwijaya.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.

Ibrahim, M. 2010. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Surabaya: Unesa University Press.

Kemendikbud. 2013. *Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 81A Tahun 2013 Tentang Implementasi Kurikulum*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI.

Nieveen, N. 2007. "Formative Evaluation in Educational Design Research". Makalah disajikan dalam *An Introduction to Educational Design Research*, Shanghai, 23-26 Agustus 2007.

Prastowo (2013) Prastowo, A. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.

Salirawati. 2011. Penyusunan dan Kegunaan LKS dalam Proses Pembelajaran. *Makalah Ilmiah*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Setyawati, R. 2013. *Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Surakarta*. diakses dari Portal Publikasi Ilmiah UMS: publikasiilmiah.ums.ac.id pada tanggal 31 Juli 2014

Shobirin, M. Subyantoro, dan Rusilowati, A. 2013. Pengembangan Lembar Kerja Siswa Bahasa Inggris Bermuatan Nilai Pendidikan Karakter Kelas V Madrasah Ibtidaiyah Semarang. *Journal of Primary Educational*. Vol. 2 Nomor 2 (2013).

Syاملan, A. R. 2011. Pengembangan LKS Praktikum pada Pokok Bahasan Sistem Peredaran Darah Manusia di Kelas XI IPA-1 SMA Kartika Wijaya Surabaya. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Surabaya: Unesa Unipress

Widjajanti. 2008. *Kualitas Lembar Kerja Siswa*. Makalah. Disampaikan dalam Kegiatan Pengabdian pada Masyarakat dengan judul "Pelatihan Penyusunan LKS Mata Pelajaran Kimia Berdasarkan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Bagi Guru Smk/Mak" di Ruang Sidang Kimia FMIPA UNY pada tanggal 22 Agustus 2008. Kimia FMIPA: UNY. Online. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/endang-widjajanti-lfx-ms-dr/kualitas-lks.pdf>. Diakses pada 4 November 2015.



Penerapan Model Pembelajaran *Discovery Learning* berbasis *Lesson Study* untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah dan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa

Listia Adhayul Faridah¹, Sri Endah Indriwati²

^{1,2}Jurusan Biologi, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5, Malang, Jawa Timur

¹email: listiaadhayulfaridah@gmail.com

ABSTRAK

Keterampilan proses sains dan sikap ilmiah merupakan kompetensi yang harus dimiliki mahasiswa biologi. Pengintegrasian antara keterampilan dan sikap melalui kerja ilmiah dapat mempermudah mahasiswa memperoleh konsep. Data hasil observasi menunjukkan bahwa model pembelajaran yang digunakan kurang melatih keterampilan dan sikap ilmiah mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan sikap ilmiah dan keterampilan proses sains mahasiswa dengan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* melalui *lesson study* (LS). Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) berbasis *Lesson Study*. Penelitian ini dilakukan selama dua siklus dengan tiap-tiap siklusnya dua kali pertemuan. Sampel penelitian ini adalah 23 mahasiswa pendidikan biologi semester tiga yang mengampu mata kuliah keanekaragaman hewan. Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran *discovery learning* dapat meningkatkan sikap ilmiah sebesar 20,86 % dan keterampilan proses sains mahasiswa sebesar 17,59%. Berdasarkan data hasil penelitian yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *discovery learning* dapat digunakan sebagai alternatif pilihan untuk melatih sikap ilmiah dan keterampilan proses sains.

Kata Kunci: *Discovery Learning*, sikap ilmiah, keterampilan proses sains.

PENDAHULUAN

Tujuan pendidikan nasional Indonesia menurut UU No. 20 Tahun 2003 adalah mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggungjawab. Untuk itu, suksesnya pendidikan bergantung pada bagaimana pendidik mempersiapkan pembelajaran. Saat ini, pembelajaran biologi dirancang untuk menjawab tantangan dan tuntutan Abad 21 dan tentunya sesuai dengan tujuan pendidikan nasional. Pembelajaran biologi lebih diarahkan kepada bagaimana peserta didik memperoleh konsep melalui pengalamannya yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari (Hosnan, 2012).

Keanekaragaman hewan merupakan salah satu matakuliah yang ada di jenjang Strata 1 (S1) Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang. Mata kuliah ini mempelajari tentang keanekaragaman hewan ditinjau dari segi taksonominya. Capaian Pembelajaran matakuliah ini adalah memberikan pengalaman pembelajaran kepada mahasiswa sampai mahasiswa tersebut mampu menerapkan prinsip

klasifikasi hewan berdasarkan persamaan karakter/ ciri hewan. Hasil observasi yang dilakukan di kelas Pendidikan Biologi off. A 2015 menunjukkan bahwa terdapat masalah-masalah yang digolongkan menjadi tiga kelompok besar, yaitu rendahnya sikap ilmiah, keterampilan proses, dan kesulitan pendidik memilih model pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi dan peserta didik.

Kesulitan pendidik memilih model pembelajaran yang tepat dapat disebabkan karena rendahnya kompetensi sebagai seorang pendidik. Kompetensi dan kualitas tersebut dapat diperbaiki dengan menerapkan kegiatan *Lesson study* (LS). LS merupakan kegiatan yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas dan kompetensi pendidik secara berkelompok dan berkelanjutan (Susilo, 2012). Kegiatan LS memiliki tiga tahapan, yaitu perencanaan (*Plan*), pelaksanaan (*Do*), dan Evaluasi (*See*). Ketiga tahapan ini dapat meningkatkan kompetensi pendidik sebab pada kegiatan ini pendidik memperoleh masukan dan kritikan terkait perangkat pembelajaran yang disusun dan kegiatan pelaksanaan. Pada tahapan ini, pendidik juga dapat memperoleh saran yang tepat untuk memilih metode yang dapat menyelesaikan masalah yang ada di lapangan.

Permasalahan lainnya, terkait dengan keterampilan proses dan sikap ilmiah. Keterampilan proses sains dan sikap ilmiah penting dimiliki oleh mahasiswa pada perkuliahan keanekaragaman hewan sebab mahasiswa akan menggunakan keterampilan dan sikap untuk memperoleh pengetahuan melalui kegiatan ilmiah (Ergul *et al.*, 2012). Sikap ilmiah penting dilatihkan kepada mahasiswa untuk membentuk karakter mahasiswa, terutama sebagai seorang saintis. Berdasarkan hasil observasi pada Tanggal 31 Agustus 2016, 07, 08, 14 dan 22 September 2016 yang didapatkan melalui wawancara dengan mahasiswa pendidikan biologi Offering A 2015 dan pengamatan langsung di kelas menunjukkan beberapa masalah yang dikategorikan menjadi masalah pada rendahnya sikap ilmiah dan keterampilan proses sains mahasiswa. Rendahnya sikap ilmiah ditunjukkan dengan beberapa indikator, yaitu: tidak menuliskan secara jujur hasil pengamatan, mahasiswa kurang memiliki tanggungjawab dan sikap teliti saat pengamatan dilihat dari kecerobohnya dalam menggunakan alat dan bahan praktikum, tidak mengumpulkan jurnal belajar dan tugas terkait matakuliah tepat waktu, beberapa mahasiswa masih mendominasi di kelompok, masih banyaknya mahasiswa yang asyik mengobrol sendiri, membuka internet (sosial media) saat pembelajaran.

Rendahnya keterampilan proses sains ditandai oleh beberapa indikator, seperti: beberapa mahasiswa belum melakukan pengamatan dengan memaksimalkan indera yang dimiliki, masih kurang terampil dalam menggunakan alat dan bahan yang disediakan terbukti beberapa mahasiswa tidak menggunakan lup, tidak dapat mengoperasikan mikroskop dengan baik saat mencari tipe spikula, masih menggunakan data pada internet untuk praktikum dan tidak menggunakan data yang dikumpulkan pada saat kegiatan praktikum, terutama pada bagian gambar, masih banyak mahasiswa yang kesulitan membuat laporan hasil pengamatan. Untuk itu, Pemilihan metode atau model sangat mempengaruhi kesuksesan pembelajaran (Ibrahim, 2010). Namun, masalah lainnya adalah pendidik kesulitan dalam merencanakan pembelajaran yang efektif.

Pendidik harus memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk terlibat langsung dalam pembelajaran dengan memberikan pengalaman belajar yang baik dan menyediakan fasilitas yang dibutuhkan selama kegiatan pembelajaran.

pengalaman belajar dengan melibatkan siswa secara aktif dapat menyumbang ingatan sampai 90% dibandingkan dengan membaca atau mendengar saja (Komalasari, 2011). Salah satu pembelajaran yang menekankan pengalaman belajar secara nyata adalah pembelajaran berbasis konstruktivisme (Hosnan, 2014). Pembelajaran berbasis konstruktivisme memiliki karakteristik menyuguhkan masalah untuk diselesaikan dengan memadukan pengetahuan yang telah dimiliki dengan pengetahuan baru yang didapatkan melalui pengalaman belajarnya secara mandiri. Pembelajaran ini terdiri dari beberapa model, yaitu *inquiry*, *Problem based learning*, *project based learning*, *discovery learning* (Permendikbud, No. 22 Tahun 2016).

Discovery learning memiliki keunggulan dibandingkan dengan pembelajaran berbasis konstruktivisme lainnya, yaitu masalah yang diberikan dapat direkayasa oleh pendidik sesuai dengan kebutuhan dan materi yang akan dipelajari, membantu peserta didik meningkatkan keterampilan proses melalui pengalamannya, menumbuhkan sikap ilmiah, memberikan rasa senang, mendorong peserta didik untuk berpikir, melatih untuk belajar mandiri, meningkatkan motivasi, (Hosnan, 2014). Selain itu, *Discovery learning* juga memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk menjadi *problem solver* dan seorang *scientist* (Hosnan, 2014). *Discovery learning* dapat melatih sikap ilmiah dan keterampilan proses karena di dalamnya terdapat tahapan-tahapan yang mendukung hal tersebut. Selain itu, menggunakan model pembelajaran ini mahasiswa dapat menyeimbangkan aktivitas *hands on* dan *minds on*. Kelebihan-kelebihan yang dimiliki model pembelajaran ini membuat model ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif untuk memperbaiki kualitas pembelajaran di kelas keanekaragaman hewan. Penelitian oleh Ilmi, dkk. (2012) melaporkan bahwa penerapan model pembelajaran *Discovery learning* dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Selain itu, Hayat & Redjeki (2011), melaporkan bahwa penerapan model pembelajaran *Discovery learning* dapat mengembangkan sikap ilmiah siswa. Penelitian-penelitian terdahulu ini menjadi penguat untuk melakukan penelitian di kelas keanekaragaman hewan.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dibutuhkan suatu penelitian yang berjudul "Penerapan *Discovery Learning* berbasis *Lesson Study* untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah dan

Keterampilan Proses Mahasiswa” untuk memperbaiki masalah-masalah yang ada di kelas dan tentunya bermanfaat untuk mengasah kompetensi yang dimiliki oleh pendidik.

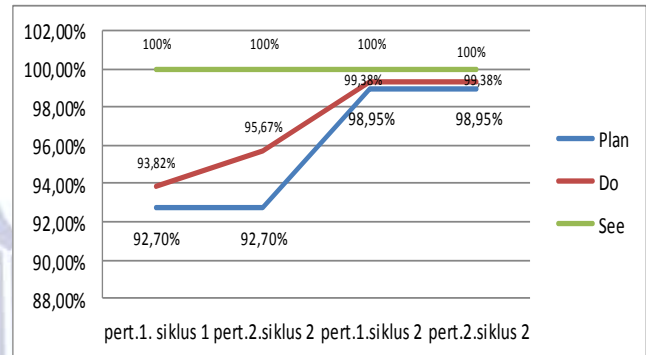
METODE

Jenis penelitian ini adalah Penelitian Tindakan Kelas (PTK) berbasis *Lesson study* (LS) yang bertujuan untuk meningkatkan sikap ilmiah dan keterampilan proses sains mahasiswa pendidikan biologi FMIPA UM. Subjek pada penelitian ini diambil secara *purposive sampling*, yaitu 23 mahasiswa S1 Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang Offering A Angkatan 2015 yang memprogram mata kuliah Keanekaragaman Hewan. Penelitian ini terdiri dari dua tahapan, yaitu observasi awal dan pelaksanaan. Observasi awal dilakukan dengan tujuan mengetahui kondisi awal mahasiswa yang berkaitan dengan sikap ilmiah dan keterampilan proses sains. Observasi awal dilaksanakan selama lima kali (5x) pertemuan, yaitu pada Tanggal 31 Agustus 2016, 07, 08, 14 dan 22 September 2016. Sedangkan penelitian tindakan kelas (PTK) berbasis LS berlangsung selama dua siklus yang tiap-tiap siklusnya terdapat dua kali pertemuan. Setiap pertemuan terdiri atas tiga tahapan, yaitu tahap perencanaan (*plan*) yang dilaksanakan pada Tanggal 19 September 2016 untuk siklus I dan 04 November 2016 untuk Siklus II, tahap pelaksanaan (*do*) yang dilaksanakan pada Tanggal 28-29 September 2016 untuk siklus I dan Tanggal 09-10 November 2016 untuk Siklus II, dan tahap evaluasi (*see*) yang dilaksanakan pada Tanggal 28-29 September 2016 untuk siklus I dan Tanggal 9-10 November 2016 untuk Siklus II. Instrumen penelitian ini berupa lembar pengamatan sikap ilmiah dan lembar pengamatan keterampilan proses. Tehnik pengumpulan data sikap ilmiah dan keterampilan proses menggunakan teknik observasi yang diisi oleh 7 observer saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan secara deskriptif kuantitatif.

HASIL

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan sikap ilmiah dan keterampilan proses sains dengan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbasis *lesson study* pada mahasiswa pendidikan biologi *Offering A* Angkatan 2015. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh data-data yang dikelompokkan menjadi tiga, yaitu data *plan*, *do*, dan *see*. Data *plan* berupa saran, kritik, dan

masakan dari enam observer tentang perangkat pembelajaran yang disusun oleh dosen model, data *Do* berupa keterlaksanaan sintaks, dan data *See* berupa lembar yang berisi evaluasi yang diisi oleh enam observer dari hasil kegiatan pada tahap *Do* (Gambar 1).



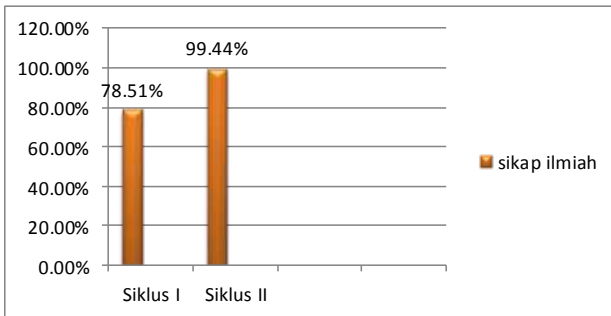
Gambar 1. Kenaikan Tahap *Plan*, *Do*, dan *See* Tiap Pertemuan pada Tiap Siklus

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa terdapat kenaikan antara siklus I dan siklus II pada tahap *Plan*, *Do*, dan *See*. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kompetensi pendidik berdasarkan saran, kritik, dan masukan yang diberikan oleh keenam observer dan dosen pembimbing. Pada penelitian ini tahapan *Do* juga memperoleh data sikap ilmiah dan keterampilan proses sains. Sikap ilmiah yang diukur pada penelitian ini ada lima sikap, yaitu sikap ingin tahu, menghargai, bekerjasama, bertanggungjawab, dan teliti. Berdasarkan penelitian yang diperoleh didapatkan data sikap ilmiah untuk siklus I dan siklus II adalah sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel 1. Data Sikap Ilmiah Mahasiswa pada Siklus I dan Siklus II

Siklus	Sikap	Persentase (%)	Total (%)
I	Rasa ingin tahu	76,86	78,52
	Menghargai	75,93	
	Bekerja sama	78,71	
	Bertanggung jawab	82,41	
	Teliti	78,71	
II	Rasa ingin tahu	99,07	99,44
	Menghargai	98,14	
	Bekerja sama	100	
	Bertanggung jawab	100	
	Teliti	100	

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 1 menunjukkan peningkatan sikap ilmiah antara siklus I dengan siklus II. Kelima sikap mengalami peningkatan, sikap rasa ingin tahu mendapatkan peningkatan skor yang paling tinggi, yaitu 22,86% dan sikap bertanggung jawab mendapatkan peningkatan skor paling rendah, yaitu 17,59%. Secara keseluruhan peningkatan siklus I dan siklus II disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Peningkatan Sikap Ilmiah secara Keseluruhan dari Siklus I ke Siklus II

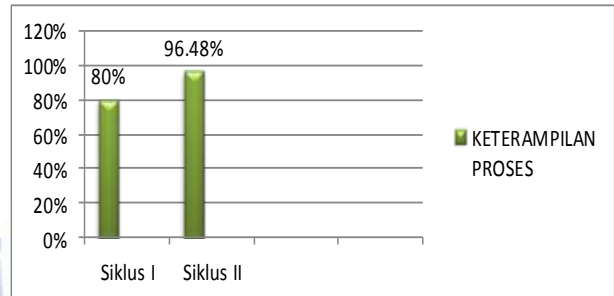
Berdasarkan Gambar 1 di atas, maka kenaikan dari Siklus I ke Siklus II sebesar 20,93%. Selain sikap ilmiah, pada penelitian ini juga mengukur keterampilan proses sains mahasiswa. Keterampilan proses sains yang diukur adalah mengamati, menginterpretasi, mengklasifikasi, mengidentifikasi, dan mengkomunikasi. Berdasarkan penelitian yang diperoleh didapatkan data keterampilan proses sains untuk siklus I dan siklus II adalah sebagai berikut (Tabel 2).

Tabel 2. Data Keterampilan Proses Sains Mahasiswa pada Siklus I dan Siklus II

Siklus	Sikap	Persentase (%)	Total (%)
I	Mengamati	80,56	80
	Menginterpretasi	79,63	
	Mengklasifikasi	81,48	
	Mengidentifikasi	80,56	
	Mengkomunikasi	77,78	
II	Mengamati	99,07	96,48
	Menginterpretasi	95,37	
	Mengklasifikasi	96,29	
	Mengidentifikasi	96,29	
	Mengkomunikasi	95,37	

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 2 menunjukkan peningkatan keterampilan proses sains antara siklus I dengan siklus II. Kelima keterampilan

mengalami peningkatan, keterampilan mengamati mendapatkan peningkatan skor yang paling tinggi, yaitu 18,51% dan keterampilan mengklasifikasi mendapatkan peningkatan skor paling rendah, yaitu 14,81%. Secara keseluruhan peningkatan siklus I dan siklus II disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase Keterampilan Proses pada Siklus I dan Siklus II

Berdasarkan Gambar 2, maka kenaikan keterampilan proses antara siklus I dengan siklus II sebesar 16,48%.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan sikap ilmiah dan keterampilan proses sains mahasiswa pendidikan biologi Offering A Angkatan 2015 dengan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* melalui *lesson study*. Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dipaparkan menunjukkan bahwa *lesson study* berpengaruh positif terhadap perkembangan kompetensi pendidik. Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya skor *plan, do, dan see* dari Siklus I ke Siklus II. Pada tahap *plan*, pendidik memperoleh masukan dari observer dan dosen model. Tahap *Do*, pendidik melaksanakan kegiatan yang telah dirancang pada tahap *Plan*, dan pada tahap *See* pendidik bersama observer dan dosen pembimbing melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilakukan. Tentunya, ketiga kegiatan tersebut sangat berguna bagi pendidik dalam memperbaiki kualitas pembelajaran dan kualitas diri sebagai seorang pendidik (Herawati, 2012). Anggis (2015) melaporkan bahwa kegiatan LS dapat memperbaiki kualitas pendidik sebab pendidik dapat meminta bantuan pendidik lain untuk memberikan masukan dan kritikan terhadap kegiatan pembelajaran yang tengah dilakukan.

Kegiatan LS dapat memperkuat penelitian tindakan kelas karena pendidik terus berupaya untuk memperbaiki rencana dan pelaksanaan pembelajaran

berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan oleh observer (Susilo, 2012). PTK berbasis LS dapat meningkatkan proses dan hasil belajar (Anggis, 2015). Hal ini dikuatkan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa penerapan model pembelajaran *Discovery learning* berbasis LS dapat meningkatkan sikap ilmiah dan keterampilan proses sains mahasiswa pendidikan Biologi Offering A Angkatan 2015. *Discovery learning* merupakan salah satu model yang berbasis pada pendekatan saintifik. Pendekatan saintifik memiliki urutan pembelajaran yang sistematis sehingga dapat mengembangkan sikap ilmiah dan keterampilan proses sains (Khan, 2012). Model pembelajaran *discovery learning* memiliki lima tahapan utama, yaitu stimulasi, mengidentifikasi masalah, mengumpulkan data, mengolah data, dan penarikan kesimpulan. Kelima tahapan ini memiliki sumbangan dalam melatih sikap (Melani, 2012) dan keterampilan proses sains mahasiswa (Ilmi dkk., 2012).

Sikap ilmiah dapat digunakan untuk menilai atau memutuskan tindakan yang akan dilakukan saat mempelajari sesuatu (Pitaffi and Farooq, 2012). *Discovery learning* dapat menjadi sarana dalam mengembangkan sikap ilmiah melalui tahapan-tahapannya:

1. Stimulasi yang memungkinkan mahasiswa memiliki rasa ingin tahu untuk menyelesaikan masalah-masalah yang dipaparkan oleh dosen model kepada mahasiswa (Melani, 2012).
2. Mengidentifikasi masalah melatih mahasiswa untuk memberikan hipotesis atau dugaan sementara dari masalah-masalah yang telah diamati pada tahap stimulasi. Pada kegiatan ini mahasiswa akan tumbuh sikap rasa ingin tahu yang tinggi.
3. Pengumpulan data ini merupakan tahapan yang paling penting dalam pembelajaran, sebab dari kegiatan ini mahasiswa dapat mengeksplorasi kemampuannya dalam memecahkan masalah dengan kegiatan pengamatan yang dilakukannya sehingga dibutuhkan sikap teliti, bekerja sama dalam kelompok, saling menghargai, rasa ingin tahu, dan bertanggung jawab.
4. Mengolah data, penarikan kesimpulan merupakan tahapan yang membuat mahasiswa memilih dan memilah data manakah yang benar dan akurat sehingga dibutuhkan sikap teliti dan bertanggung jawab (Melani, 2012).

Sikap ilmiah dapat terbentuk melalui pengalaman pribadi yang dilakukan oleh mahasiswa (Melani, 2012). Sikap ilmiah yang diamati pada

matakuliah ini terdiri dari lima poin yaitu rasa ingin tahu, menghargai, bekerja sama, bertanggung jawab, dan teliti. Dari kelima poin ini, ada satu sikap yang pada siklus I sampai dengan siklus II memiliki nilai terendah, yaitu sikap bertanggung jawab. Banyaknya mahasiswa yang belum mengumpulkan tugas dengan tepat waktu. Sikap rasa ingin tahu mendapatkan nilai tertinggi mulai dari siklus I sampai dengan siklus II. Hal ini disebabkan karena mahasiswa yang mengampu mata kuliah keanekaragaman hewan harus memiliki sikap perhatian yang sangat besar selama pembelajaran berlangsung, misalnya selalu bertanya jika terdapat konsep atau prosedur dalam pengamatan yang tidak dipahami, mencari referensi lain selain buku teks yang wajib digunakan.

Sikap ilmiah dapat diperoleh melalui keterampilan proses sains (Ergul *et al.*, 2012). Keterampilan proses sains adalah salah satu keterampilan yang dibutuhkan oleh mahasiswa biologi. Keterampilan proses sains dapat mempermudah pelajar untuk mempelajari konsep biologi melalui kerja ilmiah (Ergul *et al.*, 2011). Keterampilan proses pada penelitian ini juga mengalami peningkatan. Peningkatan antara siklus I sampai dengan siklus II sebesar 16,48%. Keterampilan proses yang diamati pada penelitian ini terdiri dari lima poin, yaitu mengamati, menginterpretasi, mengklasifikasi, mengidentifikasi, dan mengkomunikasikan. Secara keseluruhan kelima komponen ini mengalami peningkatan dari siklus I ke siklus II. Namun, ada satu keterampilan yang mendapatkan nilai terendah dibandingkan dengan keterampilan lainnya, yaitu keterampilan mengklasifikasi. Hal tersebut dikarenakan mahasiswa masih kesulitan dalam menentukan kelompok sebab mahasiswa beberapa mahasiswa salah mendeskripsikan ciri yang diamati.

Keterampilan mengamati memperoleh nilai tertinggi, baik pada siklus I maupun siklus II. Hal ini disebabkan karena mahasiswa telah mampu menggunakan alat dan bahan dengan baik, mampu mengoptimalkan pengamatan dengan menggunakan indera lebih dari satu, data yang diperoleh benar didasarkan pada pengamatan; contoh adalah saat penentuan ada tidaknya gigi vomer pada katak mahasiswa mengamati dengan baik dengan meraba bagian rahang katak dan menuliskan sesuai dengan hasil pengamatan. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran *discovery learning* dapat meningkatkan keterampilan proses.

Peningkatan keterampilan proses dari siklus I ke siklus II disebabkan karena meningkatnya kemampuan pendidik dalam mengolah kelas, penguasaan materi yang matang, dan penyusunan perangkat pembelajaran yang meningkat disebabkan karena kegiatan LS. Pendidik menggunakan model pembelajaran *discovery learning* memiliki tahapan yang sistematis yang dapat mengakomodasi terlatihnya keterampilan proses (Ilmi, dkk., 2012) yang dijabarkan sebagai berikut:

1. Tahap stimulasi dan identifikasi masalah, mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan mengamati sebab pada tahapan ini mahasiswa dituntut untuk mengidentifikasi masalah-masalah dengan mengamati keadaan sekitar dan merumuskan masalahnya dalam bentuk pertanyaan.
2. Tahap mengumpulkan data dan menganalisis data, mahasiswa dilatih untuk mengembangkan keterampilan mengidentifikasi, mengklasifikasi, dan menginterpretasikan.
3. Tahap penarikan kesimpulan, mahasiswa dilatih untuk mengembangkan kemampuannya dalam berkomunikasi antar teman sekelompok maupun teman dalam satu kelas.

SIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *discovery learning* dapat meningkatkan sikap ilmiah 20,93% dan keterampilan proses dari sebesar 16, 48%. Oleh karena itu, model pembelajaran *discovery learning* dapat digunakan sebagai alternatif model pembelajaran untuk mengembangkan sikap ilmiah dan keterampilan proses sains mahasiswa biologi pada mata kuliah keanekaragaman hewan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggis, E.V. 2015. Penerapan Model Kooperatif Jigsaw berbasis Lesson Study untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Mahasiswa di Universitas Negeri Malang. *Wacana Didaktika*, 3(19): 31-40.
- Ergul, R., Simseli, Y., Calis, S., Ozdilek, Z., Gocmencelebi, S., and Sanli, M. 2011. The Effect Of Inquiry-Based Science Teaching on Elementary School Student' Science Process Skill and Science Attitudes. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)* Vol. 5(1): 48- 68.
- Hayat, M.S dan Redjeki, S. 2011. Pembelajaran Berbasis Praktikum Pada Konsep Invertebrata Untuk

Pengembangan Sikap Ilmiah Siswa. *Bioma*. Vol. 2 (2).

Hosnan, M. 2014. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21 kunci sukses implementasi kurikulum 2013*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Ibrahim, M. 2010. *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar*. Surabaya: Unesa University Press

Ilmi, A.N., Indrowati, M., dan Probosari, R.M. 2012. Pengaruh Penerapan Metode Pembelajaran Guided Discovery Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Teras Boyolali in Academic Year. *Jurnal pendidikan Biologi* Vol. 4 (2): 44-52.

Khan, M. 2012. A Comparison of an Inquiry lab Teaching Method and Tradisional Lab Teaching Method Upon Scientific Attitude of Biology Student. *Language in india* Vol. 12 (1): 398-410.

Komalasari, K. 2011. *Pembelajaran Kontekstual Konsep dan Aplikasi*. Bandung: PT Refika Aditama.

Meilani, R., Harlita, dan Sugiharto, B. 2012. Pengaruh Metode *Guided Discovery Learning* terhadap Sikap Ilmiah dan Hasil Belajar Kognitif Biologi Siswa SMA Negeri 7 Surakarta Tahun Pelajaran 2011/2012. *Jurnal Pendidikan Biologi* Vol.4 (1): 97-105.

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 21 Tahun 2016 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar dan Menengah. BSNP. (Online), (<http://bsnp-indonesia.org/id/wp--A.-salinan-permendikbud.no.23.th.2016.ttg-standar-kompetensi -lulusan.pdf>), diakses tanggal 15 November 2016.

Pitafi, A.I and Farooq, M. 2012. Measurement of Scientific Attitude of Secondary School Student in Pakistan. *Academic Research International* Vol.2 (2): 379-392.

Susilo, H. 2012. *Lesson Study dalam Bentuk Penelitian Tindakan Kelas (PTK) Sebagai Sarana Peningkatan Kualitas Pembelajaran*. Makalah disajikan dalam Seminar Pendidikan Biologi dengan tema "Lesson Study sebagai Peningkatan Kualitas Pengajaran" di Gedung Soetarjo Universitas Jember, 27 Oktober 2012.

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sisdiknas.

Hasil Belajar dan Respons Positif Siswa Melalui LKS *Discovery Learning* pada Materi Sistem Pencernaan

Lilis Suryani¹, Raharjo², dan Ulfi Faizah³

^{1,2,3}Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Surabaya
Gedung C3 Lantai 2 Jalan Ketintang, Surabaya 60231

¹email: liz.suryani21@gmail.com

ABSTRAK

Discovery learning dapat mempengaruhi efektivitas pembelajaran melalui pembelajaran induktif dimana siswa berperan aktif dalam kegiatan penemuan konsep. Melalui proses penemuan konsep, siswa akan lebih memaknai kegiatan yang dilakukan dan materi yang tersimpan di dalam memori jangka panjang akan berpengaruh terhadap daya ingat siswa pada saat pelaksanaan tes. Kegiatan penemuan konsep dapat ditunjang dengan menggunakan LKS. Hasil angket pra penelitian menunjukkan 65% atau 139 siswa telah melampaui KKM. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan keefektifan Lembar Kegiatan Siswa berbasis *discovery learning* yang diperoleh dari hasil belajar dan respons positif siswa. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Uji coba terbatas dilaksanakan pada 16 siswa kelas XI MIA yang heterogen (jenis kelamin dan kemampuan akademik) di SMA Negeri 1 Gedangan Sidoarjo pada bulan Desember 2016 dengan *simple random sampling*. Hasil belajar siswa ditinjau dari ketercapaian Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) melalui *pretest* dan *posttest*. Respons positif siswa diperoleh dengan angket respons siswa dengan memberi **ceklis (√) berdasarkan skala Guttman ("ya" bernilai 1 dan "tidak" bernilai nol)**. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKS yang dikembangkan dinyatakan sangat efektif pada *posttest* dengan persentase ketuntasan 88,69%, persentase rata-rata IPK 89,67%, dan respons positif sebesar 98,58%. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa LKS yang dikembangkan termasuk dalam kategori efektif digunakan dalam pembelajaran.

Kata Kunci: LKS, *discovery learning*, materi sistem pencernaan, keefektifan, hasil belajar siswa.

PENDAHULUAN

Implementasi *discovery learning* dalam pembelajaran melibatkan keaktifan siswa melalui kegiatan pengalaman langsung, yaitu melalui kegiatan pengamatan, simulasi, atau percobaan dan pada akhirnya terbentuk pemahaman terhadap konsep yang telah ditemukan oleh siswa. Belajar bukanlah hanya sekedar melihat, mendengar, menghafal materi, atau menerima informasi secara pasif dari guru saja melainkan sebuah proses aktif dalam menanggapi semua kejadian melalui proses interaksi dalam aktivitas (*learning by doing*) sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Melalui kegiatan pengalaman langsung, siswa dapat lebih menghayati apa yang sedang dilakukannya menyebabkan memori tentang materi yang dipelajari lebih kuat tersimpan di otak dan siswa tidak mudah melupakan materi tersebut sehingga siswa lebih menguasai konsep yang telah ditemukannya dan dapat mengaplikasikan materi dalam situasi baru serta dapat memecahkan berbagai

masalah lanjutan di kehidupan sehari-hari, misalnya dengan mengetahui penyakit yang dapat terjadi akibat mengonsumsi makanan yang tidak sehat maka dapat menjaga kesehatan tubuhnya dengan cara memilih dan menentukan makanan yang sehat (Silberman, 2014; Kemendikbud, 2016).

Penguasaan konsep termasuk ke dalam hasil belajar siswa secara kognitif berkaitan dengan proses berpikir melalui otak yang salah satunya dapat diketahui, diukur, dan dianalisis melalui tes hasil belajar (*dengan pretest dan posttest*). *Pretest* dan *posttest* digunakan untuk mengetahui peningkatan/penurunan ketuntasan klasikal dan indikator. Aktivitas otak yang merupakan aspek kognitif dapat dibedakan menjadi enam tingkat proses berpikir yaitu mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasi (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6). Penguasaan konsep yang tinggi terhadap suatu materi menyebabkan siswa dapat menjawab soal yang bersifat konseptual maupun aplikatif (terapan) dengan

baik, sehingga dapat mempengaruhi nilai. Nilai tinggi yang didapatkan melalui cara yang benar menunjukkan bahwa hasil belajar siswa termasuk tinggi. Hasil belajar yang termasuk tinggi menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilakukan efektif. Penilaian yang dilakukan tersebut menunjukkan hasil belajar dipengaruhi oleh proses siswa dalam menerapkan aspek kognitif dalam menemukan suatu konsep selama pembelajaran dengan melakukan berbagai aktivitas (Anderson and Krathwohl, 2001).

Hasil wawancara terhadap salah satu guru mata pelajaran biologi diketahui bahwa hanya 65% atau 139 siswa kelas XI MIA SMA Negeri 1 Gedangan Kabupaten Sidoarjo melampaui Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) mata pelajaran biologi yang ditentukan untuk kelas XI, yaitu 78. LKS yang dimiliki oleh siswa hanya berisikan ringkasan materi dengan soal kognitif yang memiliki tingkat kognitif rendah dan jawabannya bersifat menyalin dari rangkuman materi. LKS tersebut belum dapat mampu melibatkan keaktifan siswa dalam kegiatan pengalaman langsung melalui aktivitas pengamatan, simulasi, atau percobaan sehingga mampu menemukan konsepnya sendiri yang dapat mempengaruhi hasil belajar secara keseluruhan. LKS yang membuat siswa pasif tersebut dapat diubah menjadi LKS yang banyak melibatkan keaktifan siswa di dalam pembelajaran, salah satunya dengan menggunakan LKS berbasis *discovery learning*. Selain dapat memaksimalkan keterlibatan aktif siswa di dalam pembelajaran, LKS berbasis *discovery learning* juga dapat memfasilitasi siswa dalam memvisualisasikan proses abstrak yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup. Salah satu materi yang diajarkan pada siswa kelas XI MIA yang di dalamnya banyak terjadi proses-proses abstrak dan berkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari adalah sistem pencernaan. LKS berbasis *discovery learning* pada materi sistem pencernaan dapat menghubungkan atau mengasosiasikan proses yang terjadi dengan kehidupan sehari-hari serta memandu siswa dalam melakukan aktivitas pengamatan, simulasi, atau percobaan sehingga konsep dan prinsip yang penting bagi siswa dapat ditemukan sendiri. Dengan memberikan kepercayaan melalui memberi kesempatan kepada siswa, siswa lebih leluasa melakukan kegiatan dan membuat siswa merasa senang serta memberikan rasa puas pada diri siswa karena dapat menemukan konsep sendiri.

Hasil belajar yang signifikan didapatkan dari penelitian tentang aktivitas dan hasil belajar dengan strategi pembelajaran *discovery learning* pada materi

sistem pencernaan. Hasil belajar siswa yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran dengan strategi *discovery learning* dapat mempermudah siswa dalam memahami materi sistem pencernaan (Suprihatin, dkk., 2014). Kemudian melalui analisis respons siswa pada penelitian tentang LKS berbasis *discovery learning* pada subpokok bahasan jaringan organ tumbuhan (kelas XI) diketahui bahwa siswa merasa senang, tertarik, dan merasa terbantu dalam memecahkan permasalahan. Siswa juga terbantu dalam menemukan konsep dalam subpokok bahasan jaringan organ tumbuhan. Siswa senang mendapatkan kesempatan pengalaman langsung dengan melakukan kegiatan yang tersaji pada LKS (Ardiyanti, dkk., 2013).

LKS yang dikatakan memiliki kualitas baik setidaknya memenuhi 1 dari 3 aspek, yaitu aspek keefektifan yang dapat ditinjau dari hasil belajar dan respons positif siswa. Hasil belajar siswa dapat dilihat dari ketuntasan klasikal dan ketuntasan indikator yang menandakan ketercapaian tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran yang berhasil dicapai menunjukkan bahwa model pembelajaran berhasil mencapai tujuan (kompetensi lulusan) sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hasil belajar yang tinggi dapat dilihat dari respons siswa yang semakin positif. Siswa yang menghargai dengan cara memberikan respons baik terhadap LKS maka siswa tersebut juga dapat mengikuti pembelajaran dengan LKS berbasis *discovery learning* dengan baik (Nieveen, 1999).

Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti melakukan penelitian berjudul hasil belajar dan respons positif siswa melalui LKS *discovery learning* pada materi sistem pencernaan yang bertujuan untuk mendeskripsikan keefektifan Lembar Kegiatan Siswa berbasis *discovery learning* yang diperoleh dari hasil belajar dan respons positif siswa.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif-analitis yang mendeskripsikan keefektifan LKS berbasis *discovery learning* pada materi sistem pencernaan ditinjau dari hasil belajar dan respons siswa. Hasil belajar siswa diperoleh dengan metode tes, yang terbagi menjadi 2 yaitu *pretest* dan *posttest*. Pelaksanaan *pretest* sebelum uji coba LKS berbasis *discovery learning* pada materi sistem pencernaan dan *posttest* dilakukan setelah uji coba LKS dengan memberikan lembar *pretest* kepada siswa untuk dikerjakan berisikan 9 pertanyaan uraian dari 9

indikator. Pelaksanaan *posttest* dengan memberikan lembar *posttest* kepada siswa untuk dikerjakan berisikan 9 pertanyaan uraian dari 9 indikator. Satu soal mewakili 1 indikator dengan tingkat kognitif yang setara namun soal yang berbeda antara *pretest* dan *posttest*. **Nilai yang dikatakan tuntas apabila ≥ 78 atau melampaui Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM).** Nilai yang diperoleh siswa menunjukkan ketuntasan klasikal, dan skor yang diperoleh setiap nomor menunjukkan ketuntasan indikator sehingga keefektifan berdasarkan hasil belajar siswa dapat dibedakan menjadi ketuntasan klasikal dan ketuntasan indikator. Hasil belajar siswa dikatakan efektif apabila persentase yang diperoleh **setelah analisis sebesar $\geq 70\%$.** Sedangkan untuk keefektifan berdasarkan respons siswa diperoleh dengan memberikan angket respons kepada siswa yang berisi beberapa pernyataan, kemudian siswa **memberikan ceklis (✓) pada kolom "ya" atau "tidak"** sesuai dengan tanggapan mereka terhadap LKS. LKS dinyatakan efektif apabila mendapat persentase rata-rata sebesar $\geq 70\%$.

Sampel yang digunakan ditentukan dengan *simple random sampling* berdasarkan usia, jenis kelamin, dan kemampuan akademik heterogen yang melibatkan 16 siswa XI MIA SMA Negeri 1 Gedangan Kabupaten Sidoarjo. Pelaksanaan *pretest* dan *posttest* dilaksanakan pada bulan Desember 2016.

HASIL

1. Hasil Belajar Siswa

Penelitian ini menghasilkan data ketuntasan hasil belajar dan respons positif siswa terhadap LKS berbasis *discovery learning* pada materi sistem pencernaan. Data ketuntasan hasil belajar dibagi menjadi 2, yaitu data ketuntasan klasikal dan data ketuntasan indikator.

a. Ketuntasan Klasikal

Ketuntasan klasikal diperoleh dari nilai *pretest* dan *posttest*, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data nilai *pretest* dan *posttest* siswa

No	Pretest		Posttest	
	Nilai	Kriteria ketuntasan	Nilai	Kriteria ketuntasan
1	28	tidak tuntas	91	tuntas
2	81	tuntas	95	tuntas

No	Pretest		Posttest	
	Nilai	Kriteria ketuntasan	Nilai	Kriteria ketuntasan
3	53	tidak tuntas	80	tuntas
4	45	tidak tuntas	64	tidak tuntas
5	25	tidak tuntas	100	tuntas
6	40	tidak tuntas	75	tidak tuntas
7	44	tidak tuntas	100	tuntas
8	35	tidak tuntas	91	tuntas
9	30	tidak tuntas	100	tuntas
10	33	tidak tuntas	94	tuntas
11	30	tidak tuntas	79	tuntas
12	28	tidak tuntas	80	tuntas
13	28	tidak tuntas	85	tuntas
14	57	tidak tuntas	88	tuntas
15	34	tidak tuntas	100	tuntas
16	80	tuntas	97	tuntas
% Ketuntasan		41,94%	88,69%	
Interpretasi		Kurang Efektif	Sangat Efetif	

Keterangan Skor dan Kriteria Interpretasi:

25-39,9 : Tidak efektif

40-54,9 : Kurang efektif

55-69,9 : Cukup efektif

70-84,9 : Efektif

85-100 : Sangat efektif

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa nilai terendah pada *pretest* yaitu 25 yang dinyatakan tidak tuntas pada siswa ke-5 dan tertinggi yaitu 81 pada siswa ke-2 yang dinyatakan tuntas. Sedangkan nilai *posttest* terendah yaitu 64 yang dinyatakan tidak tuntas pada siswa ke-4 dan tertinggi yaitu 100 oleh 4 siswa yang dinyatakan tuntas, yaitu pada siswa ke-5, siswa ke-7, siswa ke-9, dan siswa ke-15.

Hasil *posttest* memperoleh persentase $\geq 70\%$ menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan LKS berbasis *discovery learning* termasuk dalam kategori efektif, dengan persentase sebesar 88,69%. Persentase peningkatan hasil belajar siswa setelah pembelajaran menggunakan LKS yaitu sebesar 46,75% yang diperoleh dari selisih persentase ketuntasan *posttest* dengan *pretest*.

b. Ketuntasan Indikator

Ketuntasan indikator diperoleh dari ketuntasan siswa pada setiap nomor yang mewakili setiap indikator. Data hasil ketuntasan indikator dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil ketuntasan indikator *pretest* dan *posttest*

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Pretest			Posttest		
		% Total Ketuntasan	Interpretasi	Ketuntasan	% Total Ketuntasan	Interpretasi	Ketuntasan
1	Mendeskripsikan pengertian boraks.	60	Cukup Efektif	Tidak Tuntas	98	Sangat Efektif	Tuntas
2	Mendeskripsikan pengertian lemak.	55	Cukup Efektif	Tidak Tuntas	92	Sangat Efektif	Tuntas
3	Mengidentifikasi kadar boraks secara kualitatif.	35	Tidak Efektif	Tidak Tuntas	100	Sangat Efektif	Tuntas
4	Menjelaskan proses emulsi lemak.	40	Kurang Efektif	Tidak Tuntas	85	Sangat Efektif	Tuntas
5	Menjelaskan proses penyerapan boraks di dalam tubuh.	30	Tidak Efektif	Tidak Tuntas	80	Efektif	Tuntas
6	Menjelaskan fungsi empedu terhadap pencernaan lemak.	38	Tidak Efektif	Tidak Tuntas	90	Sangat Efektif	Tuntas
7	Menjelaskan proses pencernaan lemak.	45	Kurang Efektif	Tidak Tuntas	80	Efektif	Tuntas
8	Menganalisis penyakit/gangguan bioproses akibat kelebihan boraks bagi tubuh.	65	Cukup Efektif	Tidak Tuntas	100	Sangat Efektif	Tuntas
9	Menganalisis penyebab penyakit batu empedu.	40	Kurang Efektif	Tidak Tuntas	82	Efektif	Tuntas
% Rata-rata Total		46,63		Tidak Tuntas	89,67		Tuntas
Interpretasi		Kurang efektif			Sangat efektif		

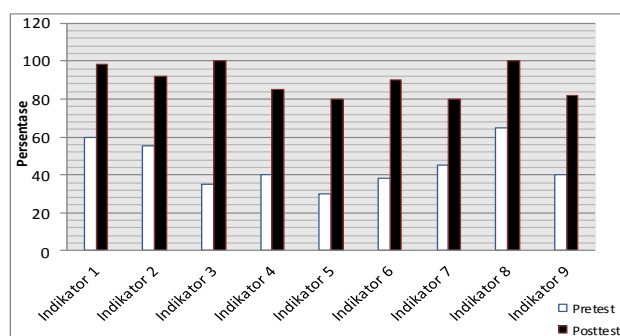
Keterangan Skor dan Kriteria Interpretasi:

- 25-39,9 : Tidak efektif
- 40-54,9 : Kurang efektif
- 55-69,9 : Cukup efektif
- 70-84,9 : Efektif
- 85-100 : Sangat efektif

Berdasarkan Tabel 4.8 mengenai ketuntasan indikator pencapaian kompetensi, semua indikator pada *pretest* dinyatakan tidak tuntas dengan persentase rata-rata total 46,63% dengan interpretasi kurang efektif dan semua indikator pencapaian kompetensi pada *posttest* dinyatakan tuntas dengan persentase rata-rata total 89,67% dengan interpretasi sangat efektif. Persentase indikator terendah yaitu sebesar 30% pada indikator menjelaskan proses penyerapan boraks di dalam tubuh dan persentase ketuntasan indikator tertinggi yaitu 60% pada indikator mendeskripsikan pengertian boraks saat *pretest*. Pada *posttest* persentase indikator tertinggi yaitu 100% pada 2 dari 9 indikator, pada indikator mengidentifikasi kadar boraks secara kualitatif dan menganalisis penyakit/gangguan bioproses akibat kelebihan boraks bagi tubuh dan persentase indikator terendah yaitu

80% pada 2 dari 9 indikator antara lain pada indikator menjelaskan proses penyerapan boraks di dalam tubuh dan menjelaskan proses pencernaan lemak.

Berdasarkan data yang diperoleh, dapat disajikan gambar berupa grafik yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Ketuntasan Indikator pada *Pretest* dan *Posttest*

Keterangan:

Indikator 1 : Mendeskripsikan pengertian boraks.

Indikator 2 : Mendeskripsikan pengertian lemak.

Indikator 3 : Mengidentifikasi kadar boraks secara kualitatif.

Indikator 4 : Menjelaskan proses emulsi lemak.

Indikator 5 : Menjelaskan proses penyerapan boraks di dalam tubuh.

Indikator 6 : Menjelaskan fungsi empedu terhadap pencernaan lemak.

Indikator 7 : Menjelaskan proses pencernaan lemak.

Indikator 8 : Menganalisis penyakit/gangguan bioproses akibat kelebihan boraks bagi tubuh.

Indikator 9 : Menganalisis penyebab penyakit batu empedu.

Gambar 1 menunjukkan tentang perbandingan ketuntasan indikator pencapaian kompetensi saat *pretest* dan *posttest* pada 9 indikator pencapaian kompetensi. Persentase skor pada *pretest* tertinggi sebesar 65% pada indikator 8 tentang menganalisis penyakit/gangguan bioproses akibat kelebihan boraks

bagi tubuh dan terendah sebesar 30% didapatkan oleh indikator 5 tentang menjelaskan proses penyerapan boraks di dalam tubuh. Persentase skor pada *posttest* tertinggi sebesar 100% didapatkan oleh 2 dari 9 indikator yaitu indikator 3 tentang mengidentifikasi kadar boraks secara kualitatif dan indikator 8 tentang menganalisis penyakit/gangguan bioproses akibat kelebihan boraks bagi tubuh. Sedangkan persentase skor pada *posttest* terendah sebesar 80% didapatkan oleh 2 dari 9 indikator yaitu indikator 5 tentang menjelaskan proses penyerapan boraks di dalam tubuh dan indikator 7 tentang menjelaskan proses pencernaan lemak.

2. Respons Siswa

Respons siswa terhadap LKS berbasis *discovery learning* diperoleh dari hasil pengisian angket respons siswa oleh siswa setelah pembelajaran. Angket berisi 22 pernyataan dan diisi dengan memberi ceklis (✓) pada kolom "ya" atau "tidak" dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil respons siswa terhadap LKS berbasis *discovery learning*

No	Pernyataan	Jawaban Responden		Respons Positif (%)	Persentase Tiap Aspek (%)
		Ya	Tidak		
A. Keterbacaan					
1.	Tulisan pada LKS jelas dan mudah dibaca	16	0	100	93,75
2.	Bahasa pada LKS mudah dipahami	13	3	81,25	
3.	Bahasa pada LKS tidak menimbulkan penafsiran ganda	16	0	100	
B. Tampilan					
1.	Tampilan cover LKS menarik	16	0	100	95,31
2.	Gambar pada cover LKS sesuai dengan topik	16	0	100	
3.	Perpaduan warna dan tulisan pada cover LKS menarik	14	2	87,5	
4.	Tampilan keseluruhan LKS menarik	15	1	93,75	
C. Penguasaan Konsep					
1.	Anda memahami cara penggunaan LKS ini	16	0	100	96,88
2.	LKS membuat Anda lebih memahami materi	16	0	100	
3.	LKS membuat Anda dapat membangun dan membentuk pemahaman tentang materi	14	2	87,5	
4.	LKS membuat Anda lebih memahami praktikum	16	0	100	
D. Karakteristik LKS					
1.	LKS membuat Anda lebih aktif dalam pembelajaran	16	0	100	100
2.	Artikel/bacaan pada LKS sesuai dengan topik (materi)	16	0	100	
3.	Artikel/bacaan pada LKS dapat mengarahkan Anda dalam merumuskan masalah	16	0	100	
4.	LKS melatih Anda membuat hipotesis	16	0	100	
5.	LKS melatih Anda menentukan alat dan bahan	16	0	100	

No	Pernyataan	Jawaban Responden		Respon Positif (%)	Persentase Tiap Aspek (%)
		Ya	Tidak		
6.	LKS melatih Anda menen-tukan variabel penelitian	16	0	100	
7.	LKS melatih Anda membuat definisi operasional variabel	16	0	100	
8.	LKS melatih Anda melakukan percobaan	16	0	100	
9.	LKS melatih Anda mengolah data hasil percobaan	16	0	100	
10.	LKS melatih Anda membuktikan data hasil percobaan	16	0	100	
11.	LKS melatih Anda membuat atau menarik kesimpulan	16	0	100	
Total persentase respons siswa					98,58
Interpretasi					Sangat efektif

Keterangan Skor dan Kriteria Interpretasi:

- 25-39,9 : Tidak efektif
- 40-54,9 : Kurang efektif
- 55-69,9 : Cukup efektif
- 70-84,9 : Efektif
- 85-100 : Sangat efektif

Berdasarkan Tabel 3, sebanyak 18 pernyataan memperoleh 100% respons positif siswa sebesar 100%, 1 pernyataan memperoleh 93,75% respons positif, 2 pernyataan lainnya 87,5% dan 1 pernyataan sisanya memperoleh respons positif siswa sebesar 81,25%. Respons tertinggi sebesar 100% pada 18 pernyataan

dan respons terendah sebesar 81,25% pada pernyataan bahasa pada LKS mudah dipahami.

Selain memberikan tanggapan berupa pernyataan yang telah disediakan, siswa juga diminta untuk memberikan komentar dan saran untuk perbaikan LKS dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komentar dan saran siswa terhadap LKS melalui angket respons siswa

Bagian	Uraian
Komentar	Desain pada <i>cover</i> dan keseluruhan LKS sudah bagus
	Pengajaran tidak membosankan
	LKS mudah dipahami
	LKS cukup menarik
	Perpaduan warna bagus dan indah
	LKS dapat membantu dalam memahami materi
	Warna yang digunakan tidak mencolok mata (menggunakan warna yang <i>soft</i> /halus)
	Siswa merasa senang dengan pembelajaran dan termotivasi untuk mencari tahu untuk menyelidiki permasalahan pada LKS
	Percobaan cukup menarik dan membuat siswa lebih aktif
	Soal-soal yang diberikan mempunyai nilai yang lebih sehingga siswa setelah praktikum dapat mengaplikasikan langsung pada soal-soal yang diberikan
Saran	Meningkatkan pembimbingan pada siswa
	Mempertahankan cara pengajaran dengan menggunakan LKS berbasis <i>discovery learning</i>
	Pengajaran dengan menggunakan LKS berbasis <i>discovery learning</i> dilakukan pada materi lainnya
	Kata-kata dalam langkah percobaan sebaiknya lebih disederhanakan kembali
	Kata-kata dalam kegiatan langkah percobaan pada LKS 2 sebaiknya lebih disederhanakan kembali karena masih sulit dipahami

Berdasarkan Tabel 4 sebagian besar siswa telah memberikan komentar dan saran yang positif terhadap

LKS. Komentar siswa antara lain siswa merasa senang dengan pembelajaran dan termotivasi untuk mencari

tahu dan menyelidiki permasalahan pada LKS. Tampilan LKS yang dikembangkan sudah termasuk bagus, menarik, perpaduan warna menarik (tidak mencolok), dan sebagian besar isi LKS mudah dipahami, desain pada LKS juga sudah bagus dan menarik, serta siswa merasa lebih mudah dalam memahami materi. Siswa juga memberikan saran terhadap perbaikan LKS yaitu meningkatkan pembimbingan pada siswa, perbaikan kalimat pada langkah percobaan LKS 2, menerapkan LKS berbasis *discovery learning* untuk materi lainnya, dan mempertahankan cara mengajar yang diterapkan.

PEMBAHASAN

Keefektifan LKS berbasis *discovery learning* pada materi sistem pencernaan diperoleh berdasarkan hasil belajar dan respons siswa. Hasil belajar diketahui dengan menggunakan lembar *pretest* dan *posttest* serta lembar angket respons siswa. Lembar *pretest* dan *posttest* berisikan pertanyaan-pertanyaan kognitif yang mengacu pada indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran.

Berdasarkan Tabel 1, 2 siswa dikatakan tuntas karena nilai yang diperoleh melebihi Kriteria **Ketuntasan Minimum (KKM) ≥ 78 dan 14 siswa** dinyatakan tidak tuntas karena nilai yang diperoleh **kurang dari KKM (≤ 78)**. **Banyaknya jumlah siswa yang** mendapatkan nilai kurang dari KKM disebabkan karena kondisi awal siswa yang tidak dijelaskan informasi terkait materi pembelajaran dan menyebabkan hampir seluruh siswa tidak mengerti informasi yang ditanyakan. Sesuai dengan ciri model *discovery learning* bahwa siswa tidak diberikan informasi dalam bentuk final agar siswa mencari tahu informasi yang ingin diketahui melalui proses penyelidikan yang dijelaskan oleh Djamarah dan Zain (2010). Sedangkan untuk *posttest* yang dilakukan pada akhir pembelajaran pada pertemuan kedua, dua siswa dikatakan tidak tuntas karena nilai yang diperoleh **kurang dari KKM (≤ 78) dan 14 siswa** dinyatakan tuntas karena nilai yang diperoleh **melebihi KKM (≥ 78)**. *Pretest* mendapatkan persentase ketuntasan rata-rata total sebesar 41,94% dengan interpretasi kurang efektif (Sugiyono, 2015) dan *posttest* mendapatkan persentase ketuntasan rata-rata total sebesar 88,96% dengan interpretasi sangat efektif (Sugiyono, 2015). Berdasarkan persentase ketuntasan rata-rata total pada *posttest* tersebut maka LKS yang dikembangkan termasuk efektif (Sugiyono, 2015).

Tingginya hasil belajar siswa dikarenakan LKS merupakan LKS yang sangat valid, dimana LKS tersebut

telah memenuhi kriteria isi, penyajian, bahasa, dan karakteristik LKS dan memenuhi syarat didaktik, konstruksi, dan teknis yang disesuaikan dengan indikator pembelajaran yang harus dicapai siswa. Selain itu, tingginya hasil belajar siswa juga dipengaruhi oleh banyaknya aktivitas yang dilakukan oleh siswa. Aktivitas yang dilakukan meliputi mendengarkan atau memperhatikan penjelasan guru, membaca petunjuk LKS, membaca bacaan, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, menentukan variabel penelitian, membuat definisi operasional variabel, menyiapkan alat dan bahan untuk kegiatan praktikum, melakukan kegiatan praktikum, mengorganisasikan data ke dalam tabel pengamatan, menganalisis data, membuktikan data, menarik kesimpulan, berdiskusi, dan mempresentasikan hasil kerja kelompok. Kegiatan yang ada pada LKS merupakan tugas yang diberikan kepada siswa sebagai bahan latihan untuk dapat **mencapai indikator pembelajaran (Kaymakci, 2012)**. Dengan tingginya aktivitas siswa maka dapat memicu hasil belajar siswa yang tinggi pula karena siswa telah melakukan latihan-latihan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Hal ini didukung oleh respons positif siswa yaitu 98,58% (Tabel 3). Siswa menyatakan bahwa LKS yang dikembangkan dapat membantu siswa dalam memahami materi sistem pencernaan.

Tingginya hasil belajar siswa juga dapat disebabkan oleh metode pembelajaran yang diterapkan dalam pengembangan LKS. LKS yang dikembangkan merupakan LKS berbasis *discovery learning*. Menurut Willis (2007), menjelaskan bahwa pembelajaran yang menyenangkan dapat meningkatkan motivasi belajar siswa dan dapat mendorong siswa untuk melakukan aktivitas belajar. hal ini berdampak pada tingginya hasil belajar siswa. Tingginya hasil belajar siswa juga dapat disebabkan oleh model pembelajaran yang diterapkan dalam pengembangan LKS. LKS yang dikembangkan merupakan LKS berbasis *discovery learning*. Menurut Ardiyanti, dkk. (2013) yang meneliti tentang pengembangan LKS berbasis *discovery learning* pada sub pokok bahasan jaringan organ tumbuhan kelas XI SMA, menjelaskan bahwa siswa merasa tertarik, senang, dan merasa terbantu dalam memecahkan suatu permasalahan dan menemukan konsep karena siswa mendapatkan kesempatan pengalaman langsung dengan melakukan kegiatan yang disajikan oleh LKS. Suprihatin dkk. (2014) juga menjelaskan bahwa suasana lingkungan belajar yang menyenangkan menyebabkan siswa termotivasi untuk menjadi lebih aktif dalam

pembelajaran. Kemendikbud (2016) menjelaskan implementasi Kurikulum 2013 sangat disarankan menggunakan salah satu model pembelajaran, yaitu *discovery learning* (pembelajaran melalui penemuan). Melalui penerapan pembelajaran ini siswa dilatihkan untuk menjadi lebih aktif (*student centered*) melalui kegiatan pengalaman langsung untuk dapat menemukan prinsip-prinsip penting bagi dirinya sehingga pengetahuan atau informasi yang didapatkan dapat bertahan lama di memori jangka panjang karena siswa ikut terlibat sendiri dalam pengalaman kegiatan karena telah menemukan sendiri prinsip-prinsip penting suatu materi.

Berdasarkan hasil belajar siswa, sebagian besar siswa cukup memahami materi dan menemukan konsep yang dipelajari dengan menggunakan LKS. Berdasarkan hasil ketuntasan indikator pada Tabel 2, ketuntasan indikator tertinggi yaitu 100% yang dikategorikan tuntas yang didapatkan oleh 2 dari 9 indikator pada *posttest* dan ketuntasan indikator terendah yaitu 30% yang dikategorikan tidak tuntas pada *pretest*. Indikator tertinggi yaitu indikator mengidentifikasi kadar boraks secara kualitatif dan indikator menganalisis penyakit/gangguan bioproses akibat kelebihan boraks bagi tubuh. Hal ini disebabkan oleh 16 siswa telah dapat menjelaskan teknik atau cara untuk mengidentifikasi kadar boraks secara kualitatif, yaitu dengan menggunakan endapan ekstrak kunyit pada *pretest* dan *posttest*, serta dapat menjelaskan dampak yang ditimbulkan dari boraks apabila mengonsumsi boraks dalam jangka pendek maupun jangka panjang, serta penyakit-penyakit yang dapat ditimbulkan akibat dari mengonsumsi boraks. Indikator yang memperoleh ketuntasan terendah yaitu indikator menjelaskan proses penyerapan boraks di dalam tubuh pada *pretest*. Indikator tersebut dikategorikan ke dalam kategori tidak tuntas, karena mayoritas siswa tidak dapat menggambarkan atau mendeskripsikan dengan jelas bagaimana proses penyerapan boraks di dalam tubuh dan berupa zat apakah boraks diserap oleh tubuh. Kebanyakan siswa hanya menjawab bahwa boraks diserap di dalam usus halus secara umum tanpa menyebutkan bentuk zat boraks yang diserap. Hal ini bisa disebabkan karena pemahaman siswa terhadap proses penyerapan boraks masih belum menyeluruh dan waktu pemberian tes dilakukan pada saat *pretest* yaitu sebelum uji coba LKS.

Selain ditinjau dari hasil belajar siswa, keefektifan LKS yang dikembangkan juga berdasarkan pada respons siswa yang didapatkan dengan

menggunakan lembar angket respons siswa. Lembar angket respons siswa berupa angket dengan pertanyaan yang harus dijawab oleh siswa dengan **memberi ceklis (√) pada kolom "ya" atau "tidak" sesuai** dengan pendapat siswa tentang pembelajaran dengan menerapkan LKS berbasis *discovery learning* pada materi sistem pencernaan serta menuliskan komentar dan saran pada tempat yang telah tersedia.

Tabel 3 menyajikan hasil respons siswa setelah menggunakan LKS berbasis *discovery learning* pada materi sistem pencernaan. Dapat diketahui bahwa rata-rata respons positif siswa yaitu 98,58% dengan kategori sangat efektif (Sugiyono, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa secara umum siswa merasa senang menggunakan LKS berbasis *discovery learning* di dalam pembelajaran. Respons positif tertinggi yaitu 100% pada 18 pernyataan. Hal ini dikarenakan keseluruhan siswa dapat membaca tulisan pada LKS, bahasa pada LKS tidak menimbulkan penafsiran ganda, tampilan *cover* menarik, Gambar pada *cover* LKS sesuai dengan topik, Perpaduan warna dan tulisan pada *cover* LKS menarik, Tampilan keseluruhan LKS menarik, siswa memahami penggunaan LKS, LKS membuat Anda lebih memahami materi, LKS dapat membantu dalam membangun dan membentuk pemahaman tentang materi, LKS membuat lebih paham dengan praktikum, LKS membuat lebih aktif dalam pembelajaran, Artikel/bacaan pada LKS sesuai dengan topik (materi), Artikel/bacaan pada LKS dapat mengarahkan Anda dalam merumuskan masalah, LKS melatih dalam membuat hipotesis, menentukan alat dan bahan, menentukan variabel penelitian, membuat definisi operasional variabel, melakukan percobaan, mengolah data hasil percobaan, membuktikan data hasil percobaan, serta membuat atau menarik kesimpulan. Sedangkan respons positif terendah yaitu 81,25% pada aspek bahasa pada LKS mudah dipahami. Hal ini disebabkan oleh kata-kata penyusun kalimat pada langkah percobaan pada LKS 2 (tentang uji emulsi lemak) cukup sulit dipahami oleh siswa sehingga menimbulkan kebingungan pada diri siswa dan siswa beberapa kali bertanya kepada observer maupun guru. Beberapa siswa menuliskan saran agar lebih menyederhanakan kalimat pada langkah percobaan LKS 2 agar siswa memahami makna yang disampaikan oleh LKS. Bahasa yang digunakan pada LKS sebaiknya menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat berpikir dan kedewasaan siswa, menggunakan kalimat yang sederhana dan pendek, serta memiliki struktur

kalimat yang jelas yang dijelaskan oleh Depdiknas (2004).

Terdapat 4 aspek dalam angket respons siswa, yaitu keterbacaan, tampilan, penguasaan konsep, dan karakteristik LKS. Aspek pertama yaitu keterbacaan terbagi ke dalam 3 pernyataan yang mendapat persentase respons positif rata-rata sebesar 93,75% dengan interpretasi sangat efektif (Sugiyono, 2015). Persentase skor tertinggi yaitu 100% pada 2 aspek dan persentase skor terendah yaitu 81,25% yang didapatkan oleh pernyataan kemudahan bahasa pada LKS. Hal ini disebabkan oleh terdapat kalimat yang sulit dimengerti oleh siswa, yaitu pada langkah percobaan LKS 2. Struktur kalimat berbelit-belit dan kurang dapat mendeskripsikan setiap langkah dalam melakukan percobaan sehingga menjadikan siswa bingung. Akibatnya siswa sering bertanya kepada observer dan guru tentang langkah percobaan pada LKS 2. Observer menyarankan agar kata-kata pada langkah percobaan di dalam LKS 2 lebih disederhanakan kembali agar lebih mudah dipahami oleh siswa. Hasil respons siswa pada pernyataan kemudahan pemahaman bahasa pada LKS dan saran dari observer menjadi masukan untuk memperbaiki struktur kalimat pada langkah percobaan di dalam LKS 2 agar lebih mudah dipahami oleh siswa maupun pembaca lainnya.

Aspek kedua yaitu tampilan pada LKS. Terdapat 4 pernyataan dengan hasil respons yang beragam. Sebanyak 2 pernyataan mendapatkan persentase skor maksimal yaitu 100%, 1 pernyataan mendapatkan persentase skor 93,75%, dan 1 pernyataan lainnya mendapatkan persentase skor terendah yaitu sebesar 87,5% pada pernyataan kemenarikan perpaduan warna dan tulisan pada cover LKS. Persentase skor terendah pada aspek tampilan disebabkan oleh sebanyak 2 siswa berpendapat bahwa tulisan judul LKS terlalu kecil dan terdapat gambar makanan yang terlalu besar sehingga perlu diproporsionalkan agar tampilannya menjadi lebih baik. Menurut Depdiknas (2004) dijelaskan bahwa syarat teknis pada LKS yaitu penampilan gambar dan tulisan harus terkombinasi dengan baik agar tampilan keseluruhan LKS menjadi baik karena hal yang dilihat pertama kali oleh siswa bukan tulisan pada LKS melainkan penampilannya. Jika penampilan suatu LKS baik maka siswa menjadi lebih tertarik untuk mempelajari dan membaca LKS, serta lebih termotivasi untuk melakukan kegiatan sehingga menciptakan suasana belajar yang kondusif.

Pada aspek ketiga mengenai penguasaan konsep terdapat 4 pernyataan. Persentase skor

tertinggi didapatkan oleh 3 pernyataan dengan persentase sebesar 100% dan persentase skor terendah yaitu 87,5% didapatkan oleh pernyataan tentang pembentukan dan pembangunan pemahaman tentang materi melalui LKS. Hal ini disebabkan karena siswa belum terbiasa menggunakan LKS berbasis *discovery learning* di dalam pembelajaran. Guru biologi kelas XI SMA Negeri 1 Gedangan Sidoarjo pernah menerapkan model pembelajaran *discovery learning* di dalam pembelajaran namun belum pernah mengembangkan perangkat pembelajaran yang berbasis *discovery learning*.

Aspek keempat pada lembar angket respons siswa yaitu karakteristik LKS dengan 11 pernyataan. Semua pernyataan mendapatkan persentase skor maksimal yaitu 100%. Hal ini disebabkan karena di dalam LKS terdapat catatan terbimbing pada setiap langkah percobaan yang memandu dan membimbing siswa untuk melakukan setiap langkah percobaan. LKS berbasis *discovery learning* memadukan langkah-langkah metode ilmiah dengan langkah-langkah model *discovery learning* secara runtut dan terarah untuk dapat menemukan suatu konsep maupun prinsip penting suatu materi.

Berdasarkan data hasil respons siswa pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa perolehan persentase rata-rata sebesar 98,58% dengan interpretasi sangat efektif (Sugiyono, 2015) dan dapat LKS yang dikembangkan dinyatakan termasuk ke dalam kategori efektif (Sugiyono, 2015). Perolehan persentase rata-rata respons siswa tersebut sesuai dengan hasil observasi oleh observer terhadap aktivitas yang dilakukan selama pembelajaran dengan menerapkan LKS. Siswa yang memberikan respons senang dengan pembelajaran dengan menerapkan LKS berbasis *discovery learning* akan melakukan aktivitas dalam melakukan percobaan dengan baik.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang hasil belajar dan respons positif siswa terhadap LKS berbasis *discovery learning*, hasil belajar siswa termasuk dalam kategori sangat efektif, dan hasil respons siswa yang termasuk dalam kategori sangat efektif. Jadi dapat disimpulkan bahwa LKS termasuk efektif (Sugiyono, 2015).

SIMPULAN

LKS berbasis *discovery learning* pada materi sistem pencernaan dinyatakan efektif berdasarkan hasil belajar dan respons siswa. Persentase siswa yang tuntas adalah 88,69% dan termasuk kategori sangat efektif.

Persentase skor rata-rata respons positif siswa adalah 98,58% dan termasuk kategori sangat efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L.W, dan Krathwohl, D.R. (Eds). 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objective, A bridged edition*. New York: Longman.
- Ardiyanti, Devi Robelina, Budiono, Johannes Djoko, dan Isnawati. 2013. Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Berbasis Discovery Learning pada Sub Pokok Bahasan Struktur dan Fungsi Jaringan Organ Tumbuhan di Kelas XI SMA. *Jurnal BioEdu* 2(3). Unesa.
- Depdiknas. 2004. *Pedoman Umum Pengembangan Bahan Ajar Sekolah Menengah Atas*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Djamarah, Syaiful Bahri dan Zain, Aswan. 2010. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Kaymakci, S. 2012. *A Review of Studies on Worksheets in Turkey*. *Education Review*. US-China, Vol. 1.
- Kemendikbud. 2016. *Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Nieveen, N. 1999. Prototype to Reach Product Quality dalam Van den Akker, J., Branch, R.M., Gustafon, K., Nieveen, N., & Plomp, T. (pnyt.). *Design Approaches and Tools in Educational and Training*. Dordrech: Kluwer Academic Publisher.
- Silberman, Melvin L. 2014. *Active Learning: 101 Cara Belajar Siswa Aktif*. Bandung: Nuansa Cendekia.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suprihatin, Isnaeni, Wiwi, dan Christijanti, Wulan. 2014. Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa pada Materi Sistem Pencernaan dengan Penerapan Strategi Pembelajaran Discovery Learning. *Unnes Journal of Biology Education* 3(3) : 30-38. Universitas Negeri Semarang.
- Willis, J. 2007. The Neuroscience of Joyful Education. *Education Leadership*. No.2, Vol. 64.



Kajian tentang Pelaksanaan Pembelajaran Remedial di Sekolah dan Prinsip Program Remedial

Sunarmi

Biologi FMIPA, Universitas Negeri Malang

email: *sunarmi.fmipa@um.ac.id*

ABSTRAK

Pembelajaran Remedial adalah program pembelajaran yang diberikan kepada peserta didik yang belum mencapai kompetensi minimalnya dalam suatu kompetensi dasar tertentu. Tujuan penelitian ini adalah 1) mengetahui pelaksanaan pembelajaran Remedial di 20 SMA dan MAN yang berada di Jawa Timur, 1 SMA di Batam, 2 SMA di Kalimantan, serta 2 MAN di Babad, serta ISMAN di Kabupaten Teluk Bintuni Papua Barat, 2) mendeskripsikan prinsip-prinsip program Remedial yang diterapkan. Jenis penelitian adalah penelitian Deskriptif, Analisis data secara Deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran Remedial pada 20 sekolah yang diteliti antara guru satu dengan yang lain, cara melaksanakan kegiatan Remedial berbeda. Setelah dipresentase 61,5% melaksanakan program Remedial dengan cara mengerjakan soal yang sama dengan soal yang telah diujikan, 69,2% dengan cara mengerjakan soal yang berbeda, 7,7% dengan cara mengerjakan soal yang belum tuntas, dan 23% mengerjakan tugas tanpa ada tes ulang. Prinsip program Remedial yang bisa ditawarkan adalah Adaptif, Interaktif, Fleksibilitas, pemberian umpan balik, dan pelayanan sepanjang waktu. Berdasarkan pembahasan, disarankan bagi guru untuk melakukan pembelajaran Remedial dengan menghadirkan prinsip perbedaan individu meliputi keadaan awal, kecenderungan, kepribadian, bakat, potensi, minat, motivasi belajar, dan gaya belajar. Beberapa metode yang dapat digunakan dalam pembelajaran Remedial yaitu pembelajaran individual, pemberian tugas, diskusi, tanya jawab, kerja kelompok, dan tutor sebaya.

Kata kunci : Pelaksanaan Pembelajaran Remedial, Prinsip Program Remedial

PENDAHULUAN

Pembelajaran Remedial adalah program pembelajaran yang diberikan kepada peserta didik yang belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) pada Kompetensi Dasar (KD) dan Indikator tertentu. Pembelajaran Remedial bukan sekedar mengulang tes yang sudah dilakukan. Metode yang digunakan untuk Pembelajaran Remedial bervariasi sesuai dengan sifat, jenis, dan latar belakang kesulitan belajar yang dialami peserta didik. Tujuan pembelajaran yang dirumuskan dalam Pembelajaran Remedial sesuai dengan kesulitan yang dialami peserta didik.

Berdasarkan Permendikbud No 65 tentang Standart Proses, No 66 tahun 2013 tentang Standart penilaian, setiap pendidik hendaknya memperhatikan prinsip perbedaan individu pada peserta didik dalam hal ini adalah kemampuan awal, kepribadian, bakat, potensi, minat, motivasi belajar, dan gaya belajar. Pembelajaran Remedial dilakukan untuk memenuhi kebutuhan atau hak anak. Seharusnya dalam pelaksanaan Pembelajaran Remedial guru hendaknya membantu peserta didik untuk memahami kesulitan

belajar yang dihadapi, mengatasi kesulitan belajar yang mereka hadapi, mengatasi kesulitan peserta didik dengan memperbaiki cara belajar dan sikap belajar yang dapat mendorong tercapainya hasil belajar yang optimal.

Pembelajaran Remedial itu dilaksanakan ketika peserta didik mengalami kesulitan untuk menguasai indikator pada KD tertentu ketika pembelajaran sedang berlangsung. Sebaiknya guru melakukan Pembelajaran Remedial sesegera mungkin pada saat peserta didik mengalami kesulitan. Penerapan Pembelajaran Remedial dilakukan di luar jam efektif atau bila memungkinkan ketika proses pembelajaran sedang berlangsung.

Pada program Pembelajaran Remedial, media pembelajaran sangat penting oleh karena itu harus betul-betul dipersiapkan oleh guru untuk membantu siswa memahami konsep yang belum dipahami. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pelaksanaan Pembelajaran Remedial di sekolah.

METODE

Metode penelitian ini adalah penelitian Deskriptif Kuantitatif ditujukan untuk mendeskripsikan suatu keadaan atau fenomena apa adanya. Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara dan pemberian kuesioner kepada Mahasiswa peserta Mata Kuliah Asesmen dan Evaluasi Pendidikan IPA angkatan 2014 di Jurusan Biologi program studi Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang. Jumlah subjek yang diteliti 25 Mahasiswa yang berasal dari SMA negeri dan swasta, Madrasah Aliyah negeri, dan SMP negeri yang berada di Jawa Timur, Jawa Tengah, Kalimantan, Kepulauan Riau (Batam) dan Papua. Analisis data secara deskriptif.

Pentingnya penelitian ini bagi pengambil kebijakan adalah suatu evaluasi terhadap pelaksanaan Kurikulum 2013 sekolah terkait dengan pelaksanaan pembelajaran Remedial.

HASIL

Berdasarkan hasil wawancara dan pemberian kuesioner terhadap subjek penelitian pelaksanaan Pembelajaran Remedial dapat dikelompokkan menjadi 5, yaitu 1) dengan cara mengerjakan soal yang sama dengan soal yang telah dikerjakan sebelumnya dan dilakukan di sekolah, 2) dengan cara mengerjakan soal yang berbeda dengan soal yang telah di ujikan dengan tingkat kesukaran yang lebih kurang sama, dilakukan di sekolah, 3) dengan cara mengerjakan lagi soal yang dijawab salah dilakukan di sekolah, 4) dengan cara mengerjakan tugas di rumah tanpa ada tes ulang, 5) lain-lain. Secara lengkap hasil penelitian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pelaksanaan Pembelajaran Remedial

NO	Sekolah	Pelaksanaan Pembelajaran Remedial			
		Mengerjakan soal yang sama di sekolah	Mengerjakan soal yang berbeda di sekolah	Mengerjakan soal yang dijawab salah	Mengerjakan tugas tanpa dilakukan tes ulang
1.	SMAN 2 Babo Kab. Teluk Bintani Papua Barat				
2.	SMAN Probalingga		√		
3.	SMAN Bareng Jombang		√		
4.	SMAN Lawang Malang				√
5.	SMAN 1 Magetan				
6.	SMAN 1 Blitar	√		Tugas + √	
7.	SMAN 1 Gambiran Kediri	√	√		
8.	SMAN 1 Malang	√			
9.	SMAN 1 Sidoarjo	√	√		
10.	SMAN 1 Kedung Waru Tulungagung		√		√
11.	SMAN 1 Rejotangan	√			√
12.	SMPN 10 Malang		√		
13.	SMPN 1 Bandung Tulungagung	√			
14.	SMAN 1 Blitar	√	√		
15.	SMAN 8 Batam		√		
16.	SMAN 1 Lawang	√	√		
17.	SMAN 1 Pasuruan	√	√		
18.	SMAN 1 Sangatta Kalimantan	√	√		√
19.	SMAN 1 Ponorogo		√		
20.	SMA Islam Krian	√	√		
21.	MAN Bontang Kalimantan	√	√		
22.	MAN 3 Kediri	√	√	√	√
23.	MAN Babat	√	√		√
24.	MAN 3 Malang		√		
25.	SMAN 1 Durem Trenggalek	√	√		

NO	Sekolah	Pelaksanaan Pembelajaran Remedial			
		Mengerjakan soal yang sama di sekolah	Mengerjakan soal yang berbeda di sekolah	Mengerjakan soal yang dijawab salah	Mengerjakan tugas tanpa dilakukan tes ulang
26.	MAN Babat	√	√		
	Jumlah	16	18	2	6
	Presentase	61,5%	69,2%	7,7%	23%

Data tentang pelaksanaan Pembelajaran Remedial selain yang ada di Tabel 1 dijabarkan sebagai berikut.

- SMA 2 Babo Kabupaten Teluk Bintuni Papua Barat.
Guru bersama siswa membahas hal yang tidak bisa dijawab benar kemudian guru memberikan soal yang berbeda. Jika masih ada siswa yang belum lulus KKM siswa dibimbing di asrama guru.
- SMAN Bareng Jombang
Guru memberi lembar soal kepada siswa kemudian dikerjakan di rumah. Soal dibawa pulang tidak sama dengan soal yang dikerjakan di sekolah biasanya dalam bentuk soal uraian.
- SMAN 1 Lawang
Siswa diminta untuk membuat makalah secara ringkas kemudian dikumpulkan tanpa ada tes ulang atau tes remidi.
- MAN 3 Malang
Selain ujian ulang, ada juga yang mengerjakan tanpa merangkum tetapi tidak ada ujian lagi.
- SMAN 1 Rejotangan
Selain dengan mengulang tes dengan soal yang sama, kadang diminta untuk menghafalkan materi yang diajarkan dan diganti dengan mengerjakan tugas tanpa ada ujian ulang.
- SMAN Sangatta Kalimantan Utara
Selain ada yang mengulang tes dengan soal berbeda, juga ada yang mengerjakan tugas tanpa mengerjakan soal remidi.

PEMBAHASAN

Dalam rangka membantu peserta didik mencapai standar isi dalam standar kompetensi lulusan, pelaksanaan pembelajaran diupayakan agar interaktif antara guru dan siswa, antara siswa dan siswa, serta antara guru -siswa-orang tua, selain itu juga diupayakan agar pembelajaran inspiratif, mengembangkan, menantang, serta memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif. Seharusnya pembelajaran juga diupayakan memberi kesempatan yang cukup bagi peserta, kreativitas, dan kemandirian

sesuai bakat, minat, dan perkembangan fisik serta perkembangan psikologis peserta didik (Sudrajat, 2004). Pada kenyataannya tidak semua peserta didik mengalami ketuntasan belajar artinya mereka mengalami masalah dalam belajar. Kecerdasan belajar harus mewedahi perbedaan individu peserta didik, karena anggapan yang digunakan dalam belajar tuntas adalah peserta didik dapat belajar apapun, hanya membutuhkan waktu yang berbeda (Kemendikbud, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian di 20 sekolah yang diteliti antara guru satu dengan yang lain cara melaksanakan kegiatan Remedial berbeda. Setelah dipresentase 61,5% melaksanakan program Remedial dengan cara mengerjakan soal yang sama dengan soal yang telah diujikan, 69,2% dengan cara mengerjakan soal yang berbeda, 7,7% dengan cara mengerjakan soal yang belum tuntas, dan 23% mengerjakan tugas tanpa ada tes ulang.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dijelaskan bahwa pelaksanaan program Remedial di 20 sekolah belum sesuai dengan ketentuan yang sudah ditetapkan sesuai panduan Teknik Pembelajaran Remedial dan Pengayaan di Sekolah yaitu Remedial bukan mengulang tes dengan materi yang sama, tetapi guru memberikan perbaikan pembelajaran pada KD yang belum dikuasai oleh peserta didik melalui upaya tertentu. Setelah perbaikan pembelajaran dilakukan, guru melakukan tes untuk mengetahui apakah peserta didik telah memenuhi kompetensi minimal dari KD yang diremedialkan.

Hanya di satu SMA pelaksanaan pembelajaran remedial dilakukan dengan cara guru membahas hal yang tidak bisa dijawab benar kemudian guru memberi soal yang berbeda. Satu SMA yang meminta merangkum materi yang mereka belum tuntas tetapi tidak diadakan tes ulang. Hal ini belum sesuai dengan petunjuk teknis pembelajaran Remedial.

Beberapa metode pembelajaran yang dapat digunakan dalam pelaksanaan pembelajaran Remedial yaitu pembelajaran individual, pemberian tugas,

diskusi, tanya jawab, kerja kelompok, dan tentor sebaya. Aktivitas guru dalam pembelajaran Remedial antara lain : memberikan penjelasan atau contoh menggunakan strategi yang berbeda dengan sebelumnya, mengkaji ulang pembelajaran yang lalu menggunakan media yang sesuai.

Setelah peserta didik mendapatkan perbaikan pembelajaran, mereka perlu menempuh penilaian untuk mengetahui apakah peserta didik sudah menguasai kompetensi yang diharapkan.

Pembelajaran Remedial digunakan bagi siswa yang mengalami kesulitan belajar (Subrata dan Zayanah, 1992) berikut adalah prinsip pembelajaran Remedial (Anonim, 2014).

1. Adaptif, pembelajaran Remedial hendaknya memungkinkan peserta didik untuk belajar sesuai daya tangkap, kesempatan, dan gaya belajar masing-masing. Oleh karena itu pelaksanaan pembelajaran Remedial bisa dilakukan secara kelompok sesuai kemampuan peserta didik dan gaya belajar peserta didik.
2. Interaktif, pembelajaran Remedial hendaknya melibatkan keaktifan guru secara intensif berinteraksi dengan peserta didik dan selalu memonitor dan pengawasan agar mengetahui kemajuan belajar peserta didik. Sebaiknya pelaksanaan pembelajaran dilakukan diluar jam pembelajaran supaya guru bisa berkomunikasi secara efektif dengan peserta didik.
3. Fleksibilitas, metode pembelajaran yang diterapkan dan penilaian pembelajaran Remedial perlu menggunakan berbagai metode pembelajaran sesuai dengan karakteristik peserta didik dan kompetensi yang belum dikuasai.
4. Pemberian umpan balik sesegera mungkin. Umpan balik berupa informasi yang diberikan kepada peserta didik mengenai kemajuan belajarnya perlu diberikan sesegera mungkin agar dapat menghindari kesalahan belajar yang terus menerus.

Pelayanan sepanjang waktu. Pembelajaran Remedial harus berkesinambungan dan programnya

selalu tersedia agar setiap saat peserta didik dapat mengakses sesuai dengan kesempatan masing-masing.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan pembelajaran Remedial pada 20 sekolah yang diteliti antara guru satu dengan yang lain, cara melaksanakan kegiatan Remedial berbeda. Setelah dipresentase 61,5% melaksanakan program Remedial dengan cara mengerjakan soal yang sama dengan soal yang telah diujikan, 69,2% dengan cara mengerjakan soal yang berbeda, 7,7% dengan cara mengerjakan soal yang belum tuntas, dan 23% mengerjakan tugas tanpa ada tes ulang. Prinsip program Remedial yang bisa ditawarkan adalah Adaptif, Interaktif, Fleksibilitas, pemberian umpan balik, dan pelayanan sepanjang waktu.

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disaran bagi guru agar melaksanakan program pembelajaran Remedial sesuai K13 yaitu dengan memperbaiki pembelajaran terlebih dahulu kemudian diadakan ujian ulang untuk mengetahui kemajuan belajar dan ketuntasan minimal yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2014. Prinsip-prinsip pembelajaran <http://www.membumikan>
- Marika Subrata dan Muh Zayanah. 1992. *Remedial Teaching*. Surakarta : Bumi Aksara.
- Panduan Teknik Pembelajaran Remedial dan Pengayaan di Sekolah Dasar. Kementrian Pembinaan Sekolah Dasar tahun 2013. Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Dasar Direktorat pendidikan.com/2014/10/pengertian dan prinsip pembelajaran. Html?m=1 diakses 28 Januari 2017.
- Sudrajat, Akhmad. Tanpa Tahun. *Pembelajaran Remedial*. (Online) [https:// Achmad Sudrajat.wordpress.com](https://AchmadSudrajat.wordpress.com)

Efektivitas Media Video Terintegrasi *Mnemonic Rhymes and Songs* pada Materi Sistem Gerak Manusia Kelas XI SMA

Umi Choirun Nisak¹, Muslimin Ibrahim², Nur Kuswanti³

^{1,2,3}Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Gedung C3 Lantai 2 Jalan Ketintang, Surabaya 60231

¹email: choirunnisakumi@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan efektivitas media video terintegrasi *mnemonic rhymes and songs* pada materi sistem gerak manusia kelas XI SMA berdasarkan hasil belajar dan respon siswa. Penelitian ini merupakan pre eksperimen dengan menggunakan rancangan uji coba terbatas *one-group pretest-posttest design*. Subyek penelitian ini adalah 15 siswa kelas X IPA 2 (kelas eksperimen) dan 15 siswa kelas X IPA 1 (kelas pembanding). Metode yang digunakan berupa *pretest*, *posttest*, dan angket respon siswa. Hasil belajar siswa ditinjau dari hasil *posttest* berdasarkan Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) dan ketuntasan indikator. Hasil respon siswa diperoleh berdasarkan angket respon siswa menggunakan skala **Guttman dengan skor 1 untuk jawaban "ya", dan skor 0 untuk jawaban "tidak"**. **Ketuntasan hasil belajar siswa secara klasikal sebesar 100% dengan persentase rata-rata posttest kelas eksperimen sebesar 83,93 dan kelas pembanding sebesar 82,33.** Hasil respon siswa terhadap media video memberikan tanggapan positif sebesar 100%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa media video terintegrasi *mnemonic rhymes and songs* pada materi sistem gerak manusia kelas XI SMA sangat efektif digunakan dalam pembelajaran.

Kata Kunci: Media video; *mnemonic rhymes and songs*; sistem gerak manusia; hasil belajar; respon siswa

PENDAHULUAN

Kegiatan belajar mengajar adalah kegiatan utama yang harus dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa berhasil tidaknya tujuan pendidikan bergantung pada proses pembelajaran. Menurut Peraturan Pemerintah No. 19 Tahun 2005, proses pembelajaran yang diharapkan yakni proses pembelajaran yang interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Hal ini mengindikasikan bahwa untuk menciptakan suasana yang menyenangkan, guru harus mampu memberikan proses pembelajaran yang menarik agar siswa termotivasi untuk belajar.

Biologi adalah bagian dari ilmu sains yang mempelajari tentang kehidupan. Salah satu materi biologi adalah sistem gerak manusia. Sistem gerak manusia merupakan materi yang dianggap penting untuk dipelajari, karena berhubungan dengan alat gerak yang membuat manusia dapat berpindah tempat. Selain itu terdapat berbagai macam rangka

menggunakan bahasa latin yang perlu untuk diingat. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru Biologi di salah satu SMA Negeri di Sidoarjo, mata pelajaran Biologi memiliki konsep-konsep materi yang dianggap rumit oleh peserta didik karena terdapat tulisan-tulisan dan nama-nama ilmiah yang terlalu banyak, salah satunya adalah beberapa materi pada sistem gerak manusia seperti jaringan penyusun tulang, macam-macam sendi, serta pembagian tulang berdasarkan bentuk, matriks, dan letaknya. Materi yang bersifat kompleks ini membuat siswa tidak dapat mengingat dengan baik dan kurang mampu memahami konsep jika tidak disertai strategi belajar yang tepat.

Menurut Lubis dan Simatupang (2014), seringkali ditemukan berbagai masalah dalam proses pembelajaran, seperti rendahnya daya ingat siswa dalam memahami materi pelajaran. Rendahnya daya ingat siswa dapat mengakibatkan rendahnya kualitas hasil pendidikan. Hal ini terlihat dari hasil belajar siswa yang masih berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM).

Dari permasalahan tersebut, guru harus menyiapkan strategi mengajar yang menarik agar tercipta pembelajaran yang menyenangkan.

Pembelajaran yang menyenangkan membantu siswa dalam menangkap materi yang dijelaskan guru sehingga mempercepat ingatan. Menurut Semiun (2006), ingatan merupakan suatu proses mental yang berkaitan dengan penerimaan, penyimpanan, dan pemunculan kembali sebuah informasi yang pernah diterima oleh seseorang. Dalam mengingat sesuatu, semua siswa ingin memiliki ingatan yang baik dan dapat bertahan lama. Namun, banyak siswa yang mudah lupa dan tidak semua siswa memiliki kemampuan mengingat yang baik, hal ini dipengaruhi oleh keadaan fisik siswa yang lemah dan cara belajar siswa yang kurang efektif. Menurut Nur dkk. (1999), lupa disebabkan karena informasi yang ada dalam memori jangka pendek tidak ditransfer ke dalam memori jangka panjang. Lupa juga dikarenakan hilangnya kemampuan seseorang untuk mengingat suatu informasi yang ada di dalam memori jangka panjang. Faktor penyebab seseorang menjadi lupa adalah terjadinya interferensi. Interferensi terjadi apabila dalam mengingat kembali informasi terhalang oleh informasi lain yang ada dalam memori. Untuk membantu siswa mengingat fakta-fakta dan informasi yang diperoleh, lupa dapat diatasi dengan mengajarkan siswa dengan menggunakan strategi mengingat yang disebut *mnemonic*.

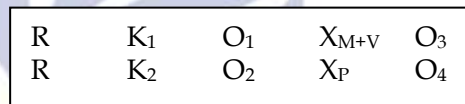
Menurut Fathima *et al.* (2012), *mnemonic* merupakan teknik yang dapat membantu siswa memperkuat kemampuan mental. Dengan teknik *mnemonic*, siswa dapat mengambil informasi ke memori jangka panjang dan dapat mengingatnya ketika dibutuhkan. Teknik ini juga dapat meningkatkan pemahaman siswa dengan berlatih secara terus menerus. Menurut Nidhi (2016), *mnemonic* dapat menerjemahkan informasi yang ada di dalam otak menjadi bentuk yang lebih baik dari aslinya. Teknik ini dapat mengubah materi yang sulit diingat menjadi sesuatu yang lebih berkesan. Salah satu teknik *mnemonic* yang dapat menyelesaikan problem ingatan adalah *mnemonic rhymes and songs*. Teknik atau strategi pembelajaran *mnemonic rhymes and songs* adalah strategi pembelajaran dengan menghafal lirik lagu. Strategi ini merupakan strategi yang menyenangkan karena guru atau pendidik mengemas materi pembelajaran dalam bentuk lagu, sehingga siswa lebih mudah memahami dan dapat melatih daya ingat yang berpengaruh terhadap hasil belajar. Agar tercipta pembelajaran yang menarik, strategi pembelajaran *mnemonic rhymes and songs* disampaikan melalui media pembelajaran. Media yang

tepat digunakan untuk menggabungkan strategi *mnemonic rhymes and songs* adalah media video.

Berdasarkan uraian dari latar belakang tersebut terlihat bahwa media video terintegrasi *mnemonic rhymes and songs* sangat diperlukan dalam kegiatan pembelajaran khususnya pada materi sistem gerak manusia. Agar dapat digunakan dalam pembelajaran, media video harus efektif. Efektivitas media video ditentukan dari hasil belajar dan respon siswa. Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian guna mendeskripsikan efektivitas media video terintegrasi *mnemonic rhymes and songs* pada materi sistem gerak manusia kelas XI SMA.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan pre eksperimen dengan rancangan uji coba terbatas *one-group pretest-posttest design*, yaitu pemberian *pretest* sebelum diberikan perlakuan, sehingga hasil penelitian lebih akurat karena membandingkan keadaan sebelum dan sesudah diberi perlakuan (Sugiyono, 2009). Pola desain seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. *One-Group Pretest-Posttest Design*

Keterangan:

- R : random assignment
- K₁ : kelompok eksperimen
- K₂ : kelompok pembanding
- O₁ : tes awal pada kelas eksperimen (pretest)
- O₂ : tes awal pada kelas pembanding (pretest)
- X_{M+V} : perlakuan dengan *mnemonic* dan video
- X_P : perlakuan dengan media power point
- O₃ : tes akhir pada kelas eksperimen (posttest)
- O₄ : tes akhir pada kelas pembanding (posttest)

Uji coba dilakukan pada 30 siswa kelas X program IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) di SMA Negeri 1 Wonoayu Sidoarjo. Siswa dipilih secara acak dengan 15 siswa kelas eksperimen dan 15 siswa kelas pembanding. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar tes dan lembar angket respon siswa. Lembar tes pada penelitian ini berupa soal uraian yang diberikan sebelum pembelajaran (*pretest*) dan sesudah pembelajaran (*posttest*). Lembar tes digunakan untuk mengetahui

ketuntasan hasil belajar setelah menggunakan media pembelajaran. Hasil belajar dikatakan tuntas jika sesuai atau lebih besar dari Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang telah ditetapkan oleh sekolah. Data yang didapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Ketuntasan belajar} = \frac{\text{jumlah siswa yang tuntas}}{\text{jumlah seluruh siswa}} \times 100\%$$

Analisis hasil belajar siswa (*posttest*) juga dilakukan dengan memperhatikan ketuntasan indikator pembelajaran yang dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Ketuntasan Indikator} = \frac{\sum \text{skor siswa per indikator}}{\sum \text{skor maksimal tiap indikator}} \times 100\%$$

Media video dikatakan sangat efektif apabila persentase skor sebesar 86-100%. Sementara respon siswa didapat dari hasil angket yang disebarkan kepada siswa setelah selesai melakukan pembelajaran. Siswa diberi waktu yang cukup untuk mengisi angket di dalam kelas. Kemudian angket dikumpulkan dan dihitung respon siswa terhadap media video

terintegrasi *mnemonic rhymes and songs*. Analisis respon siswa menggunakan skala Guttman dengan skor 1 untuk jawaban "Ya", dan skor 0 untuk jawaban "Tidak". Persentase hasil respon siswa dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Persentase respon siswa} = \frac{\text{jumlah siswa yang merespon baik}}{\text{jumlah seluruh siswa}} \times 100\%$$

Respon siswa dikategorikan sangat baik jika persentase skor sebesar 86-100%.

HASIL

Sebelum dilakukan kegiatan pembelajaran, kelima belas siswa pada kelas eksperimen dan kelas pembandingan melakukan *pretest* terlebih dahulu untuk mengukur pengetahuan awal yang dimiliki siswa. Berikut adalah hasil *pretest* siswa yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil *pretest* siswa pada kelas eksperimen dan kelas pembandingan

No	Siswa	Nilai Kelas Eksperimen	Ketuntasan	Nilai Kelas Pembandingan	Ketuntasan
1	Siswa 1	49	Tidak Tuntas	41	Tidak Tuntas
2	Siswa 2	79	Tuntas	39	Tidak Tuntas
3	Siswa 3	51	Tidak Tuntas	42	Tidak Tuntas
4	Siswa 4	39	Tidak Tuntas	26	Tidak Tuntas
5	Siswa 5	45	Tidak Tuntas	20	Tidak Tuntas
6	Siswa 6	34	Tidak Tuntas	49	Tidak Tuntas
7	Siswa 7	68	Tidak Tuntas	50	Tidak Tuntas
8	Siswa 8	61	Tidak Tuntas	51	Tidak Tuntas
9	Siswa 9	45	Tidak Tuntas	32	Tidak Tuntas
10	Siswa 10	36	Tidak Tuntas	21	Tidak Tuntas
11	Siswa 11	42	Tidak Tuntas	45	Tidak Tuntas
12	Siswa 12	58	Tidak Tuntas	61	Tidak Tuntas
13	Siswa 13	41	Tidak Tuntas	76	Tuntas
14	Siswa 14	49	Tidak Tuntas	41	Tidak Tuntas
15	Siswa 15	33	Tidak Tuntas	37	Tidak Tuntas
	Rata-rata	48,67	Tidak Tuntas	42,1	Tidak Tuntas

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa hasil *pretest* kelas eksperimen dan kelas pembandingan terdapat 93,33% tidak tuntas dengan nilai KKM sekolah sebesar 75. Hanya 1 siswa yang tuntas dengan nilai >75.

Setelah pemberian *pretest*, dilakukan kegiatan pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas pembandingan. Setelah kegiatan pembelajaran berakhir, siswa diberi *posttest* untuk mengetahui hasil belajar siswa setelah menggunakan media video untuk kelas eksperimen, dan menggunakan media *slide power point*

untuk kelas pembanding. Data hasil belajar (*posttest*) (*posttest*) siswa dan Tabel 3 mengenai ketuntasan disajikan pada Tabel 2 mengenai nilai hasil belajar indikator.

Tabel 2. Hasil belajar (*posttest*) siswa pada kelas eksperimen dan kelas pembanding

No	Siswa	Nilai Kelas Eksperimen	Ketuntasan	Nilai Kelas Pembanding	Ketuntasan
1	Siswa 1	78	Tuntas	80	Tuntas
2	Siswa 2	95	Tuntas	85	Tuntas
3	Siswa 3	83	Tuntas	85	Tuntas
4	Siswa 4	80	Tuntas	78	Tuntas
5	Siswa 5	78	Tuntas	78	Tuntas
6	Siswa 6	88	Tuntas	78	Tuntas
7	Siswa 7	90	Tuntas	83	Tuntas
8	Siswa 8	85	Tuntas	90	Tuntas
9	Siswa 9	83	Tuntas	78	Tuntas
10	Siswa 10	80	Tuntas	78	Tuntas
11	Siswa 11	88	Tuntas	83	Tuntas
12	Siswa 12	90	Tuntas	88	Tuntas
13	Siswa 13	83	Tuntas	90	Tuntas
14	Siswa 14	80	Tuntas	83	Tuntas
15	Siswa 15	78	Tuntas	78	Tuntas
	Rata-rata	83,93	Tuntas	82,33	Tuntas

Berdasarkan Tabel 2. diketahui bahwa hasil belajar siswa (*posttest*) kelas eksperimen dan kelas pembanding berkategori tuntas dengan persentase 100% dengan nilai KKM

sebesar 75. Berdasarkan hasil tes yang dilakukan, diperoleh juga data ketuntasan indikator yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ketuntasan indikator pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas pembanding

No.	Indikator	Ketuntasan Eksperimen (%)	Ket.	Ketuntasan Pembanding (%)	Ket.
1.	Menjelaskan fungsi rangka manusia	96,7	Tuntas	90	Tuntas
2.	Menjelaskan macam-macam rangka manusia	100	Tuntas	100	Tuntas
3.	Menjelaskan tulang-tulang penyusun rangka manusia disertai dengan jumlahnya	56,3	Tidak Tuntas	71,9	Tidak Tuntas
4.	Menjelaskan jenis-jenis tulang berdasarkan bentuk dan penyusunnya	100	Tuntas	100	Tuntas
5.	Menjelaskan macam-macam persendian	100	Tuntas	87,8	Tuntas
6.	Mengidentifikasi bentuk tulang pada persendian dengan pergerakan sendi	51,7	Tidak Tuntas	35	Tidak Tuntas
7.	Mengaitkan hubungan bentuk tulang dengan fungsi rangka	84,4	Tuntas	77,8	Tuntas

Berdasarkan Tabel 3. mengenai ketuntasan indikator pembelajaran, terlihat bahwa 5 dari 7 indikator dikategorikan tuntas dan 2 indikator dikategorikan tidak tuntas.

Untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap media video terintegrasi *mnemonic rhymes and songs*, digunakan lembar instrumen angket respon siswa. Berikut adalah hasil respon siswa terhadap media video (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil respon siswa

No	Pertanyaan	Respon positif(%)
1	Video pembelajaran sistem gerak manusia menarik dan memotivasi.	100
2	Penggunaan bahasa dalam video pembelajaran sistem gerak manusia mudah dipahami.	100
3	Gambar dalam video pembelajaran sistem gerak manusia jelas dan mudah dimengerti.	100
4	Gambar dalam video pembelajaran sistem gerak manusia sesuai dengan penjelasan materi.	100
5	Jenis penulisan (<i>font</i>) pada video pembelajaran sistem gerak manusia jelas dan mudah dibaca.	100
6	Lagu atau musik dalam video pembelajaran sistem gerak manusia enak didengar.	100
7	Suara dalam video pembelajaran sistem gerak manusia jelas didengar.	100
8	Video pembelajaran sistem gerak manusia membantu memahami konsep.	100
Persentase rata-rata (%)		100

Berdasarkan Tabel 4. terlihat bahwa 8 pertanyaan memperoleh respon positif siswa sebesar 100% dengan kategori sangat baik.

PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1, hasil *pretest* siswa pada kelas eksperimen dan kelas pembanding memiliki kemampuan awal yang sama dengan persentase 93,33% tidak tuntas. Penguasaan konsep siswa di kedua kelas sangat rendah dikarenakan siswa belum mendapatkan materi sistem gerak manusia. Namun, setelah mendapatkan materi tersebut, penguasaan konsep siswa menjadi lebih baik. Berdasarkan hasil belajar (*posttest*) pada Tabel 2, diperoleh persentase ketuntasan secara keseluruhan pada kelas eksperimen sebesar 100% yang menunjukkan bahwa media video terintegrasi *mnemonic rhymes and songs* sangat efektif digunakan dalam pembelajaran, hal ini dikarenakan hasil belajar siswa meningkat dari tes sebelumnya (*pretest*) dan nilai *posttest* siswa di atas KKM yang sudah ditentukan oleh sekolah, yaitu >75.

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa rata-rata hasil belajar siswa kelas eksperimen sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas pembanding, dengan perbedaan rata-rata skor 1,6. Penyebab perbedaan tersebut adalah terdapat perbedaan perlakuan pada masing-masing kelas, yakni kelas eksperimen menggunakan media video, sedangkan kelas pembanding menggunakan media slide *powerpoint*. Media video sedikit lebih unggul dibandingkan *slide powerpoint* dikarenakan

video memiliki karakteristik yang dapat menampilkan konsep-konsep abstrak menjadi lebih konkrit sehingga konsep-konsep abstrak yang sulit dibayangkan mudah dipahami oleh siswa (Betrancourt dan Tversky, 2000). Pada penelitian ini, media *slide powerpoint* hanya menyajikan materi dalam bentuk tulisan dan gambar, sementara media video terintegrasi *mnemonic rhymes and songs* memuat gambar sekaligus penjelasan materi yang dikemas dalam bentuk lagu, sehingga siswa termotivasi untuk belajar. Selain itu, tayangan video juga dapat mengendalikan penayangan seperti mempercepat, memperlambat, menghentikan tayangan, atau mengulang-ulang tayangan yang dianggap perlu (Arsyad, 2005). Hasil penelitian Kristanto (2010) menunjukkan bahwa penggunaan video pembelajaran mampu meningkatkan pemahaman materi dan sudah memenuhi kategori sangat baik digunakan dalam pembelajaran. Menurut Slameto (2003), terdapat faktor internal dan faktor eksternal yang mempengaruhi hasil belajar. Faktor eksternal yang berpengaruh adalah a) faktor keluarga, b) faktor sekolah meliputi kurikulum, pendekatan dan metode mengajar, relasi guru dengan siswa, antar siswa, sarana dan prasarana, disiplin sekolah, waktu sekolah, dan tugas rumah, dan c) faktor masyarakat.

Berdasarkan data ketuntasan indikator pada Tabel 3, terlihat bahwa terdapat 2 indikator yang tidak tuntas, yaitu menjelaskan tulang-tulang penyusun rangka manusia disertai dengan jumlahnya, dan mengidentifikasi bentuk tulang pada persendian

dengan pergerakan sendi. Kedua indikator tersebut dikategorikan tidak tuntas pada kelas eksperimen dan kelas pembandingan. Menurut penelitian Nuriyanti (2013), tulang-tulang penyusun sistem gerak serta bentuk yang terkait dengan fungsinya, cukup banyak menuntut siswa menghafal dan sulit memahami esensi materi jika hanya melihat sekilas. Materi yang telah diajarkan ada yang masuk ke dalam memori dengan sempurna dan ada yang hanya tinggal sejenak di dalam memori. Menurut Ghufron dan Risnawita (2012), kemampuan memori yang baik dapat diperoleh jika individu sadar memasukkan makna dan asosiasi dari informasi yang diterima. Agar informasi lebih tahan lama pada memori, siswa harus menyesuaikan gaya belajarnya dengan kemampuan otak. Pengulangan kembali apa yang telah dipelajari juga dapat membantu siswa memahami suatu materi pelajaran. Siswa tidak tuntas dalam menjelaskan tulang-tulang penyusun rangka manusia dan tidak dapat mengidentifikasi dengan baik bentuk tulang dengan persendian dapat dikarenakan informasi yang masuk ke dalam memori tidak sempurna. Ketidakefektifan tersebut dikarenakan kapasitas otak untuk menyimpan informasi dalam memori atau ingatan terbatas, sehingga informasi yang telah terdengar setengah jam yang lalu tidak bisa terulang kembali. Hal ini juga berkaitan dengan kemampuan siswa dalam mengingat materi. Apabila siswa tidak menyimpan informasi karena materi dianggap terlalu susah, maka informasi tersebut tidak akan berguna dan hilang. Indikator tuntas dikarenakan materi dalam indikator pada media video disampaikan secara lengkap dan mencakup isi materi yang tidak terlalu banyak, sehingga memudahkan siswa dalam mengingat. Selain itu media video *mnemonic rhymes and songs* yang dikembangkan memiliki keunggulan yakni materi sistem gerak manusia disampaikan dengan gambar dan penjelasan yang dimuat dalam bentuk nyanyian, dan terdapat lirik serta musik yang mengiringi, sehingga siswa sangat senang dan tertarik untuk belajar. Sementara ketidaktuntasan indikator karena media video memiliki kekurangan pada karakteristik media, yaitu nada lagu dan penayangan gambar terlalu cepat serta waktu dalam melakukan penelitian terbatas, sehingga siswa kurang memahami materi yang disampaikan melalui video jika tidak diulang beberapa kali.

Berdasarkan hasil respon siswa terhadap media video terintegrasi *mnemonic rhymes and songs* pada Tabel 4, diperoleh persentase rata-rata sebesar 100% yang artinya respon siswa sangat baik terhadap media

video. Siswa juga berkomentar bahwa mereka sangat senang dengan pembelajaran menggunakan media video karena materi sistem gerak manusia dapat tersampaikan dengan baik dan lebih mudah dipahami. Menurut Hobri (2010), efektivitas dapat dilihat berdasarkan minat siswa. Apabila siswa tidak minat dalam mempelajari sesuatu, maka akan memperoleh hasil belajar yang buruk. Sebaliknya, apabila siswa minat terhadap sesuatu, maka dapat memperoleh hasil belajar yang lebih baik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa media video terintegrasi *mnemonic rhymes and songs* sangat efektif digunakan dalam pembelajaran. Hal tersebut dibuktikan berdasarkan ketuntasan hasil belajar secara klasikal sebesar 100% dengan persentase rata-rata *posttest* kelas eksperimen sebesar 83,93 dan kelas pembandingan sebesar 82,33, dan respon positif siswa sebesar 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- , 2005. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan*.
- Arsyad. 2005. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Press Indonesia.
- Bétrancourt, M and Barbara Tversky. 2000, "Effect of Computer Animation on Users' Performance: A Review," *Le Travail Humain*, 63, 311–329.
- Fathima, M. P., Sasikumar, N., and Roja, M. P. 2012. "Memory and Learning - a Study from Neurological Perspective". *Journal on Educational Psychology*. Vol.5, No.4, Hal. 9-14.
- Ghufron, Nur dan Risnawita, Rini. 2012. *Gaya Belajar, Kajian Teoretik*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Hobri. 2010. *Metodologi Penelitian Pengembangan (Aplikasi pada Penelitian Pendidikan Matematika)*. Jember: Pena Salsabila
- Kristanto, A. 2010. Pengembangan Model Media Video Pembelajaran Mata Kuliah Pengembangan Media Video/TV Program Studi Teknologi Pendidikan Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Surabaya. *Jurnal Teknologi pendidikan*. Vol. 11, Hal. 12-22.
- Lubis, Nur F dan Simatupang, Zulkifli. 2014. "Peningkatan Daya Retensi Siswa terhadap

Konsep-Konsep Biologi Melalui Pemanfaatan Media Adobe Flash Pada Model Pembelajaran **Langsung**". *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*.

Nidhi, Suman. 2016. "Use of Mnemonics for Teaching Mathematics at the Primary Level". *The International Journal of Indian Psychology*. Vol.3, Issue 2, No.7, Hal. 51-57.

Nur, Muhammad., Wikandari, Prima R., dan Sugiarto, Bambang. 1999. *Teori Pembelajaran Kognitif*. Surabaya: University Press.

Nuriyanti, Desinta D. 2013. *Pengembangan E-Learning Berbasis Moodle sebagai Media Pembelajaran Sistem Gerak di SMA*. Skripsi UNS: tidak diterbitkan.

Semiun, Yustinus. 2006. *Kesehatan Mental 3*. Yogyakarta: Kanisius.

Slameto. 2003. *Belajar dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.

Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung: Alfabeta



Analisis Pengetahuan Siswa tentang Daya Antibakteri Tanaman Berkhasiat Obat

Ary Maf'ula¹, Utami Sri Hastuti², Fatchur Rohman³

^{1,2,3}Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No.05, Sumbersari, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65145

¹email: Arymafula18@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengetahuan siswa tentang daya antibakteri tanaman berkhasiat obat. Jenis penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif. Data diperoleh dari penyebaran angket yang dibagikan pada 90 siswa SMKN 07 Malang dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan siswa yang mengetahui tentang definisi daya antibakteri sebesar 10%, siswa yang mengetahui tentang senyawa aktif dalam tanaman berkhasiat obat sebesar 0%, siswa yang memahami metode uji daya antibakteri tanaman berkhasiat obat sebesar 0%, siswa yang memahami prosedur pengujian daya antibakteri pada tanaman berkhasiat obat sebesar 4,44%, tanaman berkhasiat obat yang diketahui siswa antara lain sirih, jambu, kunyit, dan jeruk nipis, bagian-bagian tanaman berkhasiat obat yang diketahui siswa antara lain daun, buah, biji, dan bunga. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan siswa tentang daya antibakteri tanaman berkhasiat obat sangat rendah sehingga perlu adanya media yang dapat membantu siswa memahami tentang daya antibakteri tanaman berkhasiat obat.

Kata Kunci: Daya Antibakteri Tanaman Berkhasiat Obat, Pengetahuan Siswa

PENDAHULUAN

Kegiatan pembelajaran di Indonesia cenderung dilakukan melalui ceramah dan sumber belajar yang digunakan belum bervariasi. Kecenderungan ini juga terjadi pada pelaksanaan pembelajaran Mikrobiologi di SMK. Penelitian Hartini dan Situmorang (2014) menunjukkan pembelajaran Mikrobiologi di SMK Negeri 3 Medan menggunakan metode konvensional dan buku teks sebagai sumber belajar. Hidayati (2016) menyatakan pembelajaran Mikrobiologi menggunakan media berupa buku, dan modul. Adapun penelitian Hardiani (2016) menunjukkan pembelajaran Mikrobiologi di SMKN 1 Kuningan masih menggunakan ceramah, dan tidak ada media pembelajaran yang digunakan.

Hasil observasi yang dilakukan peneliti di SMK Negeri 07 Malang jurusan kimia analisis menunjukkan bahwa pembelajaran Mikrobiologi dilakukan melalui ceramah dan praktikum dan tidak ada media pembelajaran yang digunakan. Pembelajaran yang dilakukan melalui ceramah dan tidak adanya media pembelajaran mengakibatkan pemahaman siswa terhadap materi Mikrobiologi tidak optimal (Sanjaya, 2009; Djamarah & Zain, 2010). Berdasarkan wawancara dengan guru Mikrobiologi di SMK Negeri 07 Malang menunjukkan bahwa pemahaman siswa tidak optimal

pada materi daya antibakteri tanaman berkhasiat obat. Nilai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yaitu 70. **Persentase siswa yang memperoleh nilai ≤ 70 yaitu sebesar 53,12 %, dan persentase yang memperoleh nilai antara 71-100 sebesar 46,87%.** Nilai tersebut menunjukkan bahwa masih banyak siswa yang belum memahami materi tentang daya antibakteri tanaman berkhasiat obat.

Materi tentang daya antibakteri tanaman berkhasiat obat perlu dipahami oleh siswa. Saat ini banyak jenis tanaman yang masih belum teridentifikasi sebagai tanaman yang berpotensi sebagai tanaman berkhasiat obat sehingga perlu adanya eksplorasi. Pengetahuan siswa tentang daya antibakteri tanaman berkhasiat obat dapat mengoptimalkan eksplorasi dan pemanfaatan tanaman berkhasiat obat. Eksplorasi tanaman berkhasiat obat semakin pesat perkembangannya yang mengarah kembali ke alam (Widyaningrum, 2011). Eksplorasi tanaman obat dilakukan untuk mengurangi penggunaan obat kimia yang memiliki efek samping dan menimbulkan resistensi terhadap beberapa spesies bakteri penyebab penyakit (Maheswari, 2002). Berdasarkan uraian diatas, tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan pengetahuan siswa tentang daya antibakteri tanaman berkhasiat obat.

METODE

Penelitian ini dilakukan di SMK Negeri 07 Malang pada November 2016. Jenis penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif. Responden pada penelitian ini yaitu seluruh siswa SMK yang telah memperoleh matapelajaran Mikrobiologi di SMK Negeri 07 Malang. Jumlah responden yaitu 90 siswa yang berasal kelas Kimia Analis I berjumlah 28, Kimia Analis II berjumlah 30 siswa, dan kelas kimia analis III berjumlah 32 siswa. Teknik pengumpulan data menggunakan angket berisi 10 pertanyaan esai dan wawancara terhadap responden. Data hasil wawancara dianalisis secara kualitatif dan data hasil angket dianalisis secara deskriptif kuantitatif yang dihitung dengan rumus sebagai berikut.

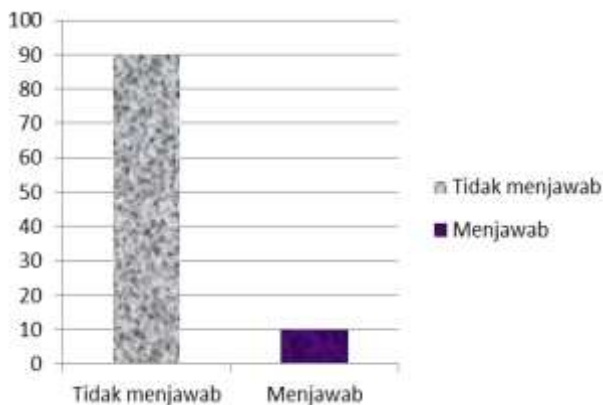
$$P = \frac{x}{xi} \times 100\%$$

Keterangan :

- P = Persentase
 - x = Skor tiap kriteria
 - xi = Skor maksimal tiap kriteria
 - 100% = konstanta
- (Sumber : Arikunto, 2009)

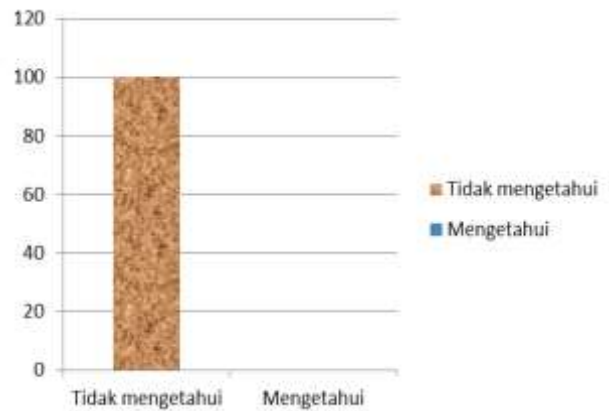
HASIL

Pengetahuan siswa tentang daya antibakteri tanaman berkhasiat obat meliputi definisi, senyawa aktif yang berpotensi sebagai antibakteri pada tanaman berkhasiat obat, macam-macam tanaman berkhasiat obat, bagian-bagian tanaman yang digunakan, dan metode dan prosedur pengujian daya antibakteri tanaman berkhasiat obat. Pengetahuan siswa tentang definisi tanaman berkhasiat obat yang menjawab benar sebesar 10%, sedangkan sebanyak 90% siswa tidak menjawab (Gambar 1).



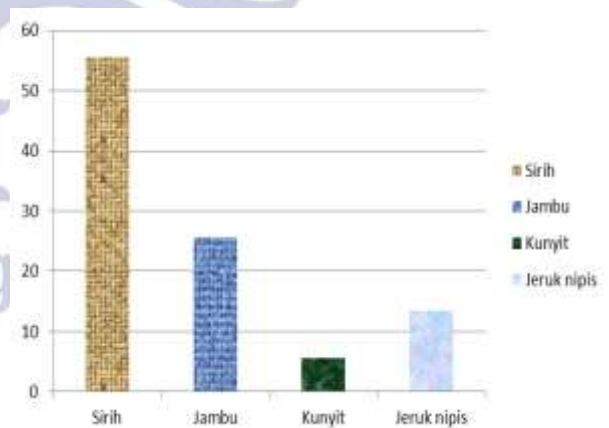
Gambar 1. Pengetahuan siswa tentang definisi tanaman berkhasiat obat

Tanaman berkhasiat obat memiliki senyawa aktif yang berpotensi sebagai antibakteri. Persentase jawaban siswa atas pengetahuan tentang senyawa aktif diperoleh persentase sebesar 0% yang berarti siswa yang mengetahui adanya senyawa aktif dalam tanaman berkhasiat obat tidak ada sama sekali (Gambar 2)



Gambar 2. Pengetahuan siswa tentang senyawa aktif yang berpotensi sebagai antibakteri pada tanaman

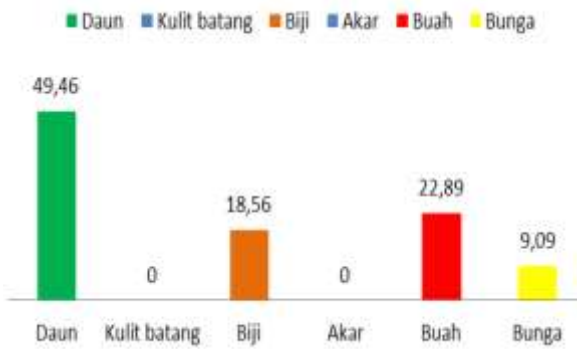
Beberapa tanaman berkhasiat obat telah diketahui oleh siswa. Tanaman berkhasiat obat tersebut antara lain sirih, jambu, kunyit, dan jeruk nipis. Persentase tertinggi jawaban siswa tentang tanaman berkhasiat obat yang telah mereka kenal ialah sirih dengan persentase 53,57%, sedangkan persentase terendah yaitu kunyit sebesar 3,57% (Gambar 3)



Gambar 3. Pengetahuan siswa tentang jenis tanaman berkhasiat obat

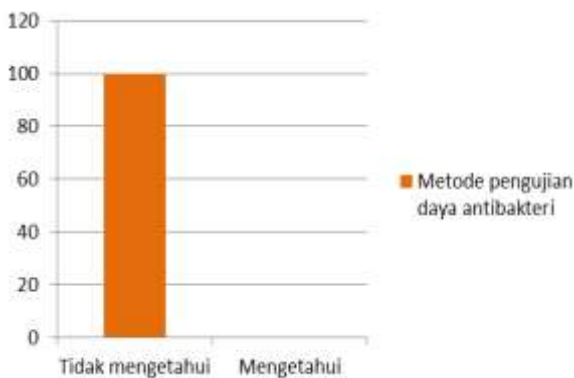
Siswa mengetahui bagian-bagian tanaman yang dapat digunakan sebagai obat seperti daun, kulit batang, biji, akar, buah, dan bunga. Persentase tertinggi jawaban siswa tentang bagian tanaman yang digunakan untuk obat ialah daun dengan persentase

sebesar 49,46%, sedangkan terendah yaitu akar dan kulit batang sebesar 0% (Gambar 4)



Gambar 4. Pengetahuan siswa tentang bagian-bagian tanaman yang digunakan sebagai obat

Tanaman yang belum teridentifikasi sebagai tanaman berkhasiat obat perlu adanya pengujian daya antibakteri tanaman tersebut. Pengetahuan siswa terhadap macam-macam metode pengujian daya antibakteri tanaman berkhasiat obat sebesar 0% artinya seluruh siswa tidak mengetahui (Gambar 5).



Gambar 5. Pengetahuan siswa tentang macam-macam metode pengujian daya antibakteri tanaman berkhasiat obat

Persentase jawaban siswa atas pertanyaan tentang prosedur pengujian daya antibakteri diperoleh persentase sebesar 4,44% untuk siswa yang telah memahaminya, sedangkan persentase jawaban yang tidak memahami sebesar 95,56% (Gambar 6)



Gambar 6. Pengetahuan siswa tentang prosedur pengujian daya antibakteri tanaman berkhasiat obat

PEMBAHASAN

Pengetahuan siswa tentang jenis tanaman berkhasiat obat dikategorikan sangat rendah, hal ini dikarenakan sedikitnya tanaman yang dikenali oleh siswa yaitu sirih, jambu biji, kunyit, dan jeruk nipis. Indonesia merupakan salah satu Negara yang memiliki keanekaragaman hayati tertinggi ke-2 di dunia setelah Brazil (Fellows, 1992). Terdapat 30.000 jenis flora yang ada di Indonesia dan 940 jenis diantaranya diketahui berkhasiat sebagai obat (Puslitbangtri, 1992). Jumlah tumbuhan obat tersebut sekitar 90% terdapat dikawasan Asia (Masyhud, 2010; Nugroho, 2010). Jenis tanaman obat yang dikenal oleh siswa adalah tanaman yang penanaman dan pemeliharaan yang mudah dilakukan dan tidak membutuhkan tempat penanaman yang khusus dan cara menanamnya sangat mudah dan efisien tempat (Siswanto, 1997). Perhatian masyarakat Indonesia terhadap tanaman berkhasiat obat juga masih rendah, Indonesia memiliki lebih dari 20.000 jenis tanaman obat, tetapi 1000 tanaman yang sudah didata dan 300 jenis yang dimanfaatkan untuk pengobatan tradisional (Hariana, 2009).

Pengetahuan siswa tentang bagian tanaman yang digunakan sebagai obat dikategorikan rendah, karena sebagian besar siswa hanya mengetahui daun yang sering dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, dan belum pernah mengetahui bahwa kulit batang dan akar bisa digunakan. Bagian-bagian tanaman obat yang digunakan antara lain 1. Akar misalnya pacar air dan cempaka, 2. Rimpang misalnya kunyit, jahu, temulawak, 3. Umbi misalnya bawang merah, bawang putih, 4. Bunga misalnya cengkeh, 5. Buah misalnya mahkota dewa, 6. Kulit kayu misalnya kayu manis, pulosari, 7. Daun misalnya, pegagan, ketepeng, miana (Noorhidayah & Sidiyasa, 2006).

Pengetahuan siswa tentang definisi, senyawa aktif dalam tanaman berkhasiat obat, metode dan prosedur pengujian daya antibakteri tanaman berkhasiat obat dikategorikan sangat rendah. Hasil wawancara dengan siswa menunjukkan pembelajaran materi daya antibakteri dilakukan melalui ceramah dan praktikum. Pada kegiatan ceramah guru menjelaskan materi singkat dan prosedur pengujian daya antibakteri tanaman berkhasiat obat tanpa menggunakan *powerpoint* (PPT) maupun media pembelajaran yang lain. Tidak adanya media pembelajaran yang digunakan pada materi daya antibakteri tanaman berkhasiat obat, menyebabkan pengetahuan siswa rendah. Penggunaan media pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman, pengalaman, ingatan siswa terhadap materi pelajaran (Asnawir & Usman, 2002; Sudjana & Rivai, 1991; Hamalik, 1994).

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan diketahui pengetahuan siswa tentang tanaman berkhasiat obat, senyawa aktif dalam tanaman berkhasiat obat, jenis tanaman berkhasiat obat, bagian tanaman berkhasiat obat yang digunakan untuk obat, macam metode dan prosedur pengujian daya antibakteri tanaman berkhasiat obat dikategorikan sangat rendah. Hal ini dapat disebabkan karena belum ada media pembelajaran yang disusun untuk mendukung kegiatan belajar mengajar.

SIMPULAN

Pengetahuan siswa tentang daya antibakteri tanaman berkhasiat obat dikategorikan sangat rendah. Siswa yang mengetahui tentang definisi daya antibakteri sebesar 10%, siswa yang mengetahui tentang senyawa aktif dalam tanaman berkhasiat obat sebesar 0 %, siswa yang memahami metode uji daya antibakteri tanaman berkhasiat obat sebesar 0%, siswa yang memahami prosedur pengujian daya antibakteri pada tanaman berkhasiat obat sebesar 4,44%, tanaman berkhasiat obat yang diketahui siswa antara lain sirih, jambu, kunyit, dan jeruk nipis, bagian-bagian tanaman berkhasiat obat yang diketahui siswa antara lain daun, buah, biji, dan bunga. Rendahnya pengetahuan dapat disebabkan tidak adanya media pembelajaran yang membantu siswa memahami materi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, S. 2009. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

Asnawir & Usman, B. 2002. *Media Pembelajaran*. Ciputat Pers: Jakarta Selatan

Djamarah, B.S & Zain, A. 2010. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta. PT. Rineka Cipta.

Fellows, P.J. 1992. *Food Processing Technology: Principles and Practice*. Ellis Horwood Limited, England.(Online).
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845692162500013/pdf?md5=cd0a6bf4ab69909ae76ae24cee70af48&pid=3-s2.0-B9781845692162500013-main.pdf> pada 29 Januari 2017

Hamalik, O. 2002. *Media Pendidikan*. Bandung; Alumi

Hardiani, E & Amanatufahmi. 2015. Eksperimen Model Pembelajaran Guided Inquiry (GI) Berbasis Modul praktikum pada Kompetensi Dasar melaksanakan Pengujian Bahan secara Mikrobiologis untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Peserta Didik Kelas X SMKN 1 Kuningan. *Skripsi*. Dipublikasikan. Diakses melalui <http://repository.upi.edu/20809/pada> 28 September 2016

Hariana, A. 2009. *Tanaman Obat dan Khasiatnya seri 3*. Edisi 1. Jakarta: Penebar Swadaya

Hartini, S & Situmorang, J. 2014. Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Multimedia dengan Strategi Pembelajaran Kooperatif (*Cooperative Learning*) Pada Mata Diklat Analisis Mikrobiologi di SMK. *Jurnal Teknologi Informasi Unimed* (Online) <http://jurnal.unimed.ac.id/2014/index.php/teknologi/article/viewFile/3298/2966>, pada 28 September 2016

Hidayati, P.I., 2016. Optimalisasi Pengembangan *Blended Learning* Berbasis Moodle untuk Matakuliah Mikrobiologi. *Jurnal Inspirasi Pendidikan* Vol 6(2): 890-897.

Maheswari, H.2002.Pemanfaatan Obat Alami: Potensi dan Prospek Pengembangan (Online) http://www.rudyc.com/PPS702-ipb/04212/hera_maheshwari.htm, pada 29 Januari 2017

Noorhidayah & Sidiyasa, K. 2006. Konservasi Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) dan Pemanfaatannya sebagai Tumbuhan Obat. *Info Hutan*. Vol III (2) :123-130.

Nugroho, I.A. 2010. *Lokakarya Nasional Tanaman Obat Indonesia. Asia pasific Forest Genetic Resources Programme (APFORGEN) News Letter*. Edisi 2. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (Online). <http://forplan.or.id/pdf> pada 29 Januari 2017

- Puslitbangtri-Departemen Pertanian.1992. Sepuluh Tahun Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Rakyat. Bogor
- Riduwan. 2004. *Belajar Mudah Penelitian untuk Guru dan Peneliti Pemula*. Bandung:Alfabeta
- Sanjaya, W. 2006. *Strategi Pembelajaran; Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- Siswanto, Y.W. 1997. *Penanganan hasil panen tanaman obat komersial*. Majalah Trubus Agriwidya. Ungaran.
- Sudjana, N & Rivai, A.2002. *Media Pengajaran*. Bandung: CV Sinar Baru
- Widyaningrum, H. 2011. *Kitab Tanaman Obat Nusantara*. Yogyakarta: Media Pressindo



Analisis Pengetahuan Siswa SMAN 1 Ujungbatu Tentang Pembuatan Nata Sari Buah sebagai Dasar Pengembangan Bahan Ajar untuk Materi Bioteknologi Konvensional

Yessi Hermawati¹, Utami Sri Hastuti², Betty Lukiaty³

^{1,2,3}Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No.05, Sumbersari, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang Jawa Timur 65145

¹email: hermawati_yessi@yahoo.com

ABSTRAK

Kegiatan praktikum di sekolah merupakan salah satu aspek yang diperlukan untuk memperoleh penguasaan konsep dan keterampilan demi mencapai tuntutan kurikulum. Kegiatan praktikum dapat membantu siswa menerapkan beragam keterampilan proses dan mengembangkan sikap ilmiah yang mendukung proses memperoleh pengetahuan. Kegiatan pembelajaran yang dilengkapi praktikum memerlukan media pembelajaran untuk mempermudah pelaksanaan pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengetahuan siswa tentang pembuatan nata dari sari buah sebagai dasar pengembangan media pembelajaran. Metode pengumpulan data melalui penyebaran angket dan wawancara pada siswa kelas XII SMAN 1 Ujungbatu Provinsi Riau. Data hasil observasi dan wawancara dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan siswa tentang materi Bioteknologi Konvensional sebesar 13,43% (sangat rendah), seluruh siswa (100%) belum mengetahui prosedur pembuatan dan pengolahan nata dari sari buah sebagai produk Bioteknologi konvensional, dan seluruh siswa belum pernah melaksanakan praktikum tentang pembuatan nata. Pengetahuan siswa SMAN 1 Ujungbatu Provinsi Riau mengenai prosedur dan teknik pembuatan nata dari sari buah masih kurang optimal, sehingga dapat menjadi materi dalam bahan ajar yang membantu mengoptimalkan pembelajaran Bioteknologi Konvensional. Bahan ajar yang sesuai yaitu *handout*. *Handout* yang disusun dilengkapi dengan panduan praktikum sehingga dapat menunjang pemahaman dan meningkatkan keterampilan siswa.

Kata Kunci: Bahan Ajar, Bioteknologi Konvensional, Nata Sari Buah

PENDAHULUAN

Tujuan kurikulum 2013 salah satunya yaitu untuk mempersiapkan siswa agar lebih kreatif dan inovatif (Permendikbud No. 69 Tahun 2013). Aktivitas pembelajaran selama ini hanya berfokus pada penguasaan materi pelajaran, berpusat pada buku, dan hanya mentransfer pengetahuan kepada siswa (Muhajir, 2015), sehingga sikap dan keterampilan siswa kurang ditingkatkan. Pengembangan sikap dan keterampilan siswa dapat ditingkatkan melalui pembelajaran berbasis praktikum (Apriyanti, 2014).

Praktikum dalam pembelajaran Biologi, khususnya untuk materi Bioteknologi konvensional sangat diperlukan (Apriyanti, 2014), karena aplikasi materi pelajaran ini aplikasinya sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari. Siswa dapat mengembangkan sikap ilmiah yang dapat mendukung proses memperoleh pengetahuan melalui kegiatan praktikum (Subiantoro, 2011). Hasil observasi yang dilakukan di

SMAN 1 Ujungbatu Provinsi Riau, menunjukkan bahwa pembelajaran Bioteknologi konvensional dilakukan dengan metode ceramah, bahan ajar hanya berupa buku paket untuk siswa, contoh produk Bioteknologi Konvensional tidak dipraktikkan, tetapi hanya ditunjukkan melalui gambar pada buku teks pelajaran. Metode ceramah dan bahan ajar yang terbatas tidak dapat membantu siswa untuk memahami materi Bioteknologi konvensional.

Pembelajaran Bioteknologi konvensional seharusnya dilengkapi dengan kegiatan praktikum agar dapat melatih keterampilan siswa (Aldilla, 2016). Produk - produk Bioteknologi Konvensional seperti nata, tempe maupun tape dapat dipraktikkan di sekolah. Tempe dan tape telah banyak dijumpai di masyarakat, keterampilan membuat tempe dan tape kemungkinan sudah di dapatkan siswa melalui keluarganya, sedangkan pembuatan nata masih jarang dilakukan. Nata tidak hanya terbuat dari air kelapa

(Sutarminingsih, 2008; Saragih, 2004) tetapi ada juga yang terbuat dari sari buah-buahan yang mengandung glukosa contohnya buah Nangka. Nangka banyak dijumpai di Provinsi Riau (Muhammad, 2013), selain itu juga banyak dijumpai di pekarangan sekolah. Pembuatan nata dari sari buah nangka dapat dijadikan sebagai materi penyusunan bahan ajar, karena berhubungan dengan lingkungan sekitar siswa dan diharapkan pembelajaran akan lebih menarik dan mudah dipahami. Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan penelitian untuk memperoleh data mengenai pengetahuan siswa tentang pembuatan nata sari buah nangka sebagai bahan untuk penyusunan bahan ajar. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengetahuan siswa tentang pembuatan nata dari sari buah sebagai dasar pengembangan media pembelajaran.

METODE

Jenis Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian ini dilakukan di SMAN 1 Ujungbatu Provinsi Riau pada Bulan Juli 2016. Responden dalam penelitian ini yaitu 30 orang siswa kelas XII. Teknik Pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran angket dan wawancara. Instrumen pengumpulan data dengan menggunakan lembar angket dan lembar wawancara. Data hasil wawancara dianalisis secara kualitatif dan data hasil angket dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut.

$$P = \frac{x}{xi} \times 100\%$$

Keterangan:

P= Presentase

x=Skor tiap kriteria

xi=Skor maksimal tiap kriteria

100%=konstanta

(Sumber: Arikunto, 2009)

Hasil presentase angket yang telah dianalisis dengan rumus tersebut kemudian akan dikategorikan dengan kriteria berikut.

Presentase	Keterangan
0%-20%	Sangat rendah
21%-40%	Rendah
41%-60%	Sedang
61%-80%	Tinggi
81%-100%	Sangat Tinggi

(Sumber: Riduwan, 2004)

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan siswa tentang materi Bioteknologi Konvensional sebesar 13,43% (sangat rendah), seluruh siswa (100%) belum mengetahui prosedur pembuatan dan pengolahan nata dari sari buah nangka sebagai produk Bioteknologi konvensional, dan seluruh siswa belum pernah melaksanakan praktikum tentang pembuatan nata.

Hasil wawancara yang dilakukan kepada siswa didapatkan metode pembelajaran selama ini hanya menggunakan metode ceramah, diskusi dan tanya jawab. Siswa menginginkan metode pembelajaran yang lain agar tidak merasa bosan dalam mengikuti pelajaran. Siswa menginginkan diadakan praktikum, karena pembelajaran selama ini tidak pernah dilengkapi dengan praktikum. Siswa juga membutuhkan bahan ajar selain buku paket untuk siswa, yang bersifat spesifik dan dilengkapi dengan panduan praktikum pembuatan produk Bioteknologi konvensional seperti pembuatan nata dari buah nangka.

PEMBAHASAN

Materi untuk penyusunan bahan ajar dapat diperoleh dari lingkungan sekitar (Ningtyas, 2014). Lingkungan tempat tinggal siswa maupun di pekarangan SMAN 1 banyak terdapat pohon nangka dengan berbagai varietas. Apabila musim berbuah tiba, buah yang terlalu matang tidak habis dikonsumsi oleh masyarakat sehingga banyak yang terbuang. Buah nangka tersebut dapat diolah menjadi nata dan dijadikan sebagai materi penyusunan bahan ajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan siswa tentang materi Bioteknologi Konvensional sebesar 13,43% (sangat rendah). Hal ini karena materi Bioteknologi konvensional hanya diajarkan melalui metode ceramah tanpa dilengkapi dengan praktikum. Seluruh siswa (100%) belum mengetahui prosedur pembuatan dan pengolahan nata dari sari buah nangka sebagai produk Bioteknologi konvensional dan seluruh siswa belum pernah melaksanakan praktikum tentang pembuatan nata. Siswa selama ini hanya mengetahui nata hanya terbuat dari air kelapa, seluruh siswa belum mengetahui bahwa nata dapat dibuat dari sari buah-buahan seperti buah nangka.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilaksanakan, siswa menyatakan bahwa mereka menginginkan metode pembelajaran yang tidak membosankan. Mereka menginginkan diadakan

praktikum pembuatan produk Bioteknologi Konvensional seperti nata dengan bahan dasar sari buah-buahan. Kegiatan praktikum yang dilaksanakan dapat membantu siswa untuk menguasai materi pembelajaran serta melatih keterampilan siswa (Susantini dkk, 2012; Aldilla, 2016). Melalui praktikum siswa juga dapat memperoleh pengalaman langsung dan menerapkan konsep yang telah dimiliki (Rahayuningsih, 2005). Siswa juga menginginkan bahan ajar yang menarik dan memuat hal-hal yang terbaru misalnya bahan ajar yang memadukan konsep teoritis dengan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan bahan ajar dalam pembelajaran dapat memudahkan siswa dalam memahami materi pembelajaran (Arsyad, 2002; Sadiman, 2003). Bahan ajar dapat dikembangkan sesuai kebutuhan siswa (Arsyad, 2002), seperti bahan ajar yang berisi konsep dan dilengkapi dengan panduan praktikum serta tugas terstruktur agar membelajarkan siswa secara kontekstual. Adapun bahan ajar yang sesuai dengan materi ini yaitu *handout*, dipilih karena lebih ringkas dan bersifat spesifik untuk satu materi tertentu.

SIMPULAN

Pengetahuan siswa tentang prosedur dan teknik pembuatan nata dari sari buah masih kurang optimal, sehingga dapat menjadi materi dalam bahan ajar yang membantu mengoptimalkan pembelajaran Bioteknologi Konvensional. kegiatan pembelajaran selama ini masih menggunakan metode ceramah, belum ada kegiatan praktikum sebagai sarana untuk mengaplikasikan konsep, belum ada bahan ajar yang memanfaatkan bahan dari lingkungan sekitar. Bahan ajar yang sesuai untuk materi ini yaitu *handout*.

DAFTAR PUSTAKA

Aldilla, S.B., Pipit M. & Lukman N. 2016. Profil Kecakapan Akademik Siswa Melalui Praktikum Berbasis Guided Inquiry pada Konsep Sistem Pernapasan. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 2 (1):1-17.

Apriyanti, F. D., Isnawati. & Evie R. 2014. Pengembangan LKS Nata De Siwalan Beorientasi Kecakapan Hidup Materi Bioteknologi untuk SMA. *Jurnal Bioedu*, 3 (3): 637-641. (Online), (<http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/9599/12678>), diakses 23 September 2016.

Arikunto, S. 2009. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Arsyad, A. 2002. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Muhajir, A. M. 2015. Pengembangan Penuntun Praktikum Bioteknologi Kelas XII IPA SMA Negeri 1 Binamu Kab. Jeneponto. *Jurnal Biotek* 3 (1): 125-132.

Muhammad, A. 2013. *Keanekaragaman Flora dan Fauna di Kota Pekanbaru, Riau. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*

Ningtyas, R. & Tri N. H.Y. 2014. Pengembangan *Handout* Pembelajaran. *Jurnal Scholaria*, 4 (3): 42-53

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 69 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah. (Online), (direktori.madrasah.kemendikbud.go.id/media/files/Permendikbud69TH2013.pdf), diakses 2 Oktober 2016.

Rahayuningsih, E & Dwiyanto, D. 2005. *Pembelajaran di Laboratorium*. Yogyakarta: Pusat Pengembangan Pendidikan UGM.

Riduwan. 2006. *Belajar Mudah Penelitian untuk Guru, Karyawan, dan Peneliti Pemula*. Bandung: Alfabeta.

Sadiman, A., Raharjo, Anung H. & Rahardjito. 2003. *Media Pendidikan Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Saragih, Y.P. 2004. *Membuat Nata de Coco*. Jakarta: Puspa Swara.

Subiantoro, Agung W. 2011. *Pentingnya Praktikum dalam Pembelajaran IPA*. Makalah yang disampaikan pada Kegiatan "Pelatihan Pengembangan Praktikum IPA Berbasis Lingkungan" bagi guru-guru MGMP IPA SMP Kota Yogyakarta.

Susantini, E., Thamrin, M. & Isnawati, L. 2012. Pengembangan Petunjuk Praktikum Genetika untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, Vol 1(2):102-108.

Sutarminingsih, L. 2008. *Peluang Usaha Nata de Coco*. Yogyakarta: Kanisius.

Pengembangan Media Interaktif Pteridophyta Berbasis Multimedia sebagai Bahan Ajar di SMA

Kuni Mawaddah¹, Lia Kusuma Wardani², Sunarmi³
^{1,2} Prodi S1 Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Malang
³ Jurusan Biologi, Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang nomor 5, Sumbersari, Lowokwaru, Malang
¹email: kunimawaddah@gmail.com

ABSTRAK

Sesuai dengan tuntutan abad 21 dan Kurikulum 2013, peserta didik diharuskan mampu menghadapi tantangan di masa depan, yaitu tuntutan globalisasi dan kemajuan teknologi informasi. Salah satu penggunaan teknologi adalah pembuatan media pembelajaran yang interaktif sehingga memunculkan interaksi antara peserta didik dengan media. Multimedia interaktif diprogram atau dirancang untuk dipakai oleh siswa secara individual (belajar mandiri). Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan bahan ajar media interaktif Divisi Pteridophyta. Adanya bahan ajar media interaktif ini diharapkan siswa mampu berinteraksi dengan media realia sehingga mampu mendeskripsikan ciri-ciri Divisio dalam dunia tumbuhan dan peranannya bagi kelangsungan hidup di bumi. Metode penelitian yang digunakan adalah model pengembangan model 4D yang diadaptasi dari Thiagarajan. Dalam penelitian ini kami hanya melakukan penelitian hingga tahap perancangan (*design*) karena keterbatasan dana dan waktu. Analisis data belum dapat dilakukan karena media interaktif ini belum diimplementasikan. Setelah dilakukan implementasi media interaktif dapat dilakukan analisis deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian berupa produk media interaktif *powerpoint macro* Divisi Pteridophyta dengan dengan kompetensi dasar pada SMA kelas X yaitu 3.9 mendeskripsikan ciri-ciri Divisio dalam dunia tumbuhan dan peranannya bagi kelangsungan hidup di bumi.

Kata Kunci: Bahan Ajar, Media Interaktif, Pteridophyta.

PENDAHULUAN

Sesuai dengan tuntutan abad 21, peserta didik diharuskan mampu menghadapi tantangan di masa depan, yaitu tuntutan globalisasi dan kemajuan teknologi informasi. Berdasarkan Widhy (2013), pendidikan menjadi semakin penting untuk menjamin peserta didik memiliki keterampilan belajar dan berinovasi, keterampilan menggunakan teknologi dan media informasi, serta dapat bekerja, dan bertahan dengan menggunakan keterampilan untuk hidup (*life skills*). Keterampilan abad 21 adalah (1) *life and career skills*, (2) *learning and innovation skills*, dan (3) *information media and technology skills*. Ketiga keterampilan tersebut dirangkum dalam sebuah skema yang disebut dengan pelangi keterampilan-pengetahuan abad 21/*21st century knowledge-skills rainbow*.

Pergeseran paradigma belajar abad 21 dan kerangka kompetensi abad 21 menjadi pijakan di dalam pengembangan kurikulum 2013. Perkembangan kurikulum 2013 mengacu pada tujuan pendidikan Nasional dalam UU Sisdiknas Nomor 20 Tahun 2003

pasal 3 yaitu ke arah berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Untuk mencapai tujuan tersebut, paradigma pembelajaran harus berganti dari *teacher centered* menjadi *student centered* (Hermawan, 2016).

Pembelajaran merupakan proses terjadinya interaksi antara peserta didik dengan sumber belajar, tapi berdasarkan observasi proses pembelajaran yang berlangsung mayoritas berpusat pada pengajar (*teacher centered*). Padahal dalam pembelajaran, siswa dituntut berperan aktif. Sardiman (2007) menyatakan bahwa dalam konsep belajar-mengajar, siswa sebagai subjek belajar, bukan objek. Dibutuhkan media yang pembelajaran sebagai upaya kreatif dan inovatif yang membelajarkan siswa sehingga siswa memperoleh pengalaman belajar (Priyanto, 2009).

Pembelajaran dengan bantuan multimedia dapat mendorong siswa untuk belajar lebih aktif, eksperimental, serta menempatkan siswa sebagai pusat

(*student centered*) dalam proses pembelajaran. Multimedia pembelajaran membawa pengaruh dan manfaat yang cukup signifikan bagi siswa dalam meningkatkan motivasi serta hasil belajar (Rahmat, 2015). Multimedia interaktif diprogram atau dirancang untuk dipakai oleh siswa secara individual (belajar mandiri). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan bahan ajar media interaktif Divisi Pteridophyta. Adanya bahan ajar media interaktif ini diharapkan siswa mampu berinteraksi dengan media realia sehingga mampu mendeskripsikan ciri-ciri Divisio dalam dunia tumbuhan dan peranannya bagi kelangsungan hidup di bumi. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan bahan ajar media interaktif Divisi Pteridophyta.

METODE

Jenis penelitian ini adalah Penelitian dan Pengembangan (*R&D*). Pada penelitian ini dihasilkan media pembelajaran yang disajikan dalam bentuk media interaktif *powerpoint macro* Divisi Pterydophyta. Penelitian ini menggunakan metode penelitian 4-D model (*four-D model*) Thiagarajan meliputi 4 tahap yaitu tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*) dan diseminasi (*disseminate*). Tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Prosedur Pengembangan Model 4-D Thiagarajan (Sumber: Trianto, 2010)

Penelitian yang kami lakukan masih berupa penelitian awal yang hanya melakukan 2 tahapan awal yaitu tahap pendefinisian (*define*) dan tahap perancangan (*design*) karena keterbatasan dana dan waktu. Tahap pendefinisian (*define*) bertujuan

menetapkan dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan pembelajaran dengan menganalisis tujuan dan bahasan materi. Kegiatan dalam tahap ini adalah 1) analisis awal-akhir, 2) analisis siswa, 3) analisis tugas, 4) analisis konsep, dan 5) analisis tujuan pembelajaran. Tahap selanjutnya adalah tahap perancangan (*design*). Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan yaitu media interaktif. Peneliti merancang bagian dari media interaktif berupa pembuka, menu utama, pendahuluan, petunjuk, kd & indikator, materi, video, evaluasi, referensi, dan penyusun.

HASIL

Multimedia interaktif powerpoint macro Divisi Pterydophyta terdiri dari: (a) Pembuka program (*opening*), (b) Menu utama, (c) Petunjuk penggunaan (d) KD & Indikator pembelajaran, (e) Pendahuluan, (f) Materi pembelajaran, (g) video, (h) Evaluasi (i) Referensi, dan (j) Penyusun. Secara singkat dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Pembuka program (*opening*)
Media pembelajaran yang dikembangkan ini memiliki bagian pertama berupa pembuka (*opening*). Bagian pembuka berisi tayangan media realia berbagai tumbuhan paku untuk membuat siswa tertarik mempelajari Divisi Pterydophyta. Gambar 2 menunjukkan tampilan dari pembuka media interaktif.



Gambar 2. Tampilan Pembuka program

- b. Menu utama
Menu utama berisi petunjuk penggunaan, KD & indikator pembelajaran, materi pembelajaran, video, evaluasi, referensi, dan penyusun yang diwujudkan dalam ikon tertentu untuk menarik perhatian siswa. Pada setiap ikon dibuat *hyperlink* untuk memudahkan penggunaan. Gambar 3 menunjukkan tampilan dari menu utama media interaktif.



Gambar 3. Tampilan Menu Utama

c. Petunjuk penggunaan

Petunjuk penggunaan berisi pedoman ikon untuk masing-masing menu. Cara mengakses menu dilakukan dengan mengklik setiap ikon. Gambar 4 menunjukkan tampilan dari petunjuk penggunaan.



Gambar 4. Tampilan Petunjuk Penggunaan

d. KD & Indikator pembelajaran

KD & indikator pembelajaran berisi tentang KD SMA kelas X yaitu 3.9 mendeskripsikan ciri-ciri Divisi dalam dunia tumbuhan dan peranannya bagi kelangsungan hidup di bumi. Indikator pembelajaran yang dikembangkan dari KD tersebut adalah siswa mampu mendeskripsikan ciri macam-macam tumbuhan paku yang termasuk Divisi Pteridophyta, siswa mampu mengklasifikasikan macam-macam tumbuhan paku berdasarkan persamaan ciri, dan siswa mampu menjelaskan peranan Tumbuhan Paku bagi kelangsungan hidup tumbuhan di bumi. Gambar 5 menunjukkan tampilan dari KD & Indikator pembelajaran.



Gambar 5. Tampilan KD & Indikator

e. Pendahuluan

Pendahuluan berisi tentang apresepsi (pengetahuan awal) tentang tumbuhan paku. Bagian ini bertujuan untuk menggali pengetahuan awal siswa mengenai tumbuhan paku yang sering ditemukan di kebun. Gambar 6 menunjukkan tampilan pendahuluan.

f. Materi pembelajaran

Materi pembelajaran berisi tentang materi tumbuhan paku yang akan dipelajari yakni: ciri tumbuhan paku, klasifikasi tumbuhan paku, daur hidup tumbuhan paku dan peranan tumbuhan paku. Gambar 7 menunjukkan halaman utama materi yang berisikan ciri tumbuhan paku, klasifikasi tumbuhan paku, daur hidup tumbuhan paku dan peranan tumbuhan. Untuk mengakses materi tersebut dilakukan dengan cara mengklik ikon. Gambar 8 menunjukkan salah satu tampilan materi. Pada setiap materi yang ditampilkan juga disediakan tombol untuk mengakses materi lainnya. Sehingga mempermudah siswa untuk belajar sesuai keinginannya.

g. Video

Video yang terdapat dalam multimedia ini terkait dengan ciri-ciri tumbuhan paku sehingga bisa memudahkan siswa dalam memahami tumbuhan paku. Gambar 6-9 menunjukkan tampilan video tentang tumbuhan paku.



Gambar 6. Tampilan Pendahuluan



Gambar 7. Materi Tumbuhan Paku



Gambar 8. Tampilan Materi Pembelajaran



Gambar 11. Tampilan Referensi



Gambar 9. Tampilan Video

- j. Penyusun
 Penyusun media interaktif *powerpoint macro* Divisi Pteridophyta ditunjukkan dalam gambar 12.



Gambar 12. Penyusun media interaktif *powerpoint macro* Divisi Pteridophyta

- h. Evaluasi

Evaluasi berisi tentang soal yang akan dikerjakan oleh siswa secara mandiri. Sebelum mengisi soal, ada petunjuk untuk menuliskan nama terlebih dahulu (Gambar 10). Setelah itu, siswa akan mengisi pertanyaan yang tersedia. Setelah semua soal terjawab, siswa akan mengetahui hasil skor. Adanya nilai skor ini, membuat siswa untuk mengevaluasi hasil belajar.



(a) (b)

Gambar 10. Tampilan Evaluasi

- i. Referensi

Referensi berisi tentang daftar rujukan yang digunakan dalam pembuatan media interaktif ini. Gambar 11 menunjukkan tampilan referensi.

PEMBAHASAN

Kurikulum 2013 yang berlaku di Indonesia saat ini menerapkan pendekatan saintifik. Pendekatan saintifik merupakan proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif mengonstruksikan konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan-tahapan 5M yang meliputi: mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, menalar dan mengkomunikasikan (Kemendikbud, 2013). Pendekatan saintifik dimaksudkan untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik dalam mengenal dan memahami berbagai materi menggunakan pendekatan ilmiah, bahwa informasi bisa berasal dari mana saja, kapan saja, tidak bergantung pada informasi searah dari guru.

Pendekatan saintifik menuntut siswa untuk membangun pemahaman konsepnya sendiri. Belajar tidak hanya di sekolah, melainkan bisa di rumah, di tempat bimbingan belajar atau dimana saja. Media pembelajaran digunakan siswa untuk memudahkan dalam pembelajaran. Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan siswa adalah multimedia interaktif. Multimedia interaktif adalah suatu tampilan multimedia yang dirancang oleh desainer agar

tampilannya memenuhi fungsi menginformasikan pesan dan memiliki interaktifitas kepada penggunanya (*User*) (Munir, 2013). Program multimedia ini diprogram atau dirancang untuk dipakai oleh siswa secara individual (belajar mandiri). Saat siswa mengaplikasikan program ini, ia diajak untuk terlibat secara auditif, visual, dan kinetik, sehingga dengan pelibatan ini dimungkinkan informasi atau pesannya mudah dimengerti (Munadi, 2013).

Media interaktif *powerpoint macro* Divisi Pteridophyta akan berisi petunjuk, kompetensi dasar dan indikator, pendahuluan, materi, video, evaluasi, dan penutup. Petunjuk penggunaan media interaktif *powerpoint macro* Divisi Pteridophyta bertujuan untuk memudahkan siswa dalam mengoperasikan media interaktif sehingga dapat digunakan ketika belajar mandiri di rumah. Kelebihan media interaktif multimedia mampu memberikan pelajaran secara individu melalui sistem tutor pribadi karena multimedia mampu mengulang informasi. Jika siswa kurang memahami materi yang disajikan, siswa dapat melihat kembali program multimedia secara berulang hingga memahaminya (Munir, 2008).

Kurikulum 2013 menggunakan pendekatan saintifik dan berbasis kontekstual. Pendekatan kontekstual adalah konsep belajar yang membantu guru mengaitkan antara materi dan mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sehari-hari (Nurhadi, 2003). Bagian pendahuluan berisi tentang apresepsi atau pengetahuan awal siswa tentang tumbuhan paku, sehingga dengan adanya apresepsi siswa berbasis kontekstual ini kita mengetahui sejauh mana tingkat pemahaman materi siswa. Penyajian materi yang dilengkapi dengan gambar serta video bertujuan untuk memudahkan siswa untuk memahami materi. Gambar yang terdapat dalam materi ini berupa foto yang bisa dianggap sebagai media realia. Media realia adalah media pembelajaran yang paling baik, karena siswa mengalami proses suatu pembelajaran, sehingga pembelajaran bisa menjadi lebih bermakna. Sehingga ketika siswa belajar dengan bantuan gambar, harapannya siswa bisa lebih memahami tentang materi tumbuhan paku dan bisa diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Jika siswa menjumpai tumbuhan paku di suatu tempat, maka siswa mengetahui nama tumbuhan paku tersebut. Adanya evaluasi ini bisa mengukur sejauh mana pemahaman siswa setelah belajar materi Divisi Pteridophyta secara mandiri karena

hasil penilaian langsung muncul setelah siswa selesai mengerjakan evaluasi.

Perkembangan teknologi informasi yang demikian pesat telah menyebabkan jumlah informasi semakin meningkat, sementara itu jumlah waktu yang tersedia semakin terbatas. Belajar secara mandiri bisa dilakukan siswa di rumah untuk menunjang pembelajaran yang telah dilakukan sekolah. Keuntungannya adalah siswa dapat mengkonstruksi pemahamannya sendiri, melatih berpikir kritis, dan siswa berinteraksi dengan media pembelajaran yang digunakan.

SIMPULAN

Bahan ajar berupa media interaktif *powerpoint macro* Divisi Pteridophyta telah disusun untuk membuat siswa lebih interaktif dengan media pembelajaran dan agar siswa bisa belajar mandiri. Dalam rangka melanjutkan penelitian ini untuk tahap pengembangan (*develop*) dan tahap penyebaran (*disseminate*) sebaiknya peneliti mengimplementasikan ke sekolah. Setelah dilakukan uji coba kepada siswa, sebaiknya dilakukan tahap revisi media interaktif *powerpoint macro* Divisi Pteridophyta.

DAFTAR PUSTAKA

- Hermawan, Hendrik. 2016. *Pengembangan Aplikasi Mobile Learning dalam Pendekatan Project-Based Learning pada Mata Pelajaran SD Negeri 3 Karangasem Kabupaten Grobogan*. Grobogan: UPTD Pendidikan Kecamatan Wirosari
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. *Pendekatan Ilmiah dalam Pembelajaran. Diklat Guru dalam Rangka Implementasi Kurikulum 2013*.
- Munadi, Yudhi. 2013. *Media Pembelajaran: Sebuah Pendekatan Baru*. Jakarta: Gaung Persada Press Group
- Munir. 2013. *Multimedia: Konsep dan Aplikasi dalam Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Nurhadi & Agus, G.S. 2003. *Pembelajaran Kontekstual (Contextual Teaching And Learning/CTL) Dan Penerapannya Dalam KBK*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Priyanto, Dwi. 2009. Pengembangan Multimedia Pembelajaran Berbasis Komputer. *Insania*. 14(1):92-110.
- Rahmat, S. T. 2015. Pemanfaatan Multimedia Interaktif Berbasis Komputer dalam Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan Missio*. 7(2):196-208

Sardiman, A.M. 2007. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Bandung: Rajawali Pers.

Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: PT. Bumi Aksara

Widhy, Purwanti. 2013. *Integrative Science untuk Mewujudkan 21st Century Skill dalam Pembelajaran IPA SMP*. Yogyakarta : UNY



Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif pada Materi Bryophyta sebagai Upaya Pengembangan *Multiple Intelligence* Siswa

Leviana Erinda¹, Muhamad Feri Samsul Falah², dan Sunarmi³

^{1,2}Prodi S1 Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Malang

³Jurusan Biologi, Universitas Negeri Malang

Jalan Semarang nomor 5, Sumbersari, Lowokwaru, Malang

¹email: leviana43@gmail.com

ABSTRAK

Gaya belajar siswa yang berbeda-beda dapat dipengaruhi oleh pengembangan kecerdasan setiap siswa. Seseorang memiliki berbagai jenis kecerdasan yang disebut dengan *multiple intelligence*. Pendidik harus memperhatikan masing-masing kecerdasan yang dimiliki siswa agar mereka dapat mengembangkan potensinya secara maksimal, karena pada dasarnya manusia memiliki semua kecerdasan, akan tetapi hanya beberapa saja yang mendominasi. Pengembangan *multiple intelligence* siswa dalam proses pembelajaran biologi salah satunya dengan menggunakan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif pada materi Bryophyta. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif pada materi Bryophyta untuk mengembangkan *multiple intelligence* siswa. Penggunaan multimedia interaktif ini diharapkan agar siswa mampu mendeskripsikan, mengklasifikasikan, dan menjelaskan peranan berbagai macam tumbuhan lumut, serta mampu menjawab soal evaluasi secara mandiri. Jenis penelitian ini yaitu penelitian pengembangan. Metode penelitian yang digunakan adalah model Luther, yang terdiri dari enam tahapan, yaitu tahap konsep, desain, pengumpulan bahan, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Penelitian yang dilakukan sampai pada tahap pembuatan, sehubungan dengan keterbatasan waktu penelitian. Analisis data belum dapat dilakukan karena belum adanya penerapan multimedia interaktif materi Bryophyta. Metode analisis data yang dilakukan setelah menerapkan multimedia interaktif yaitu analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian berupa media pembelajaran berbasis multimedia interaktif materi Bryophyta untuk SMA kelas X.

Kata Kunci : Bryophyta, media pembelajaran, *multiple intelligence*, multimedia interaktif.

PENDAHULUAN

Pembelajaran pada hakekatnya merupakan proses interaksi antara siswa dengan lingkungannya, sehingga terjadi perubahan perilaku ke arah lebih baik (Mulyasa, 2003). Proses pembelajaran pada setiap siswa memiliki gaya belajar berbeda-beda yang dapat dipengaruhi oleh pengembangan kecerdasan siswa. Setiap siswa memiliki berbagai jenis kecerdasan yang disebut dengan *multiple intelligence*. Pendidik harus memperhatikan masing-masing kecerdasan yang dimiliki siswa agar mereka dapat mengembangkan potensinya secara maksimal, karena pada dasarnya manusia memiliki semua kecerdasan, akan tetapi hanya beberapa saja yang mendominasi.

Pembelajaran merupakan suatu sistem, yang terdiri dari berbagai komponen yang saling berhubungan satu dengan yang lain. Komponen tersebut meliputi: tujuan, materi, metode dan evaluasi (Rusman, 2013). Proses pembelajaran akan

berlangsung dengan efektif dan efisien jika semua komponen pembelajaran mendukung.

Aktivitas belajar mengajar hendaknya menggunakan variasi metode pembelajaran yang menarik dan menyenangkan sehingga dapat mengatasi kebosanan dan sesuai dengan gaya belajar pada siswa. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk membelajarkan siswa secara menarik dan menyenangkan yaitu dengan mengembangkan bahan ajar yang kreatif dan variatif. Bahan ajar merupakan bahan-bahan atau materi pembelajaran yang disusun secara lengkap dan sistematis berdasarkan prinsip pembelajaran yang bertujuan untuk memudahkan siswa dalam belajar (Kurniawati, 2012).

Menurut Riyana (2007), multimedia interaktif merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi/subkompetensi

mata pelajaran yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya. Multimedia interaktif mempunyai keunggulan melibatkan berbagai indra dalam penggunaannya sehingga dapat membantu siswa dengan gaya belajar yang berbeda-beda dalam menguasai materi pelajaran. Pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif pada materi Bryophyta diharapkan dapat membantu siswa dalam belajar sehingga siswa mampu mendeskripsikan, mengklasifikasikan, dan menjelaskan peranan berbagai macam tumbuhan lumut, serta mampu menjawab soal evaluasi secara mandiri sehingga secara tidak langsung siswa juga mengembangkan *multiple intelligence*-nya secara maksimal. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif pada materi Bryophyta untuk mengembangkan *multiple intelligence* siswa.

METODE

Metode penelitian pengembangan yang digunakan adalah model prosedural Luther. Alasan pemilihan model Luther dikarenakan prosedurnya disajikan secara jelas dan rinci. Prosedur penelitian menurut model Luther memiliki enam tahapan, yaitu tahap konsep, desain, pengumpulan bahan, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Penelitian ini masih dilakukan sampai pada tahap pembuatan, sehubungan dengan keterbatasan waktu penelitian.

Tahap analisis kebutuhan pada pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif bertujuan untuk memenuhi kebutuhan siswa dalam memahami materi Bryophyta secara menarik dan menyenangkan. Tujuannya agar siswa mampu mendeskripsikan, mengklasifikasikan, dan menjelaskan peranan berbagai macam tumbuhan lumut, serta mampu menjawab soal evaluasi secara mandiri sehingga secara tidak langsung siswa mampu mengembangkan *multiple intelligence*-nya secara maksimal. Tahapan untuk menentukan tujuan disesuaikan dengan standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator, dan tujuan pembelajaran. Analisis karakteristik siswa terkait dengan keterampilan yang dimiliki siswa, gaya belajar siswa, dan sikap aktivitas belajar siswa. Pemetaan obyek belajar dengan multimedia terkait dengan pemilihan jenis obyek multimedia yang digunakan (teks, grafis, audio, video, animasi, dan software). Tahap selanjutnya yaitu tahap desain terkait dengan pembuatan navigasi dan *storyboard* yang sesuai dengan karakteristik siswa. Tahap pengumpulan bahan terkait dengan

pengumpulan materi Bryophyta dari berbagai literatur. Tahap pembuatan terkait dengan penyusunan materi Bryophyta yang dibuat berdasarkan struktur navigasi dan *storyboard*.

Penelitian dilaksanakan mulai Januari sampai dengan bulan Februari 2017. Lokasi penelitian dilakukan di Gedung O5 FMIPA Universitas Negeri Malang. Sehubungan dengan keterbatasan waktu, maka tahap penelitian hanya sampai pada tahap pembuatan, sehingga peneliti belum memperoleh data kualitatif maupun kuantitatif.

HASIL

Hasil pengembangan berupa media pembelajaran berbasis multimedia interaktif pada materi Bryophyta. Hasil pengembangan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan siswa untuk memahami materi Bryophyta dengan cara yang menarik dan menyenangkan, sehingga mampu mencapai tujuan pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran berupa multimedia interaktif dapat membantu siswa belajar sekaligus mengembangkan *multiple intelligence*-nya dikarenakan dalam media ini terdapat teks bacaan, audio, video, dan animasi yang dirasa mampu untuk mengasah *multiple intelligence* siswa. Dengan multimedia interaktif siswa juga dapat mempelajari materi secara mandiri, sehingga dapat menyesuaikan dengan kemampuan yang dimilikinya. Penggunaan multimedia interaktif ini juga dapat mengukur pemahaman siswa terkait materi Bryophyta melalui skor yang akan diperoleh dari jawaban kuis.

Pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif dalam pembelajaran biologi perlu dikembangkan sebagai variasi bahan ajar guru untuk mengatasi kebosanan siswa. Multimedia interaktif pada materi Bryophyta perlu dikembangkan sebagai penunjang guru dalam mengajar selain menunjukkan media realianya.

Produk media pembelajaran berbasis multimedia interaktif yang dihasilkan berupa multimedia interaktif materi Bryophyta, yang ditunjukkan pada Gambar 1. Media ini dapat digunakan siswa untuk belajar mandiri sehingga siswa dapat menyesuaikan dengan kecepatan dan gaya belajarnya. Guru juga dapat menggunakan media ini untuk dijadikan bahan ajar didalam kelas. Pengembangan produk media interaktif untuk SMA kelas X ini menggunakan standar kompetensi tumbuhan lumut sebagai acuan. Standar kompetensi untuk tumbuhan lumut meliputi mendeskripsikan, menjelaskan dan

mengklasifikasikan berbagai macam tumbuhan paku yang termasuk Divisi Bryophyta.



Gambar1. Tampilan awal media interaktif

Multimedia Interaktif tumbuhan lumut untuk SMA memiliki sub bagian meliputi, *Halaman awal, Petunjuk penggunaan, KD dan Indikator, Pendahuluan, Materi, Video, Latihan, Referensi, dan Penyusun.*

Pendahuluan pada Multimedia Interaktif ini berisi tentang keterkaitan antara tumbuhan lumut dengan kehidupan sehari-hari sehingga siswa akan lebih mengenal tumbuhan lumut. Pendahuluan ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar2. Tampilan pendahuluan media interaktif

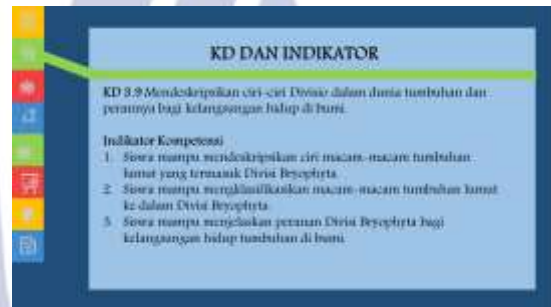
Bagian awal media interaktif ini berisi mengenai petunjuk penggunaan. Petunjuk penggunaan sengaja diletakkan pada bagian awal agar mempermudah pengguna dalam mengoperasikan media ini. Petunjuk penggunaan ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar3. Tampilan petunjuk penggunaan media interaktif

Kompetensi dasar dan indikator merupakan bagian yang ada dalam multimedia ini. Adanya penjelasan dari Kompetensi dasar dan juga indikator berfungsi sebagai petunjuk bagi pengguna bahan ajar ini tentang kompetensi apa yang dapat dicapai dengan multimedia interaktif ini. Halaman yang menunjukkan adanya KD dan Indikator dapat dilihat pada Gambar 4. Kompetensi dasar yang digunakan adalah kompetensi 3.9 Mendeskripsikan ciri-ciri divisio dalam dunia tumbuhan dan perannya bagi kelangsungan hidup di bumi. Indikator kompetensinya adalah:

1. Siswa mampu mendeskripsikan ciri macam-macam tumbuhan lumut yang termasuk Divisi Bryophyta.
2. Siswa mampu mengklasifikasikan macam-macam tumbuhan lumut ke dalam Divisi Bryophyta.
3. Siswa mampu menjelaskan peranan Divisi Bryophyta bagi kelangsungan hidup tumbuhan di bumi



Gambar4. Tampilan KD dan indikator media interaktif

Materi merupakan bagian yang penting dalam multimedia pembelajaran. Materi merupakan suatu hal yang akan menjelaskan mengenai tumbuhan lumut. Materi yang ada dalam multimedia interaktif lumut berisikan mengenai ciri, struktur, siklus hidup, klasifikasi, dan peranan dari tumbuhan lumut. Bagian dari materi ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan materi media interaktif

Latihan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari sebuah multimedia interaktif. Latihan berfungsi

sebagai sarana bagi siswa untuk menilai penguasaan materi. Konsep evaluasi pada multimedia ini berupa soal dengan pilihan ganda yang sederhana sehingga dapat membuat siswa merasa lebih tenang dalam mengerjakan. Penilaian dari hasil latihan dapat dilihat langsung pada multimedia interaktif ini sehingga dapat digunakan sebagai acuan oleh pengguna mengenai pemahamannya tentang tumbuhan lumut. Halaman tentang latihan dan penilaian ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar6. Tampilan latihan media interaktif



Gambar7. Tampilan penilaian latihan media interaktif

belajarnya. Gaya belajar yang digunakan oleh siswa dapat mempengaruhi tingkat pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran. Semakin banyak kecerdasan yang dikuasai oleh siswa, maka semakin mudah siswa dalam mempelajari dan memahami materi yang dipelajari. Kegiatan belajar mengajar yang efektif merupakan pembelajaran yang mampu mengoptimalkan potensi yang dimiliki oleh siswa. Pendidik harus memperhatikan masing-masing kecerdasan yang dimiliki siswa agar mereka dapat mengembangkan potensinya secara maksimal. Kemampuan siswa yang bervariasi mempengaruhi keberhasilannya dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

Kurikulum 2013 yang menekankan pada proses belajar siswa dengan membangun pemahamannya sendiri, menuntut pendidik untuk dapat mengimplementasikan variasi pembelajaran yang membuat siswa belajar secara mandiri. Media pembelajaran yang dapat digunakan oleh pendidik untuk membelajarkan siswa secara mandiri salah satunya dengan menggunakan multimedia interaktif. Multimedia interaktif menyediakan peluang bagi pendidik untuk dapat mengembangkan teknik pembelajaran sehingga memberikan hasil yang maksimal. Multimedia interaktif bagi siswa dapat digunakan sebagai alat untuk menyerap informasi secara cepat, efisien, dan menyenangkan (Waryanto, 2008). Penerapan multimedia interaktif dalam pembelajaran dapat melatih siswa dalam memahami materi melalui media audio, visual, dan kinetic, sehingga semakin sering belajar menggunakan media ini siswa dapat lebih mengoptimalkan kecerdasan majemuk (*multiple intelligence*) yang dimilikinya.

PEMBAHASAN

Multiple intelligence merupakan suatu kemampuan, dengan proses kelengkapannya, yang sanggup menangani kandungan masalah yang spesifik dengan menggunakan lebih dari satu macam kecerdasan. Setiap orang memiliki delapan jenis kecerdasan dalam tingkat yang berbeda-beda, yaitu kecerdasan verbal, kecerdasan logika/matematik, kecerdasan visual/ruang, kecerdasan tubuh/gerak tubuh, kecerdasan musikal/ritmik, kecerdasan interpersonal, kecerdasan intrapersonal, kecerdasan naturalis, kecerdasan spiritual, dan kecerdasan eksistensial. Kecerdasan majemuk (*multiple intelligence*) dapat dikembangkan oleh setiap orang sampai pada tingkat penguasaan yang memadai (Musfiroh, 2009).

Perbedaan penguasaan seseorang terhadap *multiple intelligence*-nya dapat mempengaruhi gaya

Media pembelajaran berbasis multimedia interaktif materi Bryophyta berisi petunjuk, kompetensi dasar dan indikator, pendahuluan, ringkasan materi, video, latihan dan soal. Petunjuk penggunaan yang ditampilkan bertujuan untuk memudahkan siswa dalam mengoperasikan media pembelajaran ini, sehingga dapat digunakan secara mandiri. Halaman yang berisi kompetensi dasar dan indikator bertujuan agar siswa dapat mengetahui kompetensi apa saja yang harus dimiliki. Bagian pendahuluan berisi tentang pengetahuan awal terkait tumbuhan lumut yang dihubungkan dengan kehidupan nyata. Materi disajikan secara ringkas sehingga siswa lebih mudah dalam mempelajarinya, sebagai penunjang bahan ajar lainnya. Materi dilengkapi dengan gambar tumbuhan lumut sehingga siswa dapat mengetahui bentuk dan

cirinya, serta jika menjumpainya dalam lingkungan sekitar dapat mengenali dan lebih termotivasi untuk mempelajarinya. Multimedia interaktif ini dilengkapi dengan video yang bertujuan untuk menarik perhatian dan motivasi siswa, serta untuk lebih memperdalam pengetahuan siswa. Tampilan video juga diharapkan agar mengurangi tingkat kebosanan siswa terhadap materi. Media ini juga dilengkapi dengan latihan soal untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi yang telah dipelajari.

Media pembelajaran ini dapat digunakan oleh guru kelas X sebagai penunjang bahan ajar lainnya dengan materi Bryophyta. Media pembelajaran berbasis multimedia interaktif ini diharapkan agar siswa mampu mendeskripsikan, mengklasifikasikan, menjelaskan peranan berbagai macam tumbuhan lumut, dan mampu belajar secara mandiri. Pengembangan multimedia interaktif ini juga diharapkan dapat meningkatkan *multiple intelligence* siswa secara optimal.

SIMPULAN

Media pembelajaran berbasis multimedia interaktif materi Bryophyta telah disusun untuk membelajarkan siswa secara mandiri dan mengembangkan *multiple intelligence* siswa. Dalam rangka melanjutkan penelitian ini, sebaiknya peneliti melanjutkan penelitian ke tahap selanjutnya, yaitu

tahap pengujian dan distribusi. Tahap pengujian sebaiknya diimplementasikan di sekolah untuk siswa kelas X. Setelah dilakukan pengujian kepada siswa, sebaiknya media interaktif materi Bryophyta di distribusikan ke siswa kelas X di beberapa sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Kurniawati, I. 2012. Pengembangan Bahan Belajar. Online: (<https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id>), diakses 07 Februari 2017.
- Mulyasa, E. 2003. *Kurikulum Berbasis Kompetensi : Konsep, Karakteristik dan Implementasi*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.
- Musfiroh, T. 2014. *Hakikat Kecerdasan Majemuk (Multiple Intelligence)*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Riyana, C. 2007. *Pedoman Pengembangan Media Video*. Jakarta: P3AI Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rusman. 2013. *Belajar dan Pembelajaran Berbasis Komputer – Mengembangkan Profesionalisme Guru Abad 21*. Bandung: Alfabeta.
- Waryanto, N. 2008. *Multimedia Interaktif dalam Pembelajaran*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.



Identifikasi Tingkat Keterlaksanaan Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik dalam Implementasi Kurikulum 2013 di Kota Malang

Utari Minangkaning Putri¹, Ibrahim², Murni Saptasari³

^{1,2,3}Pascasarjana Universitas Negeri Malang

Jl.Semarang No.5, Sumbersari, Malang, Jawa Timur

¹email: uta.azka@gmail.com

ABSTRAK

Permendikbud No 81a Tahun 2013 menyebutkan implementasi kurikulum sekolah dilakukan tahun 2013/2014. Penerapan Kurikulum 2013 agar guru mampu menerapkan pembelajaran dengan pendekatan saintifik berpusat kepada peserta didik. Sehingga peneliti tertarik melakukan identifikasi tingkat keterlaksanaan pembelajaran IPA dengan pendekatan saintifik di SMP kota malang. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keterlaksanaan dan kendala guru dalam mengimplementasikan pembelajaran IPA menggunakan pendekatan saintifik. Penelitian ini bersifat deskriptif kualitatif. Lokasi penelitian di SMPN 1 Malang, SMPN 4 Malang, SMPN 5 Malang dan SMP Darul Ulum Malang. Metode pengambilan data dengan wawancara, dokumentasi, observasi, angket, dan catatan anekdot. Analisis data (*reduction, display, verification*) dan pengecekan keabsahan temuan. Hasil keterlaksanaan pembelajaran di SMP Kota Malang dengan pendekatan saintifik oleh guru 85% dan peserta didik 86.5% (SMPN 1 oleh guru 84% dan peserta didik 88%, SMPN 4 oleh guru 89% dan peserta didik 88%, SMPN 5 oleh guru 73% dan peserta didik 76%, di SMP Darul Ulum oleh guru 94% dan peserta didik 94%). Kesimpulan dari penelitian ini adalah pada pembelajaran IPA menggunakan pendekatan saintifik kegiatan menanya oleh peserta didik masih terbatas. guru belum maksimal menggunakan model, metode serta terkendala fasilitas sarana prasana sekolah.

Kata Kunci: Kurikulum 2013, pendekatan saintifik, pelajaran IPA.

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana mewujudkan suasana belajar dan pembelajaran agar peserta didik aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara (UU RI No 20, 2003). Tujuan pendidikan adalah mengembangkan potensi peserta didik menjadi manusia beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab (UU RI No 20, 2003). Untuk mencapai tujuan pendidikan butuh sumber daya manusia yang berkualitas dan perlu penataan sistem pendidikan. Pemerintah mengupayakan dengan dikeluarkannya perubahan PPRI No 32, 2013. berkaitan dengan pasal yang berhubungan dengan kurikulum.

Pengaturan kurikulum yang tertuang pada Permendikbud No 81a Tahun 2013 tentang implementasi kurikulum menyebutkan implementasi kurikulum pada sekolah dilakukan bertahap mulai

tahun pelajaran 2013/2014. Lampiran IV Permendikbud No 81a Tahun 2013, menyebutkan, di dalam pembelajaran peserta didik didorong menemukan sendiri dan mentransformasikan informasi. Mengecek informasi baru dengan yang sudah ada dalam ingatannya, dan melakukan pengembangan menjadi informasi atau kemampuan yang sesuai dengan lingkungan dan tempat hidup. Guru memberi kesempatan peserta didik menemukan, menerapkan ide mereka sendiri, untuk belajar. Semua mata pelajaran, tidak terkecuali pelajaran IPA harus bergeser dari "diberi tahu" menjadi "aktif mencari tahu". Untuk melaksanakan pembelajaran, semua guru termasuk guru IPA harus punya kompetensi pedagogi, profesional, kepribadian dan sosial profesional yang diperoleh melalui pendidikan profesi (PP RI No 74, 2008).

Sistem Elektronik Pemantau Implementasi Kurikulum 2013, menyebutkan profinsi jawa timur mengimplementasikan Kurikulum 2013 dengan jumlah sekolah terbanyak, termasuk kota Malang berada di dalamnya. Berdasarkan wawancara spontan dari beberapa guru IPA di SMP Kota Malang, bahwa

sebelum diberlakukannya Kurikulum 2013 pihaknya sudah memberlakukan pembelajaran aktif, kreatif, efektif, inovatif, menyenangkan.

Harapan Kurikulum 2013 peserta didik memiliki sikap spiritual, sosial, pengetahuan, dan ketrampilan lebih baik, kreatif, inovatif, serta produktif. Guru harus mampu menerapkan pembelajaran dengan pendekatan saintifik dan berpusat kepada peserta didik. Oleh karena itu kesiapan guru dan peserta didik dalam pembelajaran IPA menggunakan pendekatan saintifik perlu diidentifikasi guna mengetahui tingkat keterlaksanaan pembelajara dan kendala yang dihadapi dalam proses pembelajaran. Hal tersebut membuat peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul **"Identifikasi Tingkat Keterlaksanaan Pembelajaran IPA dengan Pendekatan Saintifik dalam Implementasi Kurikulum 2013 di SMP Kota Malang"**. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keterlaksanaan dan kendala guru dalam mengimplementasikan pembelajaran IPA menggunakan pendekatan saintifik.

METODE

Penelitian ini dilakukan tahun 2014 di SMP Kota Malang yang telah mengimplementasikan Kurikulum 2013. Peneliti mengambil 4 sampel kelas VII , yaitu SMPN 1 Malang, SMPN 4 Malang, SMPN 5 Malang dan SMP Darul Ulum Agung Malang. Penelitian ini bersifat deskriptif kualitatif dan jenis datanya primer dan data sekunder. Lofland (1984), menyatakan data utama penelitian deskriptif kualitatif adalah kegiatan yang diamati, wawancara, selebihnya data tambahan seperti dokumen, arsip dan lain sebagainya. Moleong (1989) menyatakan penguraian data bergantung pada peneliti untuk menjaringnya.

Peneliti melakukan pendekatan kepada subjek penelitian, dengan fokus mencari data yang berkaitan dengan keterlaksanaan pembelajaran dengan pendekatan saintifik dalam pembelajaran Kurikulum 2013. Teknik pengumpulan data menggunakan wawancara, studi dokumentasi, observasi, angket, dan catatan anekdot. Penilaian observasi peneliti menggunakan skala Guttman yang tipe jawabannya

tegas (jawaban "Ya" diberi nilai 1 jawaban "Tidak" diberi nilai 0).

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Scor yang diperoleh}}{\text{Scor maksimal}} \times 100$$

Analisis data dengan cara *data redution, data display, verification*. Miles dan Hubermen (1984), mengemukakan aktivitas analisis data kualitatif dilakukan secara interaktif, terus menerus sampai tuntas berupa teks bersifat naratif. *Data Reduction* dilakukan dengan mengumpulkan data di lapangan kemudian dipilah, disusun secara sistematis, data yang tidak berkaitan dengan penelitian di reduksi. *Data Display* dalam bentuk hubungan antar kategori, kemudian disusun sesuai katagori sejenis. *Verification* dilakukan dengan menganalisis hasil penyajian data dari beberapa sumber dan mengaitkan dengan pendekatan teori yang terdapat pada bagian kajian pustaka yang sesuai dengan fokus penelitian.

Pada penelitian ini dilakukan tiga uji keabsahan temuan yaitu uji kredibilitas, uji dependability dan uji konfirmability. Pada uji *kredibilitas* peneliti melakukan Perpanjangan pengamatan, menggunakan bahan pendukung yang membuktikan data yang telah ditemukan, triangulasi (sumber data , teknik, dan waktu), dan *member chek*. Pada uji *Depenability/ Reabilitas* peneliti menunjukkan bukti konkrit terkait kegiatan yang pernah dilakukan agar jejak aktifitas lapangan benar terjadi. Pada uji *konfirmability* dilakukan kepada peserta didik untuk dapat dikatakan obyektif atas kesepakatan banyak orang.

HASIL

A. Hasil Identifikasi Tingkat Keterlaksanaan Pembelajaran IPA dengan Pendekatan Saintifik di SMP Kota Malang

Keseluruhan data yang diperoleh dari hasil observasi tertulis menggunakan lembar catatan anekdot dan instrument lembar pengamatan guru dan peserta didik dalam mengimplementasikan pembelajaran dengan pendekatan saintifik seperti pada Tabel 1-5.

Tabel 1. Hasil Identifikasi Keterlaksanaan Proses Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik oleh Guru dan Peserta Didik di SMPN 1 Malang

Pelaksana	Tahapan Pembelajaran Pendekatan Saintifik						
	Pendahuluan %	Mengamati %	Menanya %	Mengumpul- kan Informasi %	Mengolah Informasi %	Mengkomu- nikasikan %	Penutup %
Guru	86	100	100	100	100	100	67
Peserta didik	83	100	100	100	100	100	80

Tabel 2. Hasil Identifikasi Keterlaksanaan Proses Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik oleh Guru dan Peserta Didik di SMPN 4 Malang

Pelaksana	Tahapan Pembelajaran Pendekatan Saintifik						
	Pendahuluan %	Mengamati %	Menanya %	Mengumpulkan Informasi %	Mengolah Informasi %	Mengkomunikasikan %	Penutup %
Guru	86	100	100	100	100	100	83
Peserta didik	83	100	100	100	100	100	100

Tabel 3. Hasil Identifikasi Keterlaksanaan Proses Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik oleh Guru dan Peserta Didik di SMPN 5 Malang

Pelaksana	Tahapan Pembelajaran Pendekatan Saintifik						
	Pendahuluan %	Mengamati %	Menanya %	Mengumpulkan Informasi %	Mengolah Informasi %	Mengkomunikasikan %	Penutup %
Guru	57	100	100	100	100	100	66
Peserta didik	67	100	0	100	100	100	80

Tabel 4. Hasil Identifikasi Keterlaksanaan Proses Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik oleh Guru dan Peserta Didik di SMP Darul Ullum Agung Malang

Pelaksana	Tahapan Pembelajaran Pendekatan Saintifik						
	Pendahuluan %	Mengamati %	Menanya %	Mengumpulkan Informasi %	Mengolah Informasi %	Mengkomunikasikan %	Penutup %
Guru	100	100	100	100	100	100	83
Peserta didik	100	100	0	100	100	100	80

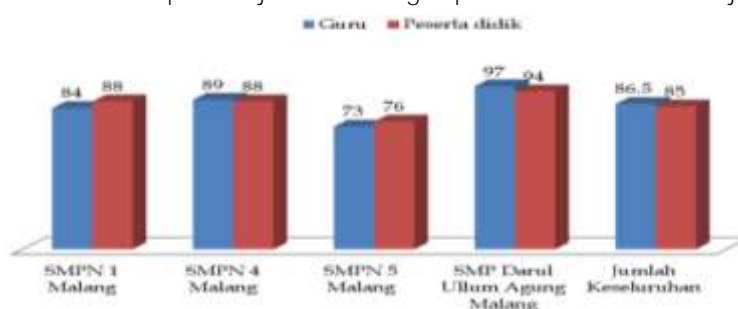
Tabel 5. Hasil Identifikasi Keterlaksanaan Tahapan Proses Pembelajaran IPA Menggunakan Pendekatan Saintifik Secara Keseluruhan oleh Guru dan Peserta Didik di SMP Kota Malang

Sekolah	A		B		C		D		E		F		G	
	G	PD	G	PD	G	PD	G	PD	G	PD	G	PD	G	PD
1	86	83	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	67	80
4	86	83	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83	100
5	57	67	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100	66	80
DU	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100	83	80
JML	82	83	100	100	100	50	100	100	100	100	100	100	74	85

Keterangan

- G : Guru
- PD : Peserta didik
- 1 : SMPN 1 Malang
- 4 : SMPN 4 Malang
- 5 : SMPN 5 Malang
- DU : SMP Darul Ullum Agung Malang
- JML : Jumlah %
- A : Pendahuluan
- B : Mengamati
- C : Menanya
- D : Mengumpulkan informasi
- E : Mengolah Informasi
- F : Mengkomunikasikan
- G : Penutup

Keterlaksanaan secara keseluruhan pembelajaran IPA dengan pendekatan saintifik disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Identifikasi Keterlaksanaan Secara Keseluruhan Pembelajaran IPA dengan Pendekatan Saintifik di SMP Kota Malang

B. Kendala yang Dihadapi Guru dan Peserta Didik dalam Pembelajaran IPA dengan Pendekatan Saintifik di SMP Kota Malang

Dari hasil beberapa teknik pengumpulan data disebutkan bahwa di dalam kegiatan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik oleh guru dan peserta didik masih terkendala oleh kegiatan menanya. Peserta didik merasa kesulitan untuk mengeluarkan pertanyaan walaupun sudah diberikan pancingan serta arahan saat kegiatan pembelajaran. Kesulitan ataupun malu bertanya hampir terjadi pada semua peserta didik, hanya beberapa saja dari satu kelas yang berani untuk mengeluarkan pertanyaan. Selain itu ada beberapa aspek yang mempengaruhi dalam mengajar yaitu kemampuan menguasai bahan ajar, kemampuan mengelola kelas, kemampuan menggunakan metode, media dan sumber belajar dan kemampuan melakukan penilaian baik proses maupun hasil.

Berdasarkan hasil wawancara menyebutkan beberapa guru mengaku kesulitan dan belum terbiasa mengajarkan materi yang bukan bidangnya. Sehingga pemahaman peserta didik di dalam pembelajaran tidak terbentuk secara maksimal. Apa yang disampaikan oleh guru kepada peserta didik belum tentu dapat diterima dengan baik karena guru tidak menguasai materi ajar. Sehingga pemahaman peserta didik di dalam pembelajaran tidak terbentuk secara maksimal.

Kemampuan mengelola kelas sebagian guru IPA di SMP Kota Malang masih kurang. Kendala mengelola kelas berpengaruh pada efektifitas dan efisiensi pembelajaran. Misalnya pada saat kegiatan demonstrasi kelas, peserta didik merasa tidak nyaman karena jumlah peserta didik terlalu banyak, dan beberapa lainnya ramai. Guru terpaksa menghabiskan waktu untuk memarahi atau menegur perilaku peserta didik yang menyimpang. Beberapa peserta didik tidak memikirkan dan terlibat pembelajaran yang berlangsung. Sementara itu guru asyik menerangkan pelajaran di depan kelas dan peserta didik asyik pula bercengkrama dengan temannya.

Kemampuan guru menggunakan metode, media dan sumber belajar sangat minim. Beberapa guru mengajar tidak sesuai dengan RPP yang dibuat dan bahkan tidak memakai RPP. Dengan berbagai pertimbangan waktu dan kesibukan guru tersebut

memberi alasan. Sehingga terjadi beberapa guru mengajar dengan metode yang membosankan, dan kurang kreatif. Beberapa guru lebih memilih menggunakan metode ceramah karena bagi mereka metode tersebut lebih praktis. Beberapa guru juga jarang menggunakan media pembelajaran dan tidak menggunakan fasilitas yang di berikan oleh sekolah secara maksimal. Akibatnya beberapa peserta didik kesulitan mencerna materi tanpa bantuan media. Kesadaran guru akan perkembangan teknologi masih kurang sehingga kegiatan pembelajaran tidak maksimal.

Beberapa sekolah masih terbatas sarana dan prasarannya sehingga seringkali guru mengakali praktikum dengan kegiatan yang lainya. Dan juga sering mengadakan kelompok besar karena alat terbatas. Kelompok besar menurut guru tidak efektif dalam pembelajaran karena peserta didik lebih cenderung ramai.

Beberapa guru mengaku masih terkendala pada kegiatan penilaian proses belajar peserta didik. Guru mengaku merasa kesulitan di dalam melakukan penilaian karena peserta didik terlalu banyak, sedangkan waktu yang digunakan untuk menilai sangat singkat. Sehingga seringkali guru melakukan penilaian peserta didik asal salan tidak sesuai dengan kenyataan pada saat kegiatan pembelajaran.

PEMBAHASAN

A. Identifikasi Tingkat Keterlaksanaan Pembelajaran IPA Dengan Pendekatan Saintifik di SMP Kota Malang

1. Kegiatan pendahuluan

Kegiatan pendahuluan pada pembelajaran IPA menggunakan pendekatan saintifik di kota Malang oleh guru 82% dan peserta didik 83%. Sebagian guru terbiasa mengaplikasikan dengan baik kegiatan pendahuluan. Kegiatan pendahuluan seperti menjadi hal yang biasa dilakukan, tetapi apabila tidak dilakukan dengan baik akan mengganggu kegiatan belajar untuk selanjutnya. Proses pembelajaran akan berhasil dengan baik apabila guru dapat mengkondisikan kegiatan belajar secara efektif. Kegiatan pendahuluan yang baik adalah apabila guru dan peserta didik siap secara psikis dan fisik mengikuti proses pembelajaran dengan baik. Guru dan peserta didik datang tepat waktu, mengucapkan salam,

berdoa sebelum kegiatan belajar dimulai, memotivasi peserta didik. Selain itu guru mengajukan pertanyaan terkait pengetahuan sebelumnya dengan materi yang akan dipelajari, menjelaskan tujuan pembelajaran atau kompetensi dasar yang akan dicapai, menyampaikan cakupan materi dan penjelasan uraian kegiatan sesuai silabus. Kegiatan ini dilakukan terutama untuk menciptakan suasana awal pembelajaran untuk mendorong peserta didik fokus mengikuti proses pembelajaran dengan baik.

Ada beberapa guru dan peserta didik di SMP kota Malang yang melupakan kegiatan pendahuluan dengan baik. Guru tidak mengikuti kegiatan berdoa didalam proses pembelajaran. Menurut Permendikbud No 81A Tahun 2013, kegiatan berdoa sebelum proses pembelajaran penting, berkaitan dengan sikap diri terhadap Tuhan Yang Maha Esa, terangkum dalam KI-1 sikap spiritual yang terkait dengan pembentukan peserta didik yang beriman dan bertakwa. Sikap spiritual sebagai perwujudan dari menguatnya interaksi vertikal dengan Tuhan Yang Maha Esa. Harapannya dengan membiasakan berdoa, antara peserta didik dan guru tercipta kedamaian hati, pikiran, dan perasaan. Kedamaian tersebut membuat kelancaran untuk proses pembelajaran.

Kegiatan guru menyampaikan tujuan pembelajaran hanya sebagian yang terlaksana dengan baik. Beberapa guru tidak menyebutkan tujuan pembelajaran karena tidak terkoordinasi dengan baik rancangan pembelajarannya. Hal ini seharusnya tidak boleh dilupakan oleh guru dalam mengajar. Karena dengan adanya tujuan pembelajaran yang jelas, peserta didik dapat dengan mudah memusatkan pikiran.

Kegiatan memotivasi peserta didik dilakukan guru dengan berbagai cara sesuai manfaat dan aplikasi materi ajar dalam kehidupan sehari-hari. Di SMPN 1 Malang guru memberikan motivasi kepada peserta didik melalui video dan terbiasa memberikan tes awal kepada peserta didik. Dengan dilakukan tes tersebut, menguji tingkatan pengetahuan peserta didik terhadap materi yang akan disampaikan. Menurut peneliti, kegiatan tes awal pembelajaran dalam pendahuluan bermanfaat untuk mengetahui kemampuan

awal peserta didik. Dengan mengetahui kemampuan awal peserta didik guru dapat menentukan penyampaian pelajaran yang akan di tempuhnya. Di SMPN 4 dan SMPN 5 Malang guru memotivasi peserta didik dengan mendemonstrasikan, menampilkan video, dan mengajukan pertanyaan tentang hal yang akan dipelajari. Dengan demonstrasi peserta didik dirangsang aktif mengamati, menyesuaikan teori dengan kenyataan. Tetapi dalam hal ini kegiatan demonstrasi membuat kegiatan belajar mengajar tidak nyaman karena jumlah peserta didik banyak menghalangi peserta didik lain melihat dengan jelas apa yang didemonstrasikan.

2. Kegiatan Inti

a. Mengamati

Keterlaksanaan kegiatan mengamati pada pembelajaran IPA dengan pendekatan saintifik oleh guru dan peserta didik sebesar 100%. Kegiatan mengamati dalam pembelajaran sebagaimana disampaikan dalam Permendikbud Nomor 81a (2013), guru membuka secara luas dan bervariasi kesempatan peserta didik untuk melakukan pengamatan melalui kegiatan: melihat, menyimak, mendengar, dan membaca. Guru memfasilitasi peserta didik untuk melakukan pengamatan, melatih mereka untuk memperhatikan (melihat, membaca, mendengar) hal yang penting dari suatu benda atau objek. Kompetensi yang diharapkan adalah melatih kesungguhan, ketelitian, dan mencari informasi. Kegiatan mengamati di SMP Kota Malang yang mengimplementasikan Kurikulum 2013 oleh guru dan peserta didik sebesar 100%. Di SMPN 1 Malang guru memberikan kesempatan peserta didik untuk menyimak contoh soal dan penyelesaiannya, kemudian peserta didik mencoba sendiri menyelesaikan tugasnya. Menurut peneliti kegiatan tersebut diatas bentuk dari teori belajar behaviorisme. Dalam kegiatan pembelajaran pengetahuan yang sudah terstruktur dengan rapi, obyektif, tetap, dan tidak berubah. Sehingga peserta didik memiliki pemahaman yang sama seperti yang diajarkan guru (Slavin, 2000). Kegiatan guru di SMPN 5 Malang menggunakan demonstrasi didepan kelas. Terdapat sedikit

kekurangan yaitu guru menyampaikan materi terlalu monoton, terlalu banyak berceramah, dan kurang penguasaan materi. Menurut peneliti guru hanya mentransfer ilmu tanpa peduli apakah ilmu tersebut dapat dipahami oleh peserta didik atau tidak. Keterlaksanaan mengamati di SMP Darul Ullum Agung Malang guru memberikan ceramah, dan menggambarkan dipapan tulis materi yang diajarkan. Hal ini menjadikan suasana belajar menjadi membosankan, peserta didik tidak disiplin, dan peserta didik tidak mempersiapkan pembelajaran dengan baik. Keadaan peserta didik seperti ini terjadi karena minat belajar peserta didik rendah dan tidak tertarik dengan pelajaran yang diajarkan oleh guru, sehingga peserta didik tidak bersungguh-sungguh menyiapkan segala sesuatu dengan baik. Oleh karena itu perlu adanya peningkatan kreatifitas guru dalam mengajar dan membiasakan sikap disiplin kepada peserta didik.

b. Kegiatan Menanya

Tahap menanya di SMP Kota Malang yang mengimplementasikan Kurikulum 2013 dengan pendekatan saintifik oleh guru 100% dan peserta didik 50%. Cara mengajar guru monoton, kurang menarik, dan pergerakan guru didalam kelas kurang dinamis, dan tidak menggunakan metode, model dan media secara maksimal. Konsentrasi belajar peserta didik dipengaruhi oleh perasaan peserta didik dalam minatnya terhadap belajar. Peserta didik yang tidak senang dalam belajar dan tidak berminat dalam materi pelajaran, akan mengalami kesulitan dalam memusatkan pikirannya dalam bertanya. Peserta didik hanya terdiam saat ditanya dan tidak mengeluarkan pertanyaan bila diberi kesempatan bertanya. Peserta didik hanya berinteraksi sesama anggota kelompok yang menyebabkan kegaduhan dikelas saat pembelajaran. Oleh karena itu guru harus pandai manajemen kelas supaya kelas tetap dalam kondisi terkendali dengan baik.

Menurut Insih (2012), guru perlu menggunakan dan mempertimbangkan variasi manajemen kelas, pengelompokan, strategi dan metode mengajar. Parameter persiapan guru yang memiliki standar

keterampilan umum mengajar, harus menunjukkan guru bisa memfariasikan aksi, strategi dan metode pembelajaran guna mengembangkan keterampilan dan tingkat pemahaman peserta didik. Guru mengembangkan pembelajaran dengan perbedaan kemampuan, kebutuhan, minat dan latar belakang peserta didik. Guru perlu menggunakan teknologi komputer untuk mengakses sumber, mengumpulkan dan memproses serta memfasilitasi pembelajaran IPA.

Untuk menarik minat bertanya peserta didik guru lebih sering memancing dengan pertanyaan yang diberikan. Sehingga kemampuan peserta didik merumuskan pertanyaan untuk berpikir kritis menjadi terhambat. Menurut gagasan peneliti, mengaktifkan peserta didik tidak hanya ditugaskan untuk menerima atau mendengarkan apa yang guru telah jelaskan tetapi peserta didik harus terlibat dalam bertanya, bekerja dalam kelompok, membantu peserta didik lainnya, dan menunjukkan pemikiran kritis dan kreatif. Peserta didik perlu dibimbing untuk mengembangkan rasa ingin tahunya dan mengajukan pertanyaan. Untuk menarik minat bertanya peserta didik guru SMPN 4 Malang menggunakan *discovery learning* dalam belajar mengajar. Peserta didik menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan, kemudian guru memberikan materi. Peserta didik diberikan kebebasan bereksperimen tanpa adanya instruksi dari guru. Model *discovery* memberi kesempatan peserta didik bergerak sesuai kemampuannya sendiri, sehingga peserta didik mengarahkan sendiri cara belajarnya sehingga ia lebih merasa terlibat dan bermotivasi sendiri untuk belajar. (Suryobroto, 2010).

c. Mengumpulkan dan Mengasosiasikan

Keterlaksanaan mengumpulkan informasi di SMPN Kota Malang oleh guru dan peserta didik sebesar 100%. Peserta didik mengolah informasi yang dikumpulkan dari berbagai sumber untuk menemukan keterkaitan satu informasi dengan informasi lainnya, sehingga peserta didik menemukan pola keterkaitan

informasi tersebut. Di SMPN 1 Malang guru memberikan soal uraian berkaitan dengan fakta yang ada pada kehidupan sehari-hari untuk dikerjakan, dan menampilkan video animasi disertai penjelasan kepada peserta didik. peserta didik memproses informasi yang sudah dikumpulkan dari berbagai penjelasan guru, baik lisan maupun tulisan. Peserta didik diberi kesempatan mencoba mengolah informasi dengan mengerjakan soal menghubungkan informasi yang didapat dan mengidentifikasi informasi serta melakukan penyelidikan untuk menyelesaikan soal tersebut. Dalam menyelesaikan masalah, peserta didik memperoleh pengetahuan sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan menyelesaikan masalah.

Di SMPN 4 Malang peserta didik memperoleh informasi dari demonstrasi yang dan tayangan video. Guru memberi kesempatan peserta didik bereksperimen mencari sendiri cara kerjanya, berkarya mengkonstruksi pengetahuan, menghubungkan informasi lain dan membuktikan benar atau tidak hipotesis yang ada pada pemikiran peserta didik. Menurut Syah (2004) untuk menjawab pertanyaan atau membuktikan benar tidaknya hipotesis, dengan demikian peserta didik diberi kesempatan mengumpulkan berbagai informasi yang relevan, membaca literatur, mengamati objek, melakukan uji coba sendiri dan sebagainya. Peserta didik belajar aktif menemukan sesuatu yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi, secara tidak disengaja peserta didik menghubungkan masalah dengan pengetahuan yang telah dimiliki. Menurut Slavin (2000), Peserta didik harus mengkonstruksi pengetahuan itu dan memberi makna melalui pengalaman nyata. Peserta didik menyelesaikan masalah, mencari ide dan membuat keputusan.

Kegiatan tahap mengumpulkan dan mengasosiasikan di SMPN 5 Malang, dilakukan dengan menunjukkan demonstrasi percobaan didepan kelas.

Peserta didik diberi kesempatan untuk mengumpulkan data secara berkelompok. Pola kerja sama dengan baik tidak tampak pada peserta didik karena berjubel. Dimyatin 2006, menyebutkan pola kerja kelompok dengan kerja sama dapat mendorong gagasan kreatifitas peserta didik, mempertahankan nilai sosial. Ketergantungan timbal balik memotivasi peserta didik bekerja keras untuk keberhasilan kelompoknya, dan dapat menghargai gagasan teman. Perlu pantauan dan bimbingan guru agar aktifitas peserta didik terkendali. Peserta didik menulis fenomena yang terjadi dengan teliti, jujur sesuai hasil yang didapat. Guru meminta peserta didik menghubungkan dengan buku teks dan mengaitkan dengan materi pembelajaran Kegiatan mengumpulkan informasi di SMP Darul Ulum Agung Malang oleh guru dan peserta didik 100%. Meskipun minat membaca peserta didik rendah, guru tetap membimbing dan mendorong peserta didik mengumpulkan informasi untuk diolah dengan baik. Guru membimbing peserta didik supaya senang membaca, mengidentifikasi berbagai persoalan, merumuskan berbagai alternatif pemecahan dan perbaikan terhadap persoalan tersebut

d. Mengkomunikasikan hasil

Keterlaksanaan pembelajaran IPA dengan pendekatan saintifik di SMP Kota Malang dalam tahap mengkomunikasikan oleh guru dan peserta didik 100%. Sebagian besar peserta didik menampilkan hasil pengamatan didepan kelas, mengeluarkan sanggahan dan pendapatnya dengan saling menghargai. Peran guru membimbing, penghubung dan fasilitator apabila terjadi kesalahan konsep ilmu yang didapat. Beberapa guru melakukan penilaian terhadap kegiatan mengkomunikasikan, dan beberapa yang lainnya tidak. Sebagai guru IPA menyusun dan menggunakan strategi penilaian yang efektif untuk menentukan latar belakang dan hasil belajar peserta didik serta memfasilitasi perkembangan kemampuan intelektual, sosial dan personal peserta didik sangat diperlukan. Parameter persiapan guru IPA

yang memiliki standar penilaian, harus menunjukkan bahwa guru IPA menggunakan strategi penilaian beragam sesuai tujuan pembelajaran. Seorang guru harus menggunakan hasil penilaian untuk memandu dan memodifikasi pembelajaran lingkungan kelas dan proses penilaian dan menggunakan hasil penilaian untuk menganalisis dan melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan (Insih, 2012).

3. Kegiatan penutup

Keterlaksanaan kegiatan penutup pada pembelajaran IPA dengan pendekatan saintifik oleh guru dan peserta didik di SMP Kota Malang 74% dan peserta didik 85%. Beberapa guru membuat kesimpulan, memberikan umpan balik terhadap hasil pembelajaran, dan memberikan penguatan dalam bentuk lisan. Beberapa guru tidak merefleksi pembelajaran. Diakhir pembelajaran pada tahap penutup alangkah baiknya seorang guru membimbing peserta didik melakukan refleksi pembelajaran. Refleksi dimaksudkan berupa penilaian tertulis peserta didik kepada guru dalam proses belajar mengajar, berisi ungkapan kesan, pesan, harapan serta kritik membangun atas pembelajaran yang diterimanya. Menurut peneliti dengan adanya refleksi didalam pembelajaran dapat diperoleh informasi positif tentang bagaimana cara guru meningkatkan kualitas pembelajarannya sekaligus sebagai bahan observasi untuk mengetahui sejauh mana tujuan pembelajaran itu tercapai. Selain itu, melalui kegiatan refleksi dapat tercapai kepuasan dalam diri peserta didik yaitu memperoleh tempat yang tepat dalam menjalin komunikasi positif dengan guru.

B. Kendala yang Dihadapi Guru dalam Mengimplementasikan Pendekatan Saintifik dalam Pembelajaran IPA

Keterlaksanaan pembelajaran IPA dengan pendekatan saintifik oleh guru dan peserta didik terkendala oleh kegiatan menanya. Pemicu kurangnya bertanya peserta didik karena pembelajaran yang disajikan guru tidak menarik. Guru perlu menyajikan suasana didalam pembelajaran yang berbeda dengan menggunakan

model dan metode yang tepat. Suasana belajar yang menyenangkan akan mempengaruhi semangat dan suasana hati peserta didik. Peserta didik yang memiliki semangat belajar akan mengikuti pelajaran dengan penuh perhatian dan tidak malu mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasannya. Peserta didik yang berminat pada pelajaran akan bertanya, mengenai hal yang belum dimengerti untuk memenuhi rasa ingin tahunya terhadap pelajaran. Adanya minat membuat peserta aktif dan cepat mengerti dalam pelajaran dan tertarik untuk bertanya dalam setiap kesempatan.

Beberapa guru di SMP Kota Malang yang menggunakan pendekatan saintifik masih kurang mendalami materi yang diajarkan. Pelajaran IPA yang didalamnya terdapat biologi, fisika membutuhkan pemikiran khusus untuk guru bukan bidang studinya. Beberapa guru mengaku masih kesulitan dan belum terbiasa mengajarkan materi yang bukan bidangnya. Sehingga pemahaman peserta didik didalam pembelajaran tidak terbentuk secara maksimal. Guru seolah-olah hanya bertugas menstransfer ilmu tanpa peduli apakah ilmu yang diberikan itu dipahami atau tidak oleh peserta didik. Oleh karena itu dibutuhkan kerjasama antar guru serta pelatihan bersama untuk mengatasi kesulitan guru dalam mengajar.

Kemampuan mengelola kelas sebagian guru IPA di SMP Kota Malang masih kurang. Kendala mengelola kelas berpengaruh pada efektifitas dan efisiensi pembelajaran. Banyak waktu belajar terbuang karena gangguan perilaku peserta didik yang menyimpang. Hal ini terjadi karena beberapa guru di SMP Kota Malang tidak merancang RPP sebelum melaksanakan proses belajar mengajar. Beberapa guru pembelajaran tidak sesuai dengan RPP yang dibuat. Dan ada juga RPP yang digunakan guru sama dengan RPP yang digunakan di sekolah lain. Keadaan ini dapat dipahami karena guru terbiasa menerima dalam bentuk format RPP dan bersifat formalitas bukan komponen utama acuan kegiatan pembelajaran. Seharusnya pembelajaran dirancang sebelumnya oleh guru. Rancangan itu berupa persiapan tertulis sebagai panduan guru dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran. Guru bisa memperkirakan kemungkinan yang terjadi selama pembelajaran. Waktu pembelajaran sesuai skenario dari awal sampai akhir sehingga kemungkinan gangguan peserta didik yang

menyimpang dapat diantisipasi dan waktu tidak habis untuk menegur peserta didik.

Kemampuan guru menggunakan metode, media dan sumber belajar sangat minim. Beberapa guru mengajar dengan metode yang membosankan, dan kurang kreatif. Guru tersebut lebih memilih menggunakan metode ceramah karena bagi mereka metode tersebut lebih praktis. Akibatnya beberapa peserta didik kesulitan mencerna materi tanpa bantuan media. Menurut peneliti seharusnya dalam proses belajar mengajar guru harus menghadirkan media belajar. Kerumitan bahan yang akan disampaikan kepada peserta didik dapat disederhanakan dengan bantuan media. Media dapat mewakili apa yang kurang mampu guru ucapkan melalui kata atau kalimat tertentu. Dengan demikian, peserta didik mudah mencerna materi pelajaran.

Beberapa sekolah masih terbatas sarana dan prasarannya sehingga seringkali guru mengakali praktikum dengan kegiatan yang lainya. Dan juga sering mengadakan kelompok besar karena alat terbatas. Kelompok besar menurut guru tidak efektif dalam pembelajaran karena peserta didik lebih cenderung ramai. Menurut peneliti kurangnya sarana dan prasarana disekolah tidak menjadikan alasan untuk tidak berjalanya kegiatan belajar mengajar. Guru harus bisa memanfaatkan hal lain yang bisa menggantikan apa yang tidak ada di sekolah. Guru butuh pemikiran yang kreatif dan inovatif dalam membuat suatu hal yang tidak mungkin menjadi sesuatu yang bermanfaat. Guru perlu menyediakan sumber belajar yang cocok dan beragam dalam kegiatan pembelajaran, tidak menjadikan guru sebagai satu-satunya sumber belajar bagi peserta didik.

Guru merasa kesulitan didalam melakukan penilaian karena peserta didik terlalu banyak, sedangkan waktu yang digunakan untuk menilai sangat singkat. Seharusnya guru menyempatkan untuk melakukan penilaian, meski tidak dilakukan setiap hari. Penilaian sangat penting untuk menentukan kemajuan belajar peserta didik. Penilaian membantu peserta didik mendapat kepuasan atas apa yang telah dikerjakannya. Dengan adanya penilaian juga dapat membantu guru menetapkan apakah metode mengajar yang digunakannya telah memadai atau tidak.

SIMPULAN

Keterlaksanaan pembelajaran IPA dengan pendekatan saintifik dalam kurikulum 2013 SMP di Kota Malang oleh guru sebesar 93% dan peserta didik 87%. Kegiatan mengamati, menanya, mencari informasi, mengolah informasi, dan mengkomunikasikan oleh guru dan peserta didik di beberapa SMP di Kota Malang belum sepenuhnya sempurna. Tidak semua peserta didik berhasil melakukan setiap tahapan dari kegiatan itu dengan baik. Untuk mewujudkan kesempurnaan di dalam pembelajaran IPA dengan pendekatan saintifik, guru dan peserta didik memerlukan proses dan kebiasaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dimiyatin.2006. Belajar dan Pembelajaran. Jakarta: Rineka Cipta.
- Insih. W. 2012. Redesain Kurikulum S1 Pendidikan IPA Menuju Standards for Secondary Science Teacher Preparation.
- Lofland, J., &Lofland, L. H. 1984. Analyzing social settings. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company, Inc.
- Matthew B. Miles and Huberman, M.A Qualitative Data Analysis Secon Edition. 1994. America: Sage Publication Diakses melalui (Online). <http://research.apc.org/images/5/54/Triangulation.pdf> pada 6 Juni 2014.
- Moleong.L.J. 1989. Metodologi Penelitian Kualitatif. Bandung:Remaja Rosda Karya.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 81a Tahun 2013 *Tentang Implementasi Kurikulum* (Online). Diakses melalui <http://akhmadsudrajat.files.wordpress.com/2013/08/permendikbud-nomor-81a-tahun-2013-tentang-implementasi-kurikulum.pdf> pada 2 Januari 2014.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 tahun 2008 *Tentang Guru* (Online). Diakses melalui http://eprints.undip.ac.id/234/1/pp-no-74-tahun-2008_guru.pdf pada 16 Juni 2014.
- Suryosubroto, Metode Discovery Learning. Diakses melalui <http://nilaieka.blogspot.com/2010/01/metodediscoverylearning.html> pada 4 Januari 2014.
- Slavin, R.E. 2000. *Educational Psychology: Theory and Practice*. Sixth Edition. Boston: Allyn and Bacon.

Syah, M. 2004. Psikologi Pendidikan dengan Pendekatan Baru. Bandung: Remaja Rosdakarya

Undang-Undang Republik Indonesia No 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional. (Online)

Diakses melalui
<http://riau.kemenag.go.id/file/file/produkhukum/fcpt1328331919.pdf> pada 2 Januari 2014.



Kebutuhan Tesaurus Biologi di SMK Negeri 1 Tlogosari Bondowoso

Mashudi Hadi Siswoyo¹, Fatchur Rohman², dan Mimien Henie Irawati Al Muhdhar³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Biologi, Pascasarjana Universitas Negeri Malang,

Jl. Semarang No. 5 Malang 65145

¹email: *mashudi3hs@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian tentang Kebutuhan Tesaurus Biologi SMK Negeri 1 Tlogosari bertujuan untuk menganalisis kebutuhan tentang Tesaurus Biologi SMK. Tesaurus dalam hal ini sebuah buku berisi istilah-istilah Biologi SMK yang dilengkapi dengan pengertian dan penjelasannya. Hasil wawancara terhadap siswa kelas X tahun pelajaran 2016-2017 menunjukkan bahwa kepemilikan buku pelajaran yang sesuai dengan kurikulum sangat rendah. Dengan ketiadaan bahan ajar atau ada namun urutan penyajiannya belum sesuai dengan silabus SMK sehingga hal tersebut menyebabkan apa yang dipelajari dengan hasil belajar menjadi tidak sesuai. Sebuah solusi berupa Tesaurus Biologi SMK diharapkan membantu siswa menguasai konsep biologi dan meningkatkan hasil belajar mereka. Penyusunan Tesaurus Biologi dilakukan dengan identifikasi istilah-istilah pokok biologi untuk SMK, mengurutkan sesuai abjad per tema, dan memberi penjelasan masing-masing istilah tersebut. Tesaurus Biologi yang dihasilkan mencapai 724 istilah pokok dengan pengertian dan penjelasannya. Buku Tesaurus Biologi SMK juga dilengkapi dengan indeks untuk memudahkan pencarian dan temu kembali. Tesaurus Biologi SMK tersebut telah divalidasi menggunakan skala 1-4 oleh ahli materi dengan skor 3,67 tergolong sangat baik. Hasil uji validitas oleh ahli bahan ajar tesaurus dengan skor 3,79 tergolong sangat baik.

Kata Kunci: Tesaurus; biologi; SMK

PENDAHULUAN

Biologi sebagai salah satu bidang IPA menyediakan berbagai pengalaman belajar untuk memahami konsep dan proses sains. Biologi merupakan salah satu mata pelajaran yang memuat kajian tentang bagaimana mengidentifikasi makhluk hidup dan tidak hidup, mengembangkan bioteknologi, dan mendeskripsikan keseimbangan lingkungan. Sebagai pengampu mata pelajaran Biologi, banyak sekali istilah yang harus dihafal dan dipahami siswa. Proses pemahaman tersebut menjadi lebih sulit dilakukan karena banyak istilah dari bahasa asing, seperti bahasa Latin dan bahasa Inggris, juga banyak sekali istilah bahasa Indonesia yang berasal dari istilah asing atau kata serapan. Usaha pengumpulan padanan istilah menjadi penting dilakukan untuk membantu hafalan dan pemahaman siswa.

Kesulitan siswa SMK Negeri 1 Tlogosari dalam menghafal dan memahami istilah Biologi ditunjukkan dari hasil belajar mereka. Pada analisis hasil belajar 3 tahun berturut-turut, mereka gagal menguasai 42 dari 45 Kompetensi Dasar (KD) yang terdapat dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Hanya pada 3 KD terdapat 80 persen atau lebih siswa yang dapat menjawab dengan benar.

Kesulitan siswa dalam pemahaman istilah biologi juga disebabkan oleh buku pelajaran mereka (Dikmenli *et al.*, 2009). Buku pelajaran biologi untuk SMK sangat minim, sedangkan buku yang memuat keseluruhan konsep biologi SMK belum ditemukan, kecuali kamus biologi. Di pasaran sudah terdapat kamus biologi yang berasal dari banyak ahli, namun kamus biologi yang disusun untuk siswa SMK juga belum ditemukan. Sebagaimana kita ketahui, kamus itu membantu pengguna baik siswa maupun guru dalam memahami makna kata biologi.

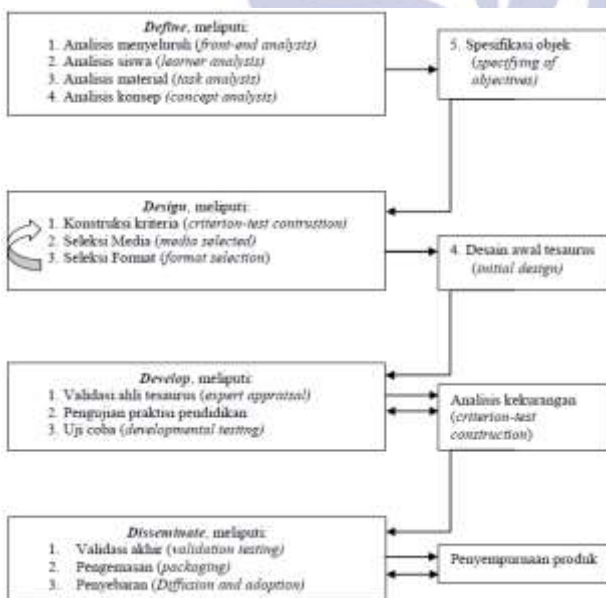
Tesaurus adalah kamus dengan kosakata terstruktur dan terkontrol hingga konsep disajikan dengan beberapa syarat, disusun sedemikian hingga hubungan antar konsep begitu eksplisit, dan urutan mengacu pada sinonim dan sinonim semu (Ryan, 2014). Tesaurus juga dikembangkan dalam upaya membantu pemahaman kata-kata (Rochimah dan Romy, 2004). Pemanfaatan Tesaurus yang dipadukan dengan berbagai model pembelajaran sehingga pembelajaran dapat berlangsung dengan menyenangkan dan lebih berkesan (Rohman dan Al Muhdhar, 2012a). Penggunaan Tesaurus dipadu dengan model pembelajaran *Team Games Tournament (TGT)* mampu meningkatkan pemahaman konsep pada

perkuliahan Ekologi dasar di Universitas Negeri Malang (Rohman dan Al Muhdhar, 2012b).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan tentang Tesaurus Biologi SMK. Tesaurus Biologi SMK diharapkan akan membantu proses pembelajaran Biologi khususnya di SMK dengan bidang keahlian Agribisnis dan Agroteknologi. Tesaurus yang dikembangkan berbentuk buku memberikan kelonggaran bagi penggunaanya untuk dibaca dan digunakan dimana saja.

METODE

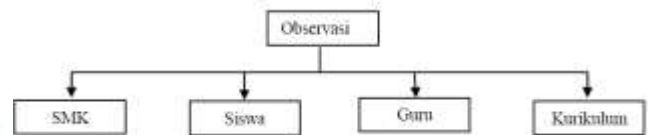
Penelitian tentang kebutuhan Tesaurus Biologi SMK Negeri 1 Tlogosari bertujuan untuk menganalisis kebutuhan terhadap Tesaurus Biologi SMK, yaitu sebuah buku berisi istilah-istilah biologi SMK dengan dilengkapi pengertian dan penjelasan. Rancangan penelitian secara keseluruhan diadaptasi dari model pengembangan yang dirancang oleh Thiagarajan *et al* (1974), yaitu model 4-D yang terdiri atas 4 tahap: (1) *define* (mendefinisikan); (2) *design* (mendesain); (3) *develop* (mengembangkan); dan (4) *disseminate* (menyebarkan). Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian Secara Keseluruhan

Pada tahap mendefinisikan (*define*), terdapat lima langkah yang dilakukan, yaitu (1) analisis menyeluruh (*front-end analysis*); (2) analisis siswa (*learner analysis*); (3) analisis material (*task analysis*); (4) analisis konsep (*concept analysis*); dan (5) spesifikasi objek (*specifying objectives*). Pada tahap mendefinisikan

(*define*) tersebut dilakukan beberapa observasi, diantaranya observasi sekolah oleh peneliti, analisis kebutuhan siswa, wawancara siswa, analisis hasil belajar siswa, analisis kebutuhan guru, dan analisis kurikulum. Adapun tujuan dari tahap mendefinisikan (*define*) untuk mengetahui kondisi belajar siswa dan menemukan kebutuhan yang diperlukan oleh siswa. Kegiatan observasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Tahapan Pendefinisian dengan Beberapa Observasi.

Beberapa observasi yang dilakukan pada tahap mendefinisikan (*define*) termasuk metode campuran (*mixed methode*) (Creswell, 2009). Berbagai data hasil observasi dibandingkan dengan strategi triangulasi konkuren (Leedy & Ormrod, 2005; Sugiyono, 2014) untuk menganalisis kebutuhan Tesaurus Biologi. Data yang dimaksud adalah data kuantitatif berupa hasil analisis kebutuhan siswa, data analisis kebutuhan guru, dan data hasil belajar siswa, serta data kualitatif berupa hasil wawancara pada siswa.

Hasil observasi antara lain guru dan siswa SMK Negeri 1 Togosari kesulitan menemukan buku biologi untuk SMK, jika ada tata urutan isi tidak sesuai dengan kurikulum. Pembelajaran dalam satu semester seringkali memanfaatkan gabungan beberapa jilid buku, sedangkan latar belakang siswa SMK Negeri 1 Tlogosari rerata berasal dari keluarga menengah ke bawah hingga tidak mampu memiliki banyak buku. Oleh karena itu pengembangan bahan ajar yang sesuai dengan kurikulum dan ringkas menjadi permasalahan. Pengembangan tesaurus yang berisi konsep pokok biologi SMK secara menyeluruh dalam satu jilid kecil diharapkan menjadi pemecahan dari permasalahan tersebut.

Setelah diperoleh analisis data yang menyatakan kebutuhan terhadap tesaurus maka langkah selanjutnya diteruskan dengan mengumpulkan konsep-konsep yang dianggap sulit oleh siswa. Konsep-konsep sulit yang diperoleh dari analisis nilai hasil belajar tersebut menjadi database konsep mendesain (*design*) tesaurus pada tahap selanjutnya.

Tahap selanjutnya mendesain (*design*), di dalamnya terdapat empat langkah meliputi: (1) konstruksi kriteria (*constructing criterion - referenced*

test); seleksi media (*media selection*); seleksi format (*format selection*); dan desain awal tesaurus (*initial design*). Hasil tahap mendesain (*design*) antara lain dipilih format media cetak berupa buku bukan elektronik. Buku dapat dipakai oleh seluruh siswa SMK Negeri 1 Tlogosari karena tidak membutuhkan perlengkapan tambahan seperti komputer jika dikembangkan secara elektronik. Selain itu dapat digunakan kapan saja dan dimana saja tanpa sumber listrik. Alasan tersebut tepat untuk siswa SMK Negeri 1 Tlogosari yang kebanyakan tinggal di pinggiran dan di dalam perkebunan-perkebunan di wilayah Bondowoso.

Hasil dari tahap mendesain (*design*) adalah desain awal Tesaurus Biologi SMK. Selanjutnya desain awal tersebut masuk tahap mengembangkan (*develop*), yaitu validasi para ahli, yang terdiri dari ahli bahan ajar dan ahli materi biologi.

HASIL

Hasil analisis kebutuhan berupa perlunya bahan ajar yang penyajiannya sesuai dengan silabus. Sebuah solusi berupa Tesaurus Biologi SMK, yaitu buku yang berisi istilah Biologi SMK dengan pengertian dan penjelasan. Tesaurus Biologi SMK yang dihasilkan mencapai 724 istilah pokok dengan pengertian dan penjelasannya. Secara garis besar istilah tersebut disusun menurut tema berdasarkan urutan Kompetensi Dasar (KD) dalam kurikulum 2013 revisi 2016 bidang keahlian Agribisnis dan Agroteknologi, yaitu (1) lingkup biologi, (2) sel, (3) jaringan dan organ, (4) enzim dan metabolisme, (5) jamur, (6) virus dan protista, (7) bakteri, (8) pertumbuhan dan perkembangan, (9) reproduksi, (10) limbah, (11) ekosistem, (12) dampak polusi, (13) keanekaragaman hayati, (14) genetika, dan (15) bioteknologi. Buku Tesaurus Biologi SMK juga dilengkapi dengan indeks untuk memudahkan pencarian dan temu kembali.

PEMBAHASAN

Uji validitas oleh ahli bahan ajar tesaurus telah dilakukan pada produk. Ahli bahan tesaurus yang dimaksud adalah Fatchur Rohman dan Mimien Henie Irawati Al Muhdhar. Beliau berdua adalah dosen Universitas Negeri Malang yang aktif mengembangkan tesaurus. Hasil uji validitas dari aspek pengembangan bahan ajar tesaurus dapat dijelaskan sebagai berikut. Rata-rata skor validitas bahan ajar tesaurus mencapai

3,79 tergolong sangat baik. Hasil uji validitas oleh ahli tesaurus secara lebih rinci disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Validitas oleh Ahli Tesaurus

Aspek Validasi	Sub Aspek Validasi	Skor
Bahan ajar	Relevansi	3,8
	Keakuratan	4,0
	Kelengkapan Sajian	3,0
	Kesesuaian Sajian dengan Tuntutan Pembelajaran yang Terpusat pada Peserta Didik	3,5
	Kesesuaian Bahasa dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Baik dan Benar	4,0
	Kegrafisan	4,0
	Manfaat	4,0
Rata-rata		3,79

Keterangan:

- 1 = tidak sesuai, tidak baik
- 2 = kurang sesuai, kurang baik
- 3 = sesuai, baik
- 4 = sangat sesuai, sangat baik

Produk juga telah dilakukan uji validitas oleh ahli materi. Ahli materi yang dimaksud adalah Fatchur Rohman. Beliau adalah dosen ekologi di Universitas Negeri Malang. Hasil uji validitas dari aspek materi isi tesaurus dapat dijelaskan sebagai berikut. Rata-rata skor validitas media tesaurus mencapai 3,67 tergolong sangat baik. Hasil uji validitas oleh ahli materi secara lebih rinci disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas oleh Ahli Materi

Aspek Validasi	Sub Aspek Validasi	Skor
Materi isi	Koherensi dan keruntutan alur berfikir	3,7
	Keakuratan	3,5
	Kebenaran konsep materi	3,8
Rata-rata		3,67

Keterangan:

- 1 = tidak sesuai, tidak baik
- 2 = kurang sesuai, kurang baik
- 3 = sesuai, baik
- 4 = sangat sesuai, sangat baik

Dengan demikian hasil uji validitas baik oleh ahli tesaurus dan ahli materi menerangkan bahwa produk Tesaurus Biologi SMK tergolong sangat baik. Dengan hasil validitas yang sangat baik tersebut Tesaurus Biologi SMK dianggap layak menjawab kebutuhan tesaurus biologi di SMK Negeri 1 Tlogosari Bondowoso.

Setelah produk Tesaurus Biologi SMK selesai diuji validitas oleh ahli tesaurus dan ahli materi, selanjutnya diharapkan dapat dilakukan uji coba pada siswa SMK Negeri 1 Tlogosari. Uji coba dimaksudkan untuk mengetahui keefektifan produk Tesaurus Biologi

SMK dalam meningkatkan hasil belajar siswa di SMK Negeri 1 Tlogosari.

Tesaurus dapat dimanfaatkan untuk pemahaman kata-kata (Rochimah dan Romy, 2004) dengan demikian dapat digunakan dalam pembelajaran. Namun, pemanfaatan tesaurus dalam pembelajaran merupakan hal baru. Tesaurus yang dikembangkan dan disusun berdasarkan kurikulum dapat digunakan sebagai bahan ajar bantu dalam pembelajaran sebagaimana yang telah dilakukan oleh Rohman dan Al Muhdhar. Dilaporkan bahwa penggunaan tesaurus elektronik ekologi dengan model pembelajaran *Team Games Tournament* (TGT) mampu meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa pada perkuliahan ekologi dasar di Universitas Negeri Malang. Rerata nilai pemahaman konsep mahasiswa sebelum diberikan tindakan pembelajaran menggunakan Tesaurus Elektronik Ekologi dengan model TGT sebesar 41, meningkat 59% menjadi 65. Dengan demikian Tesaurus Elektronik Ekologi efektif meningkatkan pemahaman konsep dan layak dikembangkan dan diujicobakan di SMK Negeri 1 Tlogosari.

SIMPULAN

Dengan hasil validasi yang tergolong sangat baik tersebut, Tesaurus Biologi SMK layak digunakan di SMK Negeri 1 Tlogosari untuk memperbaiki hasil belajar siswa. Saran untuk kedepannya diuji keefektifannya dengan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dan dibuktikan dengan suatu *quasi experiment*.

DAFTAR PUSTAKA

- Creswell, J.W. 2009. *Research Design: Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif*. Terjemahan Achmad Fawaid. 2014. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Dikmenli, M., Cardak, O. & Oztas, F. 2009. Conceptual Problems in Biology-Related Topics in Primary Science and Technology Textbooks in Turkey. *International Journal of Environmental & Science Education*, (Online), 4 (4): 429-440, (<http://files.eric.ed.gov>), diakses tanggal 27 Nopember 2015.
- Leedy, P.D. and Ormrod, J.E. 2005. *Practical Research Planning and Design*. 8 th Edition. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Rochimah, S. & Romy, A. L. 2004. AntarA: Tesaurus Multibahasa Berbasis Komponen. *JUTI Jurnal Teknik Informatika ITS*, 3 (2): 124-131
- Rohman, F. dan Al Muhdhar, M.H.I. 2012a. Pengembangan Tesaurus Elektronik Ekologi.

Prosiding Seminar Nasional MIPA dan Pembelajaran. Malang, 13 Oktober 2012.

- Rohman, F. dan Al Muhdhar, M.H.I. 2012b. *Pengembangan Tesaurus Elektronik Ekologi: Penggunaan Tesaurus Elektronik Ekologi dengan Model Pembelajaran Team Games Tournament untuk Meningkatkan Motivasi Belajar, Aktivitas, dan Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Perkuliahan Ekologi Dasar*. Laporan Akhir Hibah Bersaing. Malang: UM.
- Ryan, C. 2014. *Thesaurus Construction Guidelines: An Introduction to Thesauri and Guidelines on Their Construction*. Dublin: Royal Irish Academy and National Library of Ireland. Dari nationallibraryofireland, (Online), (apps.dri.ie/motif/docs/guidlines.pdf), diakses tanggal 30 Nopember 2015.
- Sugiyono, Prof. Dr. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.

Variasi Morfologi Spora Tumbuhan Paku Koleksi Herbarium Malangensis sebagai Sumber Belajar Matakuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan

Eko Sri Sulasmi

Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No.05, Sumbersari, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65145

email: eko.sri.fmipa@um.ac.id

ABSTRAK

Tumbuhan Paku merupakan salah satu koleksi Herbarium Malangensis yang jumlah jenisnya relatif banyak dengan struktur morfologi spora bervariasi. Matakuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan menggunakan spora sebagai salah satu objek dalam pembelajaran. Penelitian bertujuan untuk mempersiapkan mahasiswa agar terampil mempreparasi dan mendeskripsikan struktur morfologi spora yang meliputi bentuk, ukuran, apertura, dan ornamentasi dari berbagai jenis tumbuhan Paku. Preparasi spora menggunakan metode *SEM (Scanning Electron Microscope)*. Hasil menunjukkan spora tumbuhan koleksi Herbarium Malangensis memiliki variasi bentuk, ukuran, apertura, dan ornamentasi yang dapat mendukung ketercapaian luaran pembelajaran matakuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan.

Kata Kunci: Morfologi Spora; Matakuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan

PENDAHULUAN

Herbarium Malangensis Jurusan Biologi Universitas Negeri Malang menyediakan koleksi berbagai jenis tumbuhan sebagai sumber belajar bagi mahasiswa Jurusan Biologi. Matakuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan (SPT) adalah salah satu matakuliah di Jurusan Biologi UM yang menggunakan fasilitas tersebut dalam pembelajaran. Capaian Pembelajaran dari matakuliah ini antara lain mahasiswa terampil mendeskripsikan dan menggambar struktur luar organ generatif tumbuhan, membuat rumus dan diagram bunga, serta mendeskripsi struktur polen dan spora tumbuhan Paku.

Koleksi tumbuhan Paku di Herbarium Malangensis lebih dari 1000 spesimen, yang dikumpulkan dari Coban Rondo, Cangar, Coban Rais, Coban Pelangi, sekitar Malang, dan berbagai daerah. Keanekaragaman jumlah spesimen ini memiliki spora yang beranekaragam pula. Spora merupakan bentukan yang dihasilkan dalam tahapan perkembangan generatif dari tumbuhan paku. Spora dibentuk di dalam sporangium yang umumnya terdapat pada permukaan bawah sporofil.

Spora memiliki bentuk ornamentasi, lampang, apertura, dan rentang ukuran yang berbeda. Karakteristik morfologi spora tumbuhan paku khas dan dapat digunakan sebagai penanda takson. Ornamentasi pada spora, terutama spora paku belum

banyak dipelajari (Moore & Webb, 1978). Karakter spora tumbuhan paku yang digunakan dalam deskripsi antara lain bentuk, ukuran, apertura, dan karakter dinding (Harris, 1955). Secara umum bentuk spora dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu monolet (bilateral) yang hanya mempunyai satu garis pembuka atau pembagi atau lampang, berbentuk seperti biji kacang dan trilet yang mempunyai 3 garis pembuka atau pembagi atau lampang, berbentuk tetrahedron (Harris, 1955).

Bentuk spora berbeda-beda tergantung bidang pandang spora yang teramati. Perbedaan bentuk spora terjadi karena bagian spora yang terlihat pada pandangan polar, distal, dan equatorial berbeda. Pada pandangan polar bagian spora yang terlihat adalah bagian yang menghadap ke arah pusat, sementara pada pandangan distal bagian spora yang terlihat adalah bagian sisi yang paling jauh dari tetrad, sedangkan pada pandangan equatorial bagian spora yang terlihat adalah bagian samping ujung polar dan distal secara bersamaan. Bentuk spora berdasarkan bidang pandang dapat nir sudut (bulat, bulat panjang), bersudut (segitiga, segiempat, segiempat panjang, dan belah ketupat) (Moore dan Web, 1978).

Nair (1991) menyebutkan bahwa karakter morfologi spora yang umumnya dianalisis berkaitan dengan dinding atau lapisan terluar dari polen dan spora yang resisten. Spora mempunyai dinding tebal

yang mampu untuk bertahan pada kondisi kering. Dinding spora terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan luar disebut eksin dan lapisan dalam disebut intin (Erdtman, 1954)). Bagian eksin yang tipis dan transparan disebut apertura (Moore dan Web, 1978). Apertura mempunyai bermacam-macam pola. Secara umum bentuk apertura dibedakan menjadi dua bentuk dasar, yaitu kolpus dan porus. Kolpus merupakan celah yang panjang dan meruncing dengan ujung berupa titik. Porus berupa lubang isodiametris kecil atau memanjang. Spora yang memiliki kolpus disebut kolpat, sedangkan spora yang memiliki porus disebut porat, dan yang memiliki keduanya disebut kolporat. Kolpus dianggap lebih primitif dibanding porus.

Spora dikelompokkan atas dasar jumlah, posisi, karakter apertura. Jumlah apertura ditandai dengan penambahan awalan mono-, di-, tri-, tetrad-, penta-, dan poli-, sebelum kata porat dan kolpat. Letak dan posisi apertura pada eksin ditandai dengan awalan zono- jika apertura terletak pada posisi tertentu antara satu dengan yang lain, dan panto- jika letak dan posisi apertura pada eksin tersebar tidak beraturan.

Ornamentasi pada permukaan dinding luar atau eksin dapat berupa spinula atau duri kecil, papilla atau batang kecil dengan ujung berupa bola. Permukaan eksin ada yang mempunyai lubang (*pits*), eksin *skrobilatus*, ada yang berparit (*streaks*) atau parit yang membentuk jala, eksin *retikuat* eksin *terseblat*. Permukaan eksin ada yang tidak mempunyai tonjolan, duri atau apapun juga sebagai ornamen, pola semacam ini disebut *psilat*, licin atau halus. Ornamentasi eksin tersebut dipertahankan pada preparat awetan yang dibuat dengan metode asetolisis.

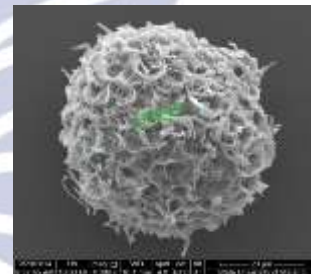
METODE

Penelitian dilakukan pada semester gasal 2014/2015 di Jurusan Biologi FMIPA UM. Subyek penelitian adalah mahasiswa peserta matakuliah SPT2 angkatan 2013, berjumlah 32 orang. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Pembelajaran mengacu pada pendekatan konstruktivis dengan metode kooperatif Jigsaw modifikasi. Mahasiswa dibagi menjadi 8 kelompok dengan anggota kelompok 4 orang. Kedelapan kelompok dimasukkan ke dalam 2 grup (A dan B). Grup A terdiri dari kelompok 1, 2, 3, 4, dan grup B terdiri dari kelompok 5, 6, 7, 8. Setiap 2 kelompok mendapat proyek untuk mempelajari spora dari 1 jenis tumbuhan paku. Tahap awal pembelajaran kelompok ahli dari setiap grup melakukan preparasi spora dari 1 jenis tumbuhan paku yang sudah

ditentukan menggunakan metode SEM (*Scanning Electron Microscope*), pada pertemuan berikutnya dilakukan pengamatan hasil SEM. Kelompok 1 dan 5 mendeskripsikan spora *Cheilanthes farinosa*, kelompok 2 dan 6 spora *Anthrophyum reticulatum*, kelompok 3 dan 7 spora *Davalliatrichomanoides*, kelompok 4 dan 8, *Odontosoria chinensis*, sebagai kelompok ahli. Pengamatan dan pendeskripsian morfologi spora meliputi ada tidaknya lampang, apertura, bentuk, ukuran, dan ornamentasi. Pendeskripsian mengacu pada pustaka. Tahap ke 2 dari proses pembelajaran yaitu diskusi, setiap kelompok dari masing-masing Grup (1, 2, 3, 4 untuk grup A dan 5, 6, 7, 8 untuk grup B) mengirim anggotanya untuk membentuk kelompok baru yang beranggotakan 4 orang. Tahap ke 3 adalah diskusi kelas yang dilanjutkan dengan penarikan simpulan dan pementapan oleh dosen.

HASIL

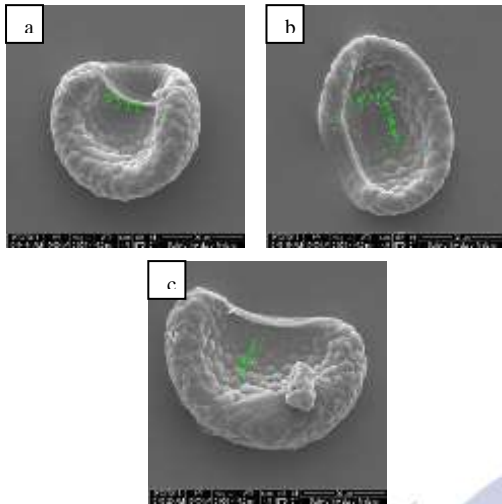
Hasil SEM (Gambar 1, 2, 3, dan 4), sedangkan deskripsi spora tumbuhan paku oleh mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 1.



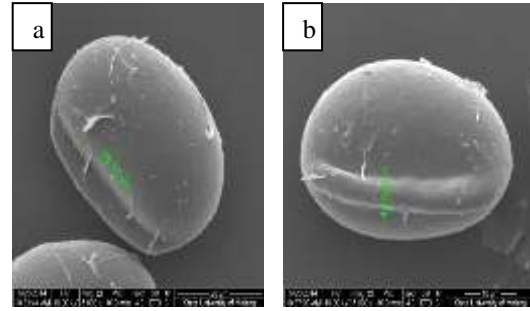
Gambar 1. *Cheilanthes farinosa*



Gambar 2. *Anthrophyum reticulatum*



Gambar 3. *Davalliatrichomanoides*, a. Jarak antar polar, b. Tampak depan, c. Tampak samping



Gambar 4. *Odontosoria chinensis*, a dan b tampak samping..

Tabel 1. Deskripsi morfologi spora tumbuhan paku

Ciri morfologi spora	<i>Cheilanthes farinosa</i>	<i>Anthrophyum reticulatum</i>	<i>Davalliatrichomanoides</i>	<i>Odontosoria chinensis</i>
Lampang	Nir lampang	Trilet	Nir lampang	Nir lampang
Bentuk	Membulat	Segitiga mencembung	Lonjong mencekung dan mencembung, cekungan dalam	Tampak samping seperti biji kacang dengan gundukan memanjang menghubungkan kedua kutub, tampak equatorial bulat dengan tonjolan kecil
Ukuran	51.64 um	44.21 um	Panjang 41.8 um lebar 31.19 um	Panjang 43.63 um lebar 32.32 um lebar gundukan 4.672 um
Apertura	Kolporat	Kolpat	Nir apertura	Nir apertura
Ornamentasi	Retikulat: penonjolan membentuk pola jaring	Skabrat: memiliki proyeksi unsur ornamentasi isodiametrik dengan diameter kurang dari 1 um dan menyerupai graluna	Verukat: seluruh permukaan terdapat tonjolan tonjolan kecil	Psilat: seluruh permukaan halus, rata dan licin

PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan selama proses pembelajaran mahasiswa memperlihatkan adanya kesungguhan dalam belajar yang didukung dengan terlibatnya secara aktif semua individu pada proses preparasi, pendeskripsian, diskusi kelompok dan diskusi kelas. Preparasi spora yang benar akan menghasilkan gambar SEM yang bagus dan benar, sehingga spora dapat dideskripsikan. Awal diskusi di kelompok ahli masih mengalami sedikit hambatan dalam menerapkan

istilah untuk mendeskripsikan spora dikarenakan pemahaman mahasiswa terhadap peristilahan yang digunakan untuk mendeskripsikan spora masih belum merata, namun di akhir diskusi mereka sudah memahami. Hal ini terlihat pada tahap ke 2, setiap orang bertanggung jawab terhadap materi yang diperoleh di kelompok ahli untuk disampaikan pada kegiatan diskusi antar materi. Pada kegiatan diskusi kelas mereka memperlihatkan pemahaman yang baik mengenai bagaimana mendeskripsikan spora dengan

tepat. Ketepatan preparasi dan mendeskripsikan menunjukkan bahwa mahasiswa sudah memiliki keterampilan dalam mendeskripsikan struktur morfologi spora, yang melibatkan keterampilan proses dan berpikir analisis. Hasil evaluasi yang dilaksanakan pada minggu berikutnya menunjukkan 43.75 % mahasiswa mendapat skor 80 ke atas, sisanya antara 70 sampai 79.

SIMPULAN

Keempat spora tumbuhan paku-pakuan yaitu *Cheilanthes farinosa*, *Anthrophyum reticulatum*, *Davallia trichomanoides*, dan *Odontosoria chinensis* memiliki bervariasi morfologinya dalam hal lampang, bentuk, ukuran, apertura, dan ornamentasi yang mendukung ketercapaian luaran pembelajaran matakuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan di Jurusan Biologi FMIPA UM. Pembelajaran dengan menggunakan sumber belajar kontekstual yang didukung oleh strategi pembelajaran yang sesuai dengan karakter mahasiswa dan materi pembelajaran dapat membangun keterampilan proses dan keterampilan analisis mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

Becking, R.W. 1982. *Pocket Flora of Redwood Forest*. California: Island Press

Cynthia, F. P.da L. 2012. *Palynology as a Tool in Bathymetry, Bathymetry and Its Applications*, Dr. Philippe Blondel (Ed.), ISBN: 978-953-307-959-2,

InTech, DOI: 10.5772/32400. Available from: <http://www.intechopen.com/books/bathymetry-and-its-applications/palynology-as-a-tool-in-bathymetry>.

Erdtman, G., 1954. *An Introduction of Pollen Analysis*. Stockholm: Almquist and Wiksell.

Ferguson, I.K., 1985. The Role Of Pollen Morphology in Plant Systematics. *An. Asoc. Palinology. Leng. Esp.* 2:5-18.

Harris, W.F. 1955. *A manual of the Spores of New Zealand Pteridophyta*. New Zealand. Department of Scientific and Industrial Research.

Holttum, R.E. 1968. *Flora of Malaya: Volume II Fern of Malaya*. Singapura: Authority Government Printing Office Singapore.

Moore, P.D. dan Webb, J.A. 1978. *An Illustrated Guide to Pollen Analysis*. New York: Division of John Wiley & Sons Inc.

Nair, P.K.K. 1991. *Pollen Morphologi, Plant Taxonomy and Evolution*. 1 (1&2):78-83.

Nurchayati, N. 2010. Hubungan Kekerabatan Beberapa Spesies Tumbuhan Paku Familia Polypodiaceae dari Karakter Morfologi Sporofit dan Gametofit. *Jurnal Ilmiah PROGRESSIF*, 7 (19).

Sulasma, E.S. 2015. *Spore Characters on Some Genus of Filicales Allies*. *Proceeding International Conference On Plant Diversity 2015 (ICPD) Purwokerto*.



Pengembangan Bahan Ajar Genetika Berbasis Model *Learning Cycle* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA

Muhammad Shobirin¹, AD. Corebima², Betty Lukiati³

¹SMA Negeri 1 Balen, Bojonegoro

^{2,3}Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang

¹email: *shobirin.muhammad83@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar berupa buku pelajaran materi genetika SMA dengan mengintegrasikan sintaks model pembelajaran *learning cycle* untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Penelitian ini mengikuti metode penelitian & pengembangan *educational design research* versi Plomp yang terdiri dari tiga tahap yaitu, *preliminary research*, *prototyping stage* dan *assessment phase*. Hasil validasi terhadap komponen materi, kebahasaan serta penyajian & kegrafisan bahan ajar menunjukkan rata-rata validitas sebesar 85,77. Hasil persepsi guru dan siswa terhadap kepraktisan bahan ajar yaitu 91,07 dan 81,00. Berdasarkan data hasil validasi dan kepraktisan bahan ajar yang dihasilkan memiliki kriteria valid dan praktis.

Kata Kunci: Bahan Ajar, *Learning Cycle*, Hasil Belajar Siswa.

PENDAHULUAN

Materi yang terkait dengan bidang genetika pada tingkat SMA terdapat tujuh kompetensi dasar yang semuanya terkumpul pada kelas XII. Hal tersebut menyebabkan jumlah materi genetika di kelas XII jurusan IPA menjadi dominan daripada kelompok materi lain. Keberhasilan pencapaian hasil belajar materi genetika berkontribusi besar terhadap keberhasilan pencapaian ketuntasan hasil belajar biologi siswa kelas XII. Materi genetika memiliki keterkaitan dengan banyak konsep bidang sains-biologi lainnya, sebagai contoh materi DNA, gen, kromosom dan pembelahan sel memiliki kaitan erat dengan pemahaman konsep pertumbuhan dan perkembangan, keanekaragaman hayati, kelainan-kelainan pada organ dan sistem organ (Johnson dan Jackson, 2015). Theodoisus Dobzhansky menyatakan pendapatnya tentang pentingnya materi genetika **sebagai berikut** "*Nothing in biology is understandable except in the light of genetics. Genetics is the core biological science*" (Ayala dan Kiger, 1984).

Fakta hasil observasi di SMA Negeri 1 Balen menunjukkan bahwa nilai siswa pada materi-materi genetika kurang dari 60% siswa yang tuntas tanpa remidi. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan untuk memahami konsep genetika. Kesulitan pemahaman materi genetika juga dilaporkan oleh Knipples *et al.*, (2005) dan Sebitosi (2007) bahwa materi

genetika bersifat abstrak dan kompleks. Level kajian tingkat gen yang berada lebih dalam daripada kajian organ, jaringan, bahkan seluler. Kompleksnya materi genetika dan terbatasnya waktu dalam pembelajaran berakibat membuat siswa *overload* dalam penyimpanan memori jangka panjangnya (Chua dan Reid, 2012).

Hasil observasi di SMA Negeri 1 Balen juga menemukan fakta bahwa tidak tersedianya bahan ajar genetika yang representatif untuk melaksanakan kegiatan belajar mengajar aktif. Guru menggunakan buku LKS dari penerbit yang berisi ringkasan materi dan latihan soal. Guru melaksanakan pembelajaran mengikuti alur isi buku tersebut sehingga pembelajaran bersifat satu arah berpusat pada guru. Siswa lebih banyak pasif mendengarkan ceramah guru dan mengerjakan latihan soal.

Pembelajaran kontekstual pada saat ini terbukti memiliki kesesuaian dengan teori belajar kognitif. Pengetahuan yang diperoleh dalam kegiatan belajar yang berkaitan langsung dengan kondisi kehidupan nyata sehari-hari akan mampu meningkatkan daya asimilasi dan akomodasi berpikir siswa (Chattopadhyay, 2005). Sesuai dengan amanat Kurikulum 2013 bahwa Pembelajaran tidak hanya berfokus pada transfer informasi dari guru ke siswa akan tetapi perlu dirancang kegiatan yang membuat siswa berpikir dan

aktif menanya, menemukan, mengasosiasi, mengkomunikasikan dan menyimpulkan.

Ketersediaan bahan ajar yang relevan adalah persyaratan untuk mendukung terlaksananya kegiatan belajar mengajar. Belawati (2003) menyatakan bahwa buku pelajaran sampai saat ini masih menjadi media utama dalam pembelajaran di sekolah. Sumber belajar di internet juga tersedia melimpah akan tetapi tingkat keterpercayaan kebenaran informasi masih belum terverifikasi seperti buku pelajaran. Belawati (2003) juga menyatakan bahwa alasan buku masih lebih banyak dipakai oleh guru-guru pada pembelajaran karena dirasa lebih terstandar daripada sumber belajar di komputer. Buku pelajaran yang berkualitas menurut PP. No. 32 tahun 2013 pasal 45 ayat 3 menyatakan bahwa buku teks berkualitas harus memenuhi empat syarat yaitu; kelayakan isi atau materi, penyajian, bahasa dan kegrafikan.

Bahan ajar dengan mengintegrasikan model pembelajaran inovatif yang mendasarkan pada teori belajar konstruktivis telah terbukti dapat meningkatkan ketuntasan belajar lebih baik daripada bahan ajar yang tidak berbasis model pembelajaran (Indana, 2013). Salah satu model pembelajaran yang konstruktivistik adalah *learning cycle*. Model *learning cycle* mempunyai lima fase yaitu; *engagement, exploration, explanation, elaboration* dan *evaluation* (Bybee, 2009). *Learning cycle* juga telah digunakan sebagai pendekatan dalam penyusunan buku teks pelajaran seperti *BSCS Biology: A Human Approach*, *BSCS Science: An Inquiry Approach*, dan 16 modul *NIH (National Institute of Health*, salah satu lembaga departemen kesehatan AS) yang telah menunjukkan indikasi konsisten terhadap ketuntasan belajar dan ketertarikan terhadap sains (Bybee, 2006). Di Indonesia keberhasilan pengembangan bahan ajar berbasis *learning cycle* dilaporkan antara lain oleh Indriyani (2013) berupa LKS fisika, Permatasari (2015) berupa modul fisika berbantuan video, Ghaliyah dkk. (2015) berupa modul elektronik matapelajaran fisika SMA dan Fatmawati (2016) berupa modul IPS.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, ketersediaan bahan ajar berupa buku pelajaran materi genetika yang dikembangkan berbasis model *learning cycle* merupakan kebutuhan dalam proses belajar mengajar untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar genetika berbasis model *learning cycle* untuk meningkatkan hasil belajar siswa SMA.

METODE

Penelitian ini mengikuti metode penelitian dan pengembangan *Educational Design Research* (Plomp, 2013) dengan tiga tahap utama yaitu:

1. Preliminary research.

Tahap ini terdiri dari tiga kegiatan yaitu: (1) analisis kebutuhan, (2) analisis konteks dan (3) pengkajian literatur. Analisis kebutuhan dilakukan dengan observasi lapangan di SMA Negeri 1 Balen Bojonegoro. Analisis konteks dilakukan dengan melakukan analisis terhadap relevansi kurikulum, model pembelajaran serta materi genetika. Pengkajian literatur dilakukan terhadap penelitian-penelitian terkait efektifitas model pembelajaran *learning cycle* dan konten materi genetika.

2. Prototyping stage

Tahap ini terdiri dari empat kegiatan yaitu: (1) pembuatan desain konstruk bahan ajar berbasis *learning cycle*, (2) Desain konten genetika SMA berpendekatan konsep sesuai kurikulum 2013, (3) pembuatan desain grafis/layout, dan (4) uji validitas. Validator terdiri dari validator ahli dan praktisi. Validator ahli materi dan kependidikan (termasuk media pembelajaran) adalah Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd., Dosen Genetika Unesa. Validator praktisi yaitu Laili Fakhriyati, S.Pd, guru Biologi SMA Negeri Balen Bojonegoro. Instrumen penilaian validitas bahan ajar diadaptasi dari BSNP. Kriteria penilaian uji validitas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria validitas bahan ajar

Pencapaian Nilai	Kriteria validitas	Keterangan
25,00 – 40,00	Tidak valid	Tidak boleh digunakan
41,00 – 55,00	Kurang valid	Tidak boleh digunakan
56,00 – 70,00	Cukup valid	Boleh digunakan dengan revisi besar
71,00 – 85,00	Valid	Boleh digunakan dengan revisi kecil
86,00 – 100,00	Sangat valid	Sangat baik untuk digunakan

Sumber: Akbar (2013).

3. Evaluation phase

Evaluasi dilakukan dengan uji kepraktisan. Data kepraktisan berupa persepsi calon pemakai terhadap bahan ajar. Responden yang terlibat yaitu 5 orang siswa dan 2 orang guru. Instrumen angket dikembangkan peneliti untuk mengetahui respon guru dan siswa terhadap tujuh pernyataan berkaitan tentang kepraktisan bahan ajar. (Tabel. 4) Data hasil angket

dianalisis dengan kriteria kepraktisan seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria kepraktisan bahan ajar

Pencapaian Nilai	Kriteria kepraktisan
81-100	Sangat praktis
61-80	Praktis
41-60	Cukup praktis
21-40	Kurang praktis
1-20	Sangat tidak praktis

Sumber: Akbar (2013).

HASIL

Hasil uji validitas pada tahap *prototyping stage* diperoleh nilai rerata total dari dua validator yaitu 85,77 (Tabel 3). Nilai tersebut termasuk dalam kategori valid dan boleh digunakan setelah dilakukan sedikit revisi.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil penilaian validitas prototipe bahan ajar.

Komponen validasi	Rerata
Isi/materi	90,97
Kebahasaan	85,12
Penyajian & kegrafisan	81,22
<i>Rerata seluruh komponen</i>	85,77

Hasil uji kepraktisan tahap *evaluation phase* diperoleh data persepsi guru dan siswa terhadap prototipe bahan ajar. Total persentase kepraktisan oleh guru dan siswa sebesar 91,07% dan 81,00% (Tabel 4). Hasil tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar memiliki kepraktisan dalam kategori sangat praktis.

Tabel 4. Rekapitulasi persentase persepsi guru terhadap prototipe bahan ajar genetika.

No.	Pernyataan	% Kepraktisan	
		Guru	Siswa
1	Langkah-langkah model pembelajaran dalam bahan ajar mudah dilaksanakan oleh guru	100	75
2	Bahan ajar dapat digunakan tanpa membutuhkan perlengkapan khusus yang tidak dimiliki sekolah.	100	50
3	Kegiatan siswa pada bahan ajar dapat dilaksanakan oleh siswa dalam kondisi normal	87,5	55
4	Materi yang disajikan dalam bahan ajar seimbang (tidak terlalu dangkal dan tidak terlalu dalam)	75	100
5	Evaluasi (latihan soal) dalam bahan ajar sesuai dengan indikator (untuk guru) Evaluasi (latihan soal) dalam bahan ajar membantu upaya pemahaman materi (untuk siswa)	75	95
6	Bahan ajar bermanfaat dalam melatih berpikir kritis	100	90
7	Bahan ajar menarik untuk seterusnya digunakan sebagai sumber belajar	100	100
	Total	91,07	81,00

PEMBAHASAN

Materi pada bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran harus sesuai dengan panduan yang telah ditetapkan dalam silabus kurikulum pendidikan yang berlaku (BSNP, 2014). Produk bahan ajar genetika berbasis *learning cycle* disusun sesuai dengan ruang lingkup materi biologi berdasarkan Permendikbud No. 21 tahun 2016. Hasil validasi produk bahan ajar pada komponen materi telah memenuhi kriteria valid (90,97) dalam hal akurasi materi, kemutakhiran materi, merangsang keingintahuan, mengembangkan kecakapan hidup dan mengembangkan wawasan kontekstual.

Produk bahan ajar penelitian ini memuat lima bab materi genetika yang berada pada tingkat kompetensi kelas XII yaitu: (1) materi genetik, (2) reproduksi materi genetik, (3) ekspresi materi genetik, (4) perubahan materi genetik, dan (5) materi genetik dalam populasi. Struktur materi genetika disusun berdasarkan pendekatan konsep (*conceptual approach*) yang diusulkan oleh Corebima (2009). Struktur materi tersebut lebih komprehensif dalam penyajian materi sehingga mempermudah pemahaman siswa terhadap materi genetika yang kompleks (Roini, 2012. Nusantari, 2013).

Integrasi model pembelajaran *learning cycle* memiliki kelebihan dalam menggali rasa ingin tahu dan mengembangkan kecakapan berpikir. Bybee (2014) menyatakan tujuan utama pada fase *engagement* adalah untuk membuat siswa berkonflik kognitif (*disequilibrium*) kemudian berpikir tentang materi yang berhubungan dengan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Pada produk bahan ajar ini konflik kognitif disajikan dalam bentuk kegiatan menjawab pertanyaan benar/salah/ragu-ragu. Bybee (2014) menyatakan karena pada kegiatan *engagement* bukanlah untuk *preassessment* melainkan untuk menggali pengetahuan awal dan menemukan kemungkinan terjadinya miskonsepsi maka dapat digunakan pertanyaan-pertanyaan singkat atau demonstrasi pendek.

Fungsi bahasa yang komunikatif adalah untuk membantu siswa mempermudah dalam memahami makna dari materi yang dipelajari. Produk bahan ajar genetika berbasis *learning cycle* pada komponen kebahasaan telah memenuhi kriteria valid (85,12) dalam hal aspek kesesuaian bahasa dengan tingkat perkembangan siswa, komunikatif, dialogis dan interaktif, lugas, memiliki koherensi dan keruntutan alur pikir, sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia, serta sudah menggunakan simbol dan lambang dengan tepat. Gaya bahasa pada produk bahan ajar genetika

berbasis *learning cycle* menggunakan kalimat komunikatif dengan bertutur menyebut siswa dengan kata ganti “kalian” yang bertujuan untuk menciptakan suasana penulis buku seolah-olah berkomunikasi langsung dengan pembaca (Indana, 2013).

Hasil validasi komponen teknik penyajian & kegrafisan memperoleh nilai rata-rata 81,22 termasuk dalam kriteria valid. Aspek-aspek yang telah terpenuhi dari komponen teknik penyajian & kegrafisan yaitu teknik penyajian, pendukung penyajian materi, penyajian pembelajaran, dan kegrafisan. Penyajian isi bahan ajar produk penelitian ini mengikuti urutan sintaks *learning cycle* (Tabel 5).

Komponen pendukung materi yang disajikan pada bahan ajar berupa fitur plus yang terdiri dari: fitur “Konsep penting”, “KWL chart”, “Tahukah kalian?”, dan “Tokoh Biologi”. Penyajian fitur plus dimaksudkan selain sebagai informasi tambahan juga sebagai bantuan untuk mempermudah kegiatan belajar mandiri serta untuk menarik minat siswa untuk membaca. Prastowo (2013) menyatakan bahwa fungsi buku teks bagi siswa dapat digunakan sebagai sumber dalam mempelajari kembali materi yang telah dipelajari di kelas dan mempelajari materi selanjutnya oleh sebab itu penyajian konten harus menarik bagi siswa.

Tabel 5. Deskripsi penyajian utama isi bahan ajar

Sintaks <i>learning cycle</i>	Deskripsi penyajian isi
<i>Engagement</i>	berisi panduan kegiatan siswa yang diberi nama <i>benar atau salah?</i> Kegiatan ini berisi pertanyaan benar/salah/ragu-ragu yang dipadu dengan <i>KWL chart</i> . Kegiatan ini bertujuan untuk menggali pengetahuan awal dan menumbuhkan rasa ingin tahu siswa kemudian tertarik untuk melaksanakan aktivitas eksplorasi.
<i>Exploration</i>	berisi panduan kegiatan siswa untuk mengidentifikasi sebuah konsep, proses, keterampilan tertentu yang diharapkan mampu meningkatkan pemahaman serta penguasaan terhadap konsep pada skala sempit. Siswa diharapkan dapat menyusun sebuah pola berpikir, memunculkan pertanyaan dan menemukan kemungkinan-kemungkinan lain, mendesain dan melaksanakan investigasi awal.
<i>Explanation</i>	berisi materi pokok genetika pada bab/subbab tertentu yang menyediakan bahan untuk pemahaman terhadap materi secara lebih luas dan mendalam.
<i>Elaboration</i>	berisi panduan kegiatan siswa yang menyediakan tantangan untuk mengembangkan pemahaman siswa hasil tahap sebelumnya dengan konten lebih luas dan dalam.
<i>Evaluation</i>	berisi latihan soal yang bertujuan untuk mendorong siswa mengukur pemahaman dan kemampuan hasil belajarnya.

Nieven (1999) menyatakan suatu produk pengembangan praktis apabila dianggap dapat digunakan (*usable*). Van den Akker (1999)

menyatakan kepraktisan mengacu pada pengguna, mempertimbangkan apakah produk pengembangan dapat digunakan dalam proses

pembelajaran. Hasil angket persepsi guru terhadap kepraktisan bahan ajar memperoleh rerata persentase 91,07 sedangkan siswa memperoleh persentase 81%. Berdasarkan kriteria kepraktisan produk yang dipakai pada penelitian ini maka bahan ajar termasuk dalam kategori sangat praktis.

SIMPULAN

Produk pengembangan bahan ajar genetika berbasis *learning cycle* yang telah dihasilkan telah memenuhi kriteria validitas dan kepraktisan untuk meningkatkan hasil belajar siswa SMA. Pengembangan bahan ajar dengan mengintegrasikan model pembelajaran *learning cycle* pada penelitian ini terbatas hanya pada materi genetika, pengembangan serupa dapat juga diaplikasikan pada materi lain dan perlu diuji keefektifan untuk mengetahui pengaruh implementasi produk terhadap hasil belajar ataupun variabel lain seperti kemampuan berpikir kritis, metakognitif, keterampilan proses sains dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Ayala, F. J. & Kiger, J. A. 1984. *Modern of Genetics*. Menlo Prk California: The Benjamin/cummings Publishing Company, Inc.
- Belawati, T. 2003. *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Pusat Penerbitan Buku UT.
- BSNP. 2014. *Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran Tahun 2014*. (Online), (<http://bsnp-indonesia.org/?p=1340>) diakses: 7 Februari 2017.
- Bybee, R. W. 2014. The BSCS 5E Instructional Model: Personal Reflections and Contemporary Implications. *Science and Children*. Edisi April/Mei: 10-13 (online), (http://static.nsta.org/files/sc1408_10.pdf) diakses tanggal 8 Februari 2017
- Bybee, R. W. 2009. *The BSCS 5E Instructional Model and 21st Century Skills*. A Commissioned Paper Prepared For a Workshop on Exploring The Intersection of Science Education and The Development of 21st Century Skills.(Online), (http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbasseite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf) diakses 8 Februari 2017.
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., van Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A., dan Landes, N. 2006. *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Colorado: BSCS.
- Chattopadhyay, A. 2005. Understanding of Genetic Information in Higher Secondary Students in Northeast India and the Implications for Genetics Education. *Cell Biology Education*. 4(1): 97–104.
- Chua, Y.C and Reid, N. 2012. Genetics at school level: addressing the difficulties. *Research in Science & Technological Education*. 30 (3):285–309.
- Corebima, A. D. 2009. *Pengalaman Berupaya Menjadi Guru Profesional*. Pidato Pengukuhan Guru Besar pada FMIPA UM. Disampaikan pada Sidang Terbuka Senat UM, tanggal 30 Juli 2009. Malang: UM.
- Fatmawati, L. 2016. Pengembangan Bahan Ajar IPS Berbasis Model Learning Cycle Untuk Mendukung Kompetensi Profesional Mahasiswa PGSD. *Elementary School*. 3 (1) 123-134
- Ghaliyah S., Bakri, F., Siswoyo. 2015. Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Model *Learning Cycle 7E* Pada Pokok Bahasan Fluida Dinamik untuk Siswa SMA Kelas XI. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2015*. IV: 149-154
- Indana, S. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Biologi SMA Terintegrasi dengan Model Pembelajaran yang Inovatif*. Pascasarjana UM. Disertasi tidak dipublikasikan
- Indriyani, I.R. 2013. *Pengembangan LKS Fisika Berbasis Siklus Belajar (learning cycle) 7E untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis pada Siswa Kelas X Pokok Bahasan Elektromagnetik*. FKIP PPS Pendidikan Fisika UAD. Yogyakarta. Tesis tidak dipublikasikan.
- Johnson, J., dan Jackson F. 2015. Use of Multiple Intelligence Modalities to Convey Genetic and Genomic Concepts in African American College Biology Students. *Natural Science*. 7, 299-308.
- Knippels, J.M-C.P., Waarlo, A. J. & Boersma, K. T. 2005. Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*. 39 (3):108-112
- Nieveen, N. 1999. *Prototyping to Reach Product Quality*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Nusantari, E. 2013. Jenis Miskonsepsi Genetika yang Ditemukan pada Buku Ajar di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan Sains*. 1 (1): 52-64
- Permatasari, I., Suparmi, dan Sunarno, W. 2016. Pengembangan Modul Fisika Sma/Ma Berbasis Siklus Belajar 7E (*Learning Cycle 7E*) Berbantuan Video Pada Materi Fluida Dinamis Sebagai Upaya Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Kelas XI. *Jurnal Inkuiri*. 5 (2): 134-142.

- Peraturan Pemerintah No. 32 tahun 2013 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 Tentang Standar Nasional Pendidikan. (Online), (<http://www.peraturan.go.id/pp/nomor-32-tahun-2013-11e44c4ef8f4fbd0bbd9313231373539.html>), diakses 6 Februari 2017
- Permendikbud No. 21 tahun 2016 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah. (Online) (<http://dikdas.kemdikbud.go.id/wp-content/uploads/2016/07/Permendikbud-No-21-Tahun-2016.pdf>) diakses 8 Februari 2017.
- Plomp, T., 2013. Educational Design Research: an Introduction. Dalam T. Plomp. & Nieveen, N., (Ed.), *Educational Design Research Part A: Introduction*. (hlm.10-51), Enschede, the Netherlands: SLO
- Prastowo, A. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva press.
- Roini, C. 2013. Analisis Perencanaan Pembelajaran Genetika Berpendekatan Konsep Pada Perangkat Pembelajaran Buatan Guru Sma Se-Kota Ternate. *Prosiding Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*. 10 (1). (Online), (<http://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/prosbio/article/view/3097/2133>) diakses tanggal 17 Maret 2016
- Sebitosi K.E. 2007. Understanding genetics and inheritance in rural schools. *Journal of Biological Education*, 41(2):56-61
- Van den Akker, J. 1999. *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher



Peningkatan Hasil Belajar Bioteknologi Melalui Implementasi LKS *Nata De Pina* Berbasis Sains

Ira Ari Nuraini¹, Mahanani Tri Asri², Isnawati³

^{1,2,3}Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang, Surabaya

¹email: iraarinurainii@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan peningkatan hasil belajar dengan menggunakan LKS berbasis keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains yang dilatihkan meliputi, mengamati, mengelompokkan, mengkomunikasi, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, identifikasi variabel, merumuskan definisi operasional variabel, merancang percobaan, melaksanakan percobaan, menganalisis data dan menyimpulkan. Penelitian ini merupakan penelitian *pre eksperimental* dengan rancangan penelitian *One Group Pretest-Posttest Design*. Uji coba terbatas dilakukan pada tanggal 7 Mei, 14 Mei dan 21 Mei 2016 kepada 15 siswa SMA Negeri 21 Surabaya. Metode pengumpulan data menggunakan metode tes yaitu tes awal sebelum menggunakan LKS (*pretest*) dan tes akhir setelah menggunakan LKS (*posttest*). Hasil penelitian menunjukkan pada *pretest* memperoleh nilai rata-rata 60,0 sedangkan rata-rata pada *posttest* 90,5. Untuk mengetahui besar tidaknya peningkatan hasil belajar sebelum dan sesudah uji coba, hasil *pretest* dan *posttest* diuji menggunakan *gain score*. Rata-rata *gain score* yang diperoleh sebesar 0,77 menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa LKS yang dikembangkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa melalui keterampilan proses sains yang dilatihkan.

Kata Kunci: Bioteknologi, Hasil Belajar, Keterampilan Proses Sains, LKS.

PENDAHULUAN

Pendidikan dan pengajaran merupakan suatu proses yang sadar tujuan. Proses dalam hal ini merupakan interaksi semua komponen atau unsur pembelajaran yang saling berhubungan untuk mencapai tujuan (Wardani, dkk., 2009). Tujuan dapat diartikan sebagai suatu usaha untuk memberikan hasil yang diharapkan siswa setelah melaksanakan proses belajar (Hamdu dan Lisa, 2011). Salah satu tolak ukur untuk mengetahui tercapai tidaknya tujuan pengajaran ialah melalui hasil belajar yang diperoleh siswa. Hasil belajar merupakan prestasi belajar siswa secara keseluruhan, yang menjadi indikator kompetensi dasar dan perubahan perilaku yang diperoleh siswa setelah mengalami aktivitas belajar. Aktivitas belajar akan terjadi apabila terdapat interaksi antara stimulus dengan isi memori sehingga perilakunya berubah dari sebelum dan sesudah menerima stimulus tersebut (Anni, 2006).

Penelitian Yusuf (2009) menjelaskan bahwa hasil belajar yang diperoleh siswa sangat bergantung pada cara belajar yang diterapkan. Kualitas cara belajar akan menentukan kualitas hasil belajar yang diperoleh. Cara

belajar yang baik akan menyebabkan berhasilnya belajar, sebaliknya cara belajar yang buruk akan menyebabkan kurang atau gagalnya belajar. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknik mengajar yang dapat menumbuhkan pengalaman belajar sehingga dapat mempengaruhi hasil belajar yang diperoleh siswa. Pada hakikatnya, biologi sebagai bagian dari ilmu sains terdiri dari produk, proses dan sikap ilmiah sehingga biologi bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan (Marjan, 2014). Proses pembelajaran biologi menekankan pada pengalaman langsung. Oleh karena itu, siswa perlu dilatih untuk mengembangkan sejumlah keterampilan proses sains agar mampu menjelajahi dan memahami fenomena alam dengan melibatkan seluruh indera.

Keterampilan proses sains merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan pada proses belajar, aktivitas dan kreativitas siswa dalam memperoleh pengetahuan, keterampilan, nilai dan sikap untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (Suprihatiningrum, 2014). Keterampilan proses sains

dapat dikembangkan melalui pengalaman langsung. Melalui pengalaman langsung siswa lebih menghayati proses atau kegiatan yang dilakukan. Sanjaya (2013) menyatakan bahwa semakin langsung objek yang dipelajari, maka semakin konkrit pengetahuan yang dipelajari siswa. Sebaliknya, semakin tidak langsung pengetahuan itu diperoleh maka semakin abstrak pengetahuan siswa.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Wardani, dkk. (2009) menyimpulkan bahwa pembelajaran kimia yang diterapkan melalui pendekatan keterampilan proses sains berorientasi PBI dapat meningkatkan hasil belajar dengan nilai berturut-turut 70,33; 80,63 dan 89,88. Peningkatan hasil belajar yang diperoleh siswa sangat mungkin terjadi karena melalui keterampilan proses sains, siswa diharapkan dapat memecahkan masalah, membangun konsep, memperkuat pengetahuan, mengamati hingga menemukan fakta yang diwujudkan melalui kegiatan ilmiah (Prayoga, 2013). Penerapan dalam pembelajaran tersebut juga dapat diterapkan pada pelajaran biologi. Pembelajaran biologi idealnya harus mampu membekali siswa bagaimana cara mengetahui konsep, fakta secara mendalam, serta harus mampu memberikan kepuasan intelektual terutama dalam membangun kemampuan berpikir (Marjan, 2014). Namun, kenyataannya belum sepenuhnya hal ini dilakukan. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi SMA Negeri 21 Surabaya pembelajaran biologi terutama pada materi bioteknologi belum sepenuhnya melatih keterampilan proses sains. Siswa hanya dibekali keterampilan mengamati, menyimpulkan dan melaksanakan percobaan. Padahal masih banyak keterampilan proses sains lain yang harus dilatihkan.

Selain itu, ada indikator yang belum tercapai yaitu melaksanakan percobaan *Nata de Pina* sebagai salah satu produk bioteknologi yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan hasil observasi di SMA Negeri 21 Surabaya, sekolah ini memiliki fasilitas laboratorium yang memadai untuk keperluan praktikum. Objek yang dikaji dalam bioteknologi adalah fenomena nyata yaitu mikroorganisme dalam menghasilkan barang dan jasa, sehingga dalam pembelajarannya menekankan interaksi antara siswa dan objeknya. Oleh karena itu, peneliti memberikan alternatif pembelajaran yang selama ini belum dilakukan oleh guru biologi yaitu pembelajaran dengan praktikum *Nata de Pina* yang sekaligus dapat melatih keterampilan proses sains.

Nata merupakan selulosa yang dibentuk oleh *Acetobacter xylinum*. *A. xylinum* memiliki kemampuan mengubah 19% gula menjadi selulosa (Khasanah, 2011). Bahan dasar nata yang pada umumnya air kelapa dikonversi menggunakan sari kulit nanas. Pada umumnya, siswa hanya mengetahui nanas sebagai buah saja namun kulit nanas dapat dibuat sebagai nata seperti halnya *Nata de Coco*. Pembelajaran dengan praktikum *Nata de Pina* dipilih karena dianggap sesuai untuk menyampaikan materi bioteknologi karena pembelajaran tersebut dapat memberi pengalaman langsung serta pengetahuan baru mengenai produk bioteknologi kepada siswa. *Nata de Pina* merupakan salah satu produk bioteknologi yang dapat dibuat dengan mudah dan tidak memerlukan peralatan yang rumit sehingga dapat dilakukan di laboratorium sekolah. Selain itu, bahan baku pembuatan adalah kulit nanas yang sangat mudah didapatkan karena selama ini hanya dibuang sia-sia sebagai limbah.

Pembelajaran dengan praktikum *Nata de Pina* dapat terlaksana dengan baik apabila didukung dengan Lembar Kegiatan Siswa (LKS). Lembar Kegiatan Siswa merupakan salah satu bahan ajar yang dapat dikembangkan oleh guru sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran (Amir, 2012). Melalui implementasi LKS *Nata de Pina*, diharapkan dapat membantu siswa untuk mengembangkan sejumlah keterampilan proses sains karena dalam praktikum banyak kegiatan ilmiah yang harus dilakukan di antaranya, mengamati, mengelompokkan, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel, merumuskan definisi operasional variabel, merancang dan melaksanakan percobaan, menganalisis data, menyimpulkan dan mengkomunikasikan. Selain itu, melalui pembelajaran langsung yang diterapkan diharapkan siswa dapat berhubungan langsung dengan objek yang dipelajari sehingga ada kecenderungan hasil yang diperoleh siswa menjadi konkrit (Sanjaya, 2013). Belajar melalui pengalaman langsung akan lebih efektif karena mampu membina sikap, keterampilan, cara berpikir kritis yang tentunya akan berdampak pada hasil belajar siswa yang diperoleh lebih baik atau mengalami peningkatan.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian *pre eksperimental* karena dalam penelitian ini tidak menggunakan kelas kontrol sebagai pembandingan. Penyusunan Lembar Kegiatan Siswa dilaksanakan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas

Negeri Surabaya pada bulan April 2016. Penerapan LKS *Nata de Pina* berbasis keterampilan proses sains dilaksanakan pada tanggal 7 Mei, 14 Mei dan 21 Mei 2016 di SMA Negeri 21 Surabaya.

Sasaran dalam penelitian ini adalah 15 siswa SMA Negeri 21 Surabaya. Siswa dipilih secara heterogen dengan kemampuan akademik dan jenis kelamin siswa. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *one group pretest and posttest design*, tidak terdapat kelas kontrol serta kelas pembandingan pada penelitian ini. Sebelum diberikan perlakuan, terlebih dahulu siswa diberikan tes awal (*pretest*) kemudian diberi perlakuan dan tes akhir (*posttest*). Hal ini bertujuan untuk mengetahui hasil belajar siswa sebelum dan setelah pembelajaran menggunakan LKS.

Instrumen dalam penelitian ini terdiri dari rencana pelaksanaan pembelajaran, LKS dan lembar penilaian hasil belajar. Dalam hal ini, lembar penilaian hasil belajar ialah lembar *pretest – posttest*.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah metode tes yang digunakan untuk mengukur hasil belajar kognitif siswa. Hasil belajar (*pretest* dan *posttest*) dianalisis dengan menghitung persentase ketuntasan dengan cara menjumlahkan siswa yang tuntas kemudian dibagi dengan jumlah seluruh siswa dan dikali 100%. Sesuai dengan standar ketuntasan minimal Biologi di SMA Negeri 21 Surabaya, siswa dikatakan tuntas apabila hasil tes mendapatkan nilai ≥ 78 . Untuk mengetahui besar tidaknya peningkatan hasil belajar sebelum dan sesudah uji coba, hasil *pretest* dan *posttest* diuji dengan menggunakan *gain score* yang dihitung dengan rumus berikut:

$$g = \frac{Si - Sf}{100\% - Sf}$$

Keterangan:

g : Gain

Sf : Skor *pretest*

Si : Skor *posttest*

100%: 100%

Berdasarkan *gain score* dapat diketahui peningkatan hasil belajar atau tingkat *gain* yaitu

dinyatakan memiliki tingkat *gain* yang tinggi apabila skor yang diperoleh $0,70 < g \leq 1,00$.

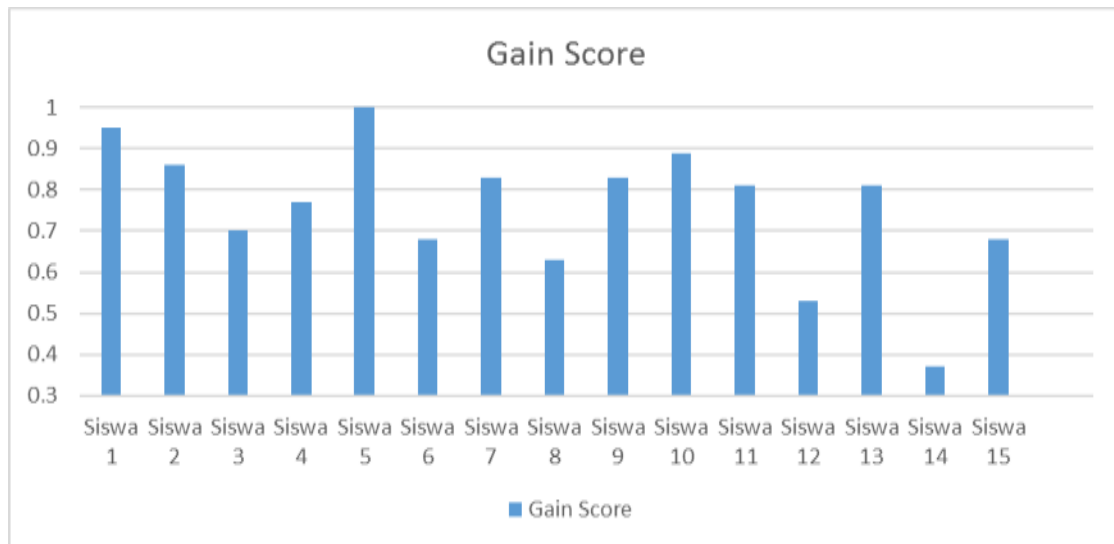
HASIL

Hasil belajar diketahui melalui instrumen tes yang berisi soal-soal dalam bentuk essay. Soal yang diberikan ialah tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) yang mengintegrasikan keterampilan proses sains, yakni keterampilan proses sains dasar dan integrasi. Hasil *pretest* dan *posttest* ditinjau untuk menilai ketuntasan dan peningkatan nilai yang diperoleh. **Siswa dinyatakan tuntas apabila nilai ≥ 78 . Ketuntasan siswa dapat dilihat pada Tabel 1 seperti berikut.**

Tabel 1. Hasil Belajar dan *Gain Score*

Nomor Siswa	Nilai		<i>Gain Score</i>
	<i>Pretes t</i>	<i>Posttes t</i>	
Siswa 1	59,4	97,9	0,95
Siswa 2	62,5	94,8	0,86
Siswa 3	71,9	91,7	0,7
Siswa 4	64,6	91,7	0,77
Siswa 5	75	100	1,0
Siswa 6	47,9	83,3	0,68
Siswa 7	54,2	92,7	0,83
Siswa 8	58,3	84,4	0,63
Siswa 9	56,3	92,7	0,83
Siswa 10	44,8	93,8	0,89
Siswa 11	51,0	90,6	0,81
Siswa 12	49	76,0	0,53
Siswa 13	61,5	92,7	0,81
Siswa 14	80,2	87,5	0,37
Siswa 15	63,5	88,5	0,68
Rata-Rata	60,0	90,5	0,77
Persentase	6,7%	93,3%	



Gambar 1. Grafik *gain score* tiap siswa

Berdasarkan Tabel 1, diketahui pada hasil *pretest* dari 15 siswa memperoleh nilai antara 44-80 dan hanya satu siswa yang mencapai ketuntasan dengan nilai 80,2 sehingga persentase ketuntasan yang diperoleh sebesar 6,7% dengan rata-rata 60,0. Setelah kegiatan pembelajaran melalui LKS, siswa diberikan *posttest* untuk mengetahui pengaruh penggunaan LKS dengan keterampilan proses sains yang dilatihkan. Hasil yang diperoleh pada *posttest* yaitu siswa mendapatkan nilai antara 76-100 dengan rata-rata 90,5 dan terdapat satu siswa yang tidak mencapai ketuntasan sehingga persentase yang diperoleh sebesar 93,3%.

Untuk mengetahui besar tidaknya peningkatan hasil belajar pada sebelum dan sesudah uji coba, hasil *pretest* dan *posttest* diuji menggunakan *gain score*. Berdasarkan data *gain score* diperoleh rata-rata 15 siswa sebesar 0,77 yang menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat diketahui pada hasil *pretest* dari 15 siswa hanya satu siswa yang mencapai ketuntasan dengan nilai 80,2 sehingga diperoleh persentase ketuntasan sebesar 6,7%. Perolehan nilai persentase yang rendah tersebut disebabkan 14 siswa memperoleh nilai dibawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yakni ≤ 78 . Faktor-faktor yang mempengaruhi rendahnya ketuntasan pada *pretest* ialah siswa belum mendapatkan konsep bioteknologi di sekolah sehingga pengetahuan yang dimiliki terbatas pada pengetahuan sebelumnya. Selain

itu, siswa belum terbiasa dalam menjawab soal keterampilan proses sains integrasi. Pada soal *pretest* yang melatih keterampilan proses sains integrasi, kemampuan siswa dalam mengidentifikasi variabel memperoleh nilai sangat rendah. Hal ini menunjukkan siswa belum mampu mengidentifikasi variabel percobaan yang terdiri atas variabel kontrol, manipulasi dan respons. Penyebabnya ialah karena siswa belum memahami pengertian dari variabel kontrol, manipulasi dan respons sehingga keterampilan mengidentifikasi variabel cenderung rendah. Selain mengidentifikasi variabel, keterampilan merumuskan definisi operasional variabel pada *pretest* juga memperoleh nilai yang rendah. Hal ini dikarenakan siswa belum memahami pengertian variabel respons, kontrol dan manipulasi sehingga kesulitan dalam merumuskan definisi operasional variabel. Untuk dapat merumuskan definisi variabel, terlebih dulu harus mengetahui variabel apa saja yang hendak diteliti.

Setelah kegiatan pembelajaran dilaksanakan dengan menggunakan LKS *Nata de Pina* yang melatih keterampilan proses sains, nilai *pretest* yang rendah tersebut jauh berbeda saat siswa mengerjakan *posttest* yang diberikan pada akhir pembelajaran. Hasil *posttest* menunjukkan rata-rata persentase ketuntasan 93,3%. Pada keterampilan mengidentifikasi variabel yang mendapatkan nilai terendah pada *pretest* mengalami peningkatan hasil pada *posttest*. Hal ini menunjukkan siswa telah memahami arti variabel kontrol, manipulasi dan respons sehingga mampu untuk mengidentifikasi masing-masing variabel. Selain itu, keterampilan merumuskan definisi operasional

variabel juga mengalami peningkatan namun masih terdapat siswa yang salah dalam merumuskan definisi operasional variabel yaitu menjawab pengertian dari variabel manipulasi dan respons. Padahal maksud dari definisi operasional variabel ialah pengertian variabel yang digunakan dalam objek penelitian agar tidak terjadi perbedaan arti. Penyelesaian yang dapat dilakukan ialah pada LKS dapat diberikan contoh dan instruksi cara mengidentifikasi variabel dan merumuskan definisi operasional variabel dengan contoh yang lebih sederhana dan instruksi yang mudah dipahami siswa.

Berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest*, diketahui terdapat peningkatan hasil belajar yang cukup signifikan yaitu rata-rata *gain score* yang memperoleh nilai 0,77. Nilai ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang tinggi antara hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan LKS. Hal ini disebabkan LKS yang dikembangkan merupakan LKS yang melatih keterampilan proses sains yakni kegiatan dalam LKS tidak menghafalkan materi tetapi mencari tahu, menggali, mengolah dan memecahkan permasalahan yang ada sehingga siswa secara tidak langsung melaksanakan pembelajaran mandiri dan berpusat pada diri siswa sendiri (*student centered*).

Pembelajaran yang dilaksanakan ialah siswa diberikan informasi materi terkait konsep bioteknologi. Pada LKS 1 dan 2 diperkenalkan dengan permasalahan yang ada di sekitar lingkungannya dan mencari pemecahan masalah tersebut hingga menemukan solusi dan mempraktikkannya. Pengalaman belajar seperti ini akan lebih bermakna bagi siswa dan metode praktikum yang digunakan dapat diartikan sebagai salah satu metode pembelajaran yang berfungsi memperjelas konsep melalui kontak dengan alat, bahan atau peristiwa alam secara langsung. Selaras dengan penelitian Khasanah (2011) yang menunjukkan bahwa metode praktikum pembuatan *Nata de Pina* memperoleh hasil aktivitas dan keterampilan proses sains dengan kriteria baik yaitu tercapainya indikator **keberhasilan dengan nilai ≥ 85** .

Selain itu, melalui pembelajaran dengan pengalaman langsung akan memotivasi siswa sehingga lebih tertarik dan tidak merasa jenuh untuk mengikuti proses pembelajaran. Hal ini disebabkan pembelajaran dengan implementasi LKS *Nata de Pina* membuat siswa belajar dengan memanfaatkan aspek lingkungan sekitar yang kemudian dikembangkan pada konsep bioteknologi yang berkaitan dengan materi yang dipelajari dan akhirnya dicapai kesimpulan yang

bermakna sehingga dengan pendekatan ini siswa lebih mudah memahami materi yang sedang dipelajari. Sesuai dengan pendapat Sardiman (2012) menyatakan belajar melalui praktik atau mengalami secara langsung akan lebih efektif, mampu membina sikap, keterampilan, cara berpikir kritis bila dibandingkan dengan belajar secara hapalan saja.

Berdasarkan penelitian relevan yang dilakukan Marjan (2014) juga menyimpulkan bahwa pembelajaran pendekatan saintifik dapat meningkatkan hasil belajar biologi dan keterampilan proses sains. Hal ini dikarenakan menurut Trianto (2010) tujuan melatih keterampilan proses sains yaitu meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa, karena dalam melatih ini siswa dipacu untuk berpartisipasi secara aktif dan efisien dalam belajar sekaligus menuntaskan hasil belajar siswa secara serentak.

Dengan menguasai konsep dan prinsip yang baik, siswa memiliki kemampuan keterampilan proses sains yang baik pula. Keberhasilan siswa dalam memahami materi pelajaran, tergantung kepada guru sebagai pembimbing yang harus bertindak sebagai motivator dan fasilitator yang baik. Pada saat proses belajar mengajar sebaiknya siswa dilibatkan secara aktif dalam proses belajar mengajar. Hal itu dicerminkan dari aktivitas siswa dalam belajar bukan hanya sebagai penerima materi pelajaran tetapi sekaligus dapat terlibat aktif memecahkan masalah. Oleh karena itu, kemampuan guru dalam memilih model atau pendekatan pembelajaran yang dapat melibatkan siswa secara aktif sangat diperlukan (Delismar, dkk., 2013).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa hasil belajar siswa mengalami peningkatan dari 15 siswa yang menjadi uji coba penelitian, yaitu pada *pretest* memperoleh nilai rata-rata 60,0 sedangkan rata-rata pada *posttest* 90,5. Uji *gain score* yang bertujuan untuk mengetahui besar tidaknya peningkatan hasil belajar memperoleh rata-rata 0,77 yang menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* sehingga dapat disimpulkan bahwa LKS *Nata de Pina* yang dikembangkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa melalui keterampilan proses sains yang dilatihkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, A. 2012. *Model Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Berorientasi Inkuiri Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Pembelajaran Hidrolisis Garam Dengan Metode Praktikum*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia. Online. Diakses melalui <http://repository.upi.edu> pada 15 Maret 2016.
- Anni, C.T. 2006. *Psikologi Belajar*. Semarang: UPT MKK UNNES.
- Delismar, Rayandra, A., dan Bambang H. 2013. Peningkatan Kreativitas dan Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Penerapan Model *Group Investigation*. *Jurnal Edu-Sains*. Vol.1, No.2, 2013.
- Hamdu, G., dan Lisa, A. 2011. Pengaruh Motivasi Belajar Siswa terhadap Prestasi Belajar IPA di Sekolah Dasar (Studi Kasus terhadap Siswa Kelas IV SDN Tarumanegara Kecamatan Tawang Kota Tasikmalaya). *Jurnal Penelitian Pendidikan*. Vol. 12, No. 1, April 2011.
- Khasanah, M. 2011. "Penerapan Metode Praktikum Nata de Pina pada Pembelajaran Materi Bioteknologi di SMP Negeri 1 Parakan."** *Skripsi*. Dipublikasikan. Diakses melalui <http://lib.unnes.ac.id/3881/1/7636.pdf> pada 6 Februari 2017.
- Marjan, J. 2014. Pengaruh Pembelajaran Pendekatan Saintifik terhadap Hasil Belajar Biologi dan **Keterampilan Proses Sains Siswa MA Mu'allimat NW Pancor Selong Kabupaten Lombok Timur Nusa Tenggara Barat**. *E-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha*. Vol. 4, Th. 2014. Diakses melalui http://pasca.undiksha.ac.id/e-journal/index.php/jurnal_ipa/article/view/1316.
- Prayoga, Z. 2013. "Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Materi Pengelolaan Lingkungan dengan Pendekatan Keterampilan Proses Sains." *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Sardiman, A.M. 2012. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Cetakan ke-21. Jakarta: Rajawali Press.
- Sanjaya, W. 2013. *Penelitian Pendidikan: Jenis, Metode dan Prosedur*. Jakarta: Kencana.
- Suprihatiningrum, J. 2014. *Strategi Pembelajaran: Teori dan Aplikasi*. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media.
- Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*. Surabaya: Bumi Aksara.
- Wardani, Sri., Antonius, T.W., dan Niken, E.P. Peningkatan Hasil Belajar Siswa Melalui Pendekatan Keterampilan Proses Sains Berorientasi *Problem Based Instruction*. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*. Vol. 3, No.1, 2009, hlm 391-399.
- Yusuf, M. 2009. Pengaruh Cara dan Motivasi Belajar terhadap Hasil Belajar *Programmable Logic Controller (PLC)* Siswa Kelas III Jurusan Listrik SMK Negeri 5 Makassar. *Jurnal MEDTEK*. Vol.1, No.2, Oktober 2009.

Analisis Pengetahuan Mahasiswa Biologi tentang Teknik Investigasi Kapang Endofit pada Tanaman Berkhasiat Obat

Qorry Aulya Rohmana¹, Utami Sri Hastuti², Abdul Gofur³

^{1,2,3}Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No.05, Sumbersari, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65145

¹email : aulyano@gmail.com

ABSTRAK

Mahasiswa diharapkan tidak hanya memiliki penguasaan konsep namun juga berkompeteren dan memiliki keterampilan secara mendalam, hal ini dapat dicapai melalui kegiatan praktikum dalam pembelajaran. Pelaksanaan pembelajaran yang dilengkapi dengan kegiatan praktikum memerlukan bahan ajar yang sesuai untuk mempermudah mahasiswa dalam memahami dan melaksanakan kegiatan praktikum. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengetahuan mahasiswa tentang teknik investigasi (isolasi, identifikasi dan pengamatan histologi) kapang endofit pada tanaman berkhasiat obat. Metode pengumpulan data melalui penyebaran angket dan wawancara pada mahasiswa jurusan biologi Universitas Negeri Malang. Data hasil observasi dan wawancara dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan mahasiswa tentang tujuan teknik investigasi kapang endofit sebesar 94,4% (sangat tinggi), pengetahuan mahasiswa tentang prosedur isolasi dan identifikasi, dan prosedur pengamatan kapang endofit pada jaringan tanaman sebesar 40% (rendah), dan sebesar 90% mahasiswa belum pernah melaksanakan praktikum tentang kapang endofit. Pengetahuan mahasiswa Biologi UM tentang metode investigasi kapang endofit pada tanaman berkhasiat obat masih kurang optimal sehingga perlu ditingkatkan melalui kegiatan praktikum dan adanya bahan ajar untuk menunjang kegiatan pembelajaran mahasiswa tentang kapang endofit.

Kata Kunci : Investigasi kapang endofit tanaman berkhasiat obat; Pengetahuan mahasiswa

PENDAHULUAN

Pelaksanaan pembelajaran Pendidikan Tinggi mengacu pada capaian pembelajaran yang ditentukan dalam Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) yang menekankan pada sikap, pengetahuan, keterampilan dan pengalaman kerja (Kemendikbud, 2014). Capaian pembelajaran berdasarkan KKNI diantaranya mahasiswa diharapkan dapat menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan sehari-hari melalui pemanfaatan IPTEKS dan mengintegrasikan konsep yang telah dimiliki dengan penyelesaian secara prosedural. Capaian tersebut dapat dicapai melalui pembelajaran yang tidak hanya mengarah pada penguasaan konseptual namun juga keterampilan mengaplikasikan konsep untuk memecahkan masalah melalui praktik ilmiah, sehingga mahasiswa lebih menguasai konsep pengetahuan yang dipelajari (Tursinawati, 2012; Novitaningrum dkk, 2014).

Hasil observasi yang telah dilakukan di jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang (UM) pada tanggal 20 Oktober 2016 menunjukkan bahwa pembelajaran Mikologi dilakukan melalui ceramah dan

praktikum, beberapa materi pembelajaran seperti pada **materi "Kapang Endofit" hanya disampaikan oleh dosen** melalui ceramah dengan menggunakan sumber pustaka berupa buku teks dan artikel dari internet. Pembelajaran yang dilakukan melalui ceramah dan menggunakan sumber belajar yang kurang mendukung mengakibatkan pemahaman siswa pada materi kapang endofit kurang optimal.

Materi "Kapang Endofit pada Tanaman" perlu dipahami oleh mahasiswa, baik konsep manfaat, karakteristik maupun teknik investigasi kapang endofit pada tanaman. Kapang endofit merupakan kapang yang hidup dalam jaringan tanaman (Selim dkk, 2012), tanpa menyebabkan kerusakan pada tanaman inang dan mampu menghasillkan senyawa metabolit sekunder yang sama atau tidak sama dengan tanaman inangnya (Strobel & Daisy, 2003). Saat ini eksplorasi kapang endofit pada tanaman berkhasiat obat terus dilakukan melalui penelitian (Radji, 2005), karena potensinya yang besar sebagai sumber senyawa aktif (Tan & Zhou, 2001) yang dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan dan pertanian (Petrini dkk, 1992;

Agusta, 2009). Pengetahuan mahasiswa tentang teknik prosedural untuk kajian kapang endofit pada tanaman berkhasiat obat dapat dioptimalkan melalui pembelajaran dan bahan ajar yang sesuai. Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan pengetahuan mahasiswa tentang teknik investigasi kapang endofit pada tanaman berkhasiat obat.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Universitas Negeri Malang (UM) pada bulan November 2016. Jenis penelitian ini adalah deskriptif. Responden pada penelitian ini yaitu 30 orang mahasiswa UM yang telah menempuh matakuliah Mikologi. Teknik pengumpulan data menggunakan angket dan wawancara terhadap responden. Data hasil wawancara dianalisis secara deskriptif kualitatif dan data hasil angket dianalisis secara deskriptif kuantitatif melalui rumus perhitungan sebagai berikut.

$$P = \frac{x}{xi} \times 100\%$$

Keterangan :

- P = Persentase
 - x = Skor tiap kriteria
 - xi = Skor maksimal tiap kriteria
 - 100% = konstanta
- (Sumber : Arikunto, 2009)

Hasil persentase angket yang telah dianalisis dengan rumus tersebut, kemudian dikategorikan berdasarkan kategori pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori persentase angket

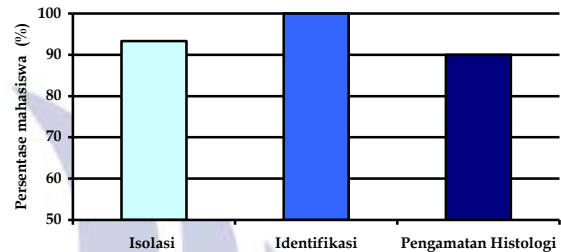
Persentase	Keterangan
0%-20%	Sangat rendah
21%-40%	Rendah
41%-60%	Sedang
61%-80%	Tinggi
81%-100%	Sangat tinggi

(Sumber: Riduwan, 2004)

HASIL

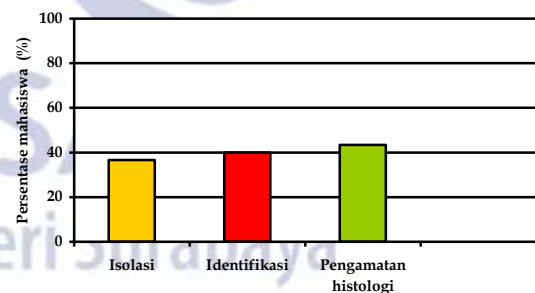
Pengetahuan mahasiswa tentang teknik **investigasi terhadap “Kapang Endofit pada Tanaman berkhasiat Obat** meliputi tujuan, prosedur dan pelaksanaan isolasi, identifikasi dan pengamatan histologi kapang endofit pada tanaman berkhasiat obat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

pengetahuan mahasiswa tentang tujuan teknik investigasi kapang endofit secara umum adalah sebesar 94,44% (sangat tinggi), yang meliputi tujuan isolasi kapang endofit sebesar 93,33% (sangat tinggi), tujuan identifikasi kapang endofit sebesar 100% (sangat tinggi) dan tujuan pengamatan histologi kapang endofit dalam jaringan tanaman berkhasiat obat sebesar 90,00% (sangat tinggi). Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengetahuan mahasiswa tentang tujuan teknik investigasi kapang endofit

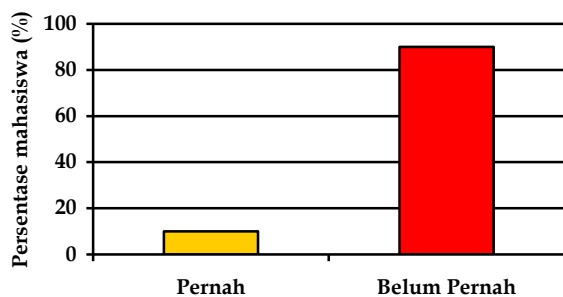
Pengetahuan mahasiswa tentang prosedur teknik investigasi kapang endofit secara umum adalah sebesar 40% (rendah), yang meliputi prosedur isolasi kapang endofit sebesar 36,67% (rendah), prosedur identifikasi kapang endofit sebesar 40% (rendah) dan prosedur pengamatan histologi kapang endofit dalam jaringan tanaman berkhasiat obat sebesar 43,33% (sedang). Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengetahuan tentang prosedur teknik investigasi kapang endofit

Selanjutnya hasil penelitian juga menunjukkan bahwa 90% (sangat tinggi) mahasiswa belum pernah melaksanakan teknik investigasi kapang endofit secara langsung dan 10% (sangat rendah) mahasiswa pernah melaksanakan teknik investigasi kapang endofit secara langsung yang meliputi isolasi, identifikasi dan pengamatan histologi kapang endofit dalam jaringan

tanaman berkhasiat obat. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pelaksanaan teknik investigasi kapang endofit secara langsung

PEMBAHASAN

Pengetahuan mahasiswa tentang teknik investigasi kapang endofit meliputi tujuan dan prosedur isolasi, identifikasi dan pengamatan kapang endofit secara histologi dalam jaringan tanaman berkhasiat obat. Pengetahuan mahasiswa tentang tujuan metode investigasi kapang endofit tergolong sangat tinggi. Hal ini dikarenakan dalam pembelajaran telah diberikan penjelasan oleh dosen tentang letak, cara hidup, manfaat, dan teknik investigasi kapang endofit pada tanaman melalui kegiatan ceramah. Selain itu kegiatan pembelajaran juga didukung oleh sumber belajar berupa buku teks dan artikel dari internet.

Namun pengetahuan mahasiswa tentang prosedur isolasi, identifikasi dan pengamatan kapang endofit secara histologi dalam jaringan tanaman berkhasiat obat masih tergolong rendah. Hal ini dikarenakan pembelajaran yang dilakukan hanya melalui ceramah, belum ada kegiatan praktik untuk mengaplikasikan konsep teknik investigasi kapang endofit yang telah diberikan oleh dosen. Berdasarkan hasil wawancara, mahasiswa menyatakan bahwa tanpa kegiatan praktik secara langsung, mereka cenderung mudah lupa dan sulit mengingat konsep yang diberikan. Selain itu, bahan ajar mengenai kapang endofit dan teknik untuk mengkaji kapang endofit yang digunakan kurang memadai dan kurang bervariasi.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan, mahasiswa menyatakan bahwa mereka menginginkan adanya kegiatan praktikum secara langsung yang meliputi kegiatan isolasi, identifikasi dan pengamatan histologi kapang endofit pada

tanaman serta bahan ajar yang mendukung pembelajaran tentang kapang endofit. Adanya kegiatan praktikum dalam proses pembelajaran dapat membantu mahasiswa untuk lebih memahami, mengingat dan menguasai materi pelajaran (Rahayuningsih, 2005; Susantini dkk, 2012), hal ini dikarenakan siswa dapat memperoleh pengalaman langsung untuk mengembangkan dan menerapkan konsep yang telah dimiliki (Rahayuningsih, 2005). Penggunaan bahan ajar dalam pembelajaran juga dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran (Kusuma & Siadi, 2010; Rahmayani dkk, 2013; Situmorang, 2013). Bahan ajar yang mendukung pembelajaran harus dikembangkan secara lebih luas, tidak hanya berisi konsep teoritis materi pembelajaran, namun juga berisi panduan kerja praktikum secara prosedural agar membantu siswa dalam menguasai konsep dan memiliki keterampilan dalam menerapkan konsep materi (Sungkono, 2009). Pernyataan Sungkono (2009) tersebut dapat diterapkan **pada materi "Kapang Endofit", sehingga agar dapat diperoleh hasil belajar yang lebih baik, diperlukan petunjuk praktikum untuk materi "Kapang Endofit"** untuk membantu para mahasiswa melakukan kegiatan praktikum.

SIMPULAN

Pengetahuan mahasiswa jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang tentang teknik investigasi kapang endofit pada tanaman obat masih kurang optimal. Hal ini disebabkan belum adanya kegiatan praktikum untuk mengaplikasikan konsep, selain itu bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran **tentang "Kapang Endofit" kurang bervariasi.** Sehubungan dengan hasil penelitian tersebut, maka diperlukan bahan ajar yang dilengkapi dengan **petunjuk praktikum tentang "Kapang Endofit"** untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang teknik investigasi Kapang Endofit pada Tanaman berkhasiat Obat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A. 2009. *Biologi dan Kimia Jamur Endofit*. Bandung: Penerbit ITB.
- Arikunto, S. 2009. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2014. *Standar Nasional Pendidikan Tinggi*. Jakarta: Depdikbud.

- Kusuma, E. & Siadi, K. 2010. Pengembangan Bahan Ajar Kimia Berorientasi Chemo-Entrepreneurship Untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Life Skill Mahasiswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, Vol(4): 544-551.
- Novitaningrum, M., Parmin, Pamelasari, S.D. 2014. Pengembangan Handout IPA Terpadu Berbasis Inkuiri pada Tema Mata Untuk Kelas IX Siswa MTs Al-Islam Sumurejo. *Unnes Science Education Journal*, 3(2): 542-548.
- Petrini, O., Sieber, T., Toti, L., & Viret, O. 1992. Ecology, Metabolite Production, And Substrate Utilization In Endophytic Fungi. *Natural Toxins*, :185-196.
- Radji, Maksum. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian* 2(3): 113-126.
- Rahayuningsih, E., dan Dwiyanto, D. 2005. *Pembelajaran di Laboratorium*. Yogyakarta: Pusat Pengembangan Pendidikan UGM.
- Rahmayani, F., Hindun, I., & Hudha, A.M. 2013. Pengembangan Handout Berbasis Kontekstual Pada Pelajaran Biologi Materi Bioteknologi Untuk Siswa Kelas XII SMK Negeri 02 Batu. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* 1(1): 47-59.
- Riduwan, 2006. *Belajar Mudah Penelitian untuk Guru, Karyawan, dan Peneliti Pemula*. Bandung: Alfabeta.
- Selim, K.A., El-Beih, A.A., Abdelrahman, T.M., & Eldiwany, A.I. 2012. Biology of Endophytic Fungi. *Research in Environmental & Applied Mycology* 2 (1): 31-82 .
- Situmorang, M.. 2013. Pengembangan Buku Ajar Kimia SMA melalui Inovasi Pembelajaran dan Integrasi Pendidikan Karakter Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Prosiding Seminar FMIPA Universitas Negeri Lampung*.
- Strobel, G. & Daisy, B. 2003. Bioprospecting For Microbial Endophytes And Their Natural Products. *Microbiology And Molecular Biology Reviews*, 67 (4): 491 – 502.
- Sungkono. 2009. Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar Modul Dalam Proses Pembelajaran-An. *Majalah Ilmiah Pembelajaran*. 1(5). Mei 2009.
- Susantini, E., Thamrin, M., Isnawati, Lisdiana, L. 2012. Pengembangan Petunjuk Praktikum Genetika untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, Vol 1(2): 102-108.
- Tan, R.X & Zhou, W.X. 2001. Endophytes: A Rich Source Of Functional Metabolites. *The Royal Society Of Chemistry*, 18: 448-459.
- Tursinawati, 2012. Penerapan Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Pemahaman Hakikat Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Serambi Ilmu*, 11(2): 48-53.

Penerapan *Group Investigation* Dipadu Strategi SQ4R dan *Mind Mapping* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa

Anilia Rustininingsih¹, Sri Endah Indriwati²

^{1,2}Universitas Negeri Malang

Jalan Semarang No. 5 Malang

¹email: anilia.rustininingsih@yahoo.com

ABSTRAK

Keterampilan berpikir kreatif merupakan salah satu kompetensi dan/atau keahlian yang harus dimiliki oleh SDM abad ke-21. Hal ini menjadi alasan seorang pendidik agar mampu membentuk SDM yang dapat berkembang dan bertahan di abad ke-21 ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa yang memprogram mata kuliah Belajar dan Pembelajaran di kelas A pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang. Jenis penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas berbasis *lesson study*. Model pembelajaran yang diterapkan adalah *Group Investigation* dipadu dengan strategi SQ4R dan *mind mapping*. Pengumpulan data dilakukan melalui penilaian tes, penilaian *mind map*, dan observasi. Instrumen penelitian berupa lembar tes evaluasi, lembar penilaian *mind map*, dan lembar keterlaksanaan kegiatan *lesson study*. Analisis data keterlaksanaan kegiatan *lesson study*, tes evaluasi, dan penilaian *mind map* menggunakan deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif mahasiswa mengalami peningkatan.

Kata Kunci: Penerapan GI, SQ4R, *Mind Mapping*, Keterampilan Berpikir Kreatif

PENDAHULUAN

Kompetensi dan/atau keahlian yang harus dimiliki oleh SDM abad ke-21 berdasarkan "*21st Century Partnership Learning Framework*", yaitu: kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (*Critical Thinking and Problem Solving Skills*), hingga kemampuan mencipta dan membaharui (*Creativity and Innovation Skills*) (BSNP, 2010). Kecakapan berpikir abad ke-21 berdasarkan gagasan atau ide terbaik dari para ahli di bidang pendidikan, salah satunya adalah berpikir kreatif. Baker *et al.* (2001) dan Tsai (2012) menyatakan berpikir kreatif ialah divergen atau memiliki arti yang luas. Berpikir kreatif merupakan kegiatan yang menghasilkan sesuatu yang baru (Baker *et al.*, 2001), sesuatu yang tidak biasa atau yang berbeda dari ide-ide sebelumnya (Istianah, 2013).

Pada mata kuliah BDP (Belajar dan Pembelajaran) yang ditempuh oleh mahasiswa semester V merupakan mata kuliah wajib untuk program pendidikan Biologi, Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Malang. Hasil observasi yang telah dilakukan selama lima kali pertemuan di kelas A diketahui bahwa pembelajaran pada tanggal 29 Agustus 2016 berupa diskusi kelas yang sebagian besar mahasiswa tidak berani mengangkat tangan untuk

menyampaikan pendapat, sehingga kelas hanya didominasi oleh mahasiswa tertentu saja. Observasi kedua dan ketiga dilakukan pada tanggal 31 Agustus 2016 dan 5 September 2016 dengan model pembelajaran TPS (*Think, Pair, Share*) dipadu ROA (*Reading, Questioning, Answering*), mahasiswa masih tampak enggan untuk mengajukan pendapat atau bertanya, dan nampak lebih terbiasa dengan menjawab secara bersama-sama saat diberi pertanyaan oleh Dosen. Jika mahasiswa diminta mengajukan pendapat oleh Dosen, pendapat yang diajukan lebih banyak sama dengan pendapat teman yang lain/sebelumnya. Observasi keempat dan kelima yaitu pada tanggal 7 September dan 14 September 2016 dengan model pembelajaran NHT (*Number Head Together*) dipadu TTW (*Think, Talk, Write*), nampak mahasiswa sudah mulai berani berpendapat, namun masih harus ditunjuk oleh Dosen. Pada observasi keempat dan kelima juga masih nampak ide/pendapat yang diajukan mahasiswa masih sama dengan tanggapan teman lainnya. Ketika mengemukakan pendapat juga masih dibantu dengan membaca referensi dari LKM (baik LKM sendiri maupun LKM teman). Kreativitas sebagian besar mahasiswa dalam mengemukakan pendapat baik ide ataupun gagasan

masih kurang. Sikap mahasiswa dalam pembelajaran juga terlihat masih lemah, karena masih terlihat mahasiswa yang bermain HP, mengantuk, dan melamun selama pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi tersebut, diketahui bahwa keterampilan berpikir kreatif mahasiswa masih rendah, sehingga diperlukan suatu *model* pembelajaran yang dapat membantu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Model pembelajaran yang dapat meningkatkan sikap mahasiswa adalah model pembelajaran kooperatif tipe *Group Investigation* yang merupakan salah satu model pembelajaran *Active Learning*. Model pembelajaran *Group Investigation* bertujuan untuk memberikan tanggungjawab kepada peserta didik, pembelajaran yang mandiri, dan saling berinteraksi satu sama lain (Akçay, 2012) dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis (Anggraini, 2015; Sahfriana 2015). Lebih lanjut, Siddiqui (2013) menerapkan model pembelajaran *Group Investigation* untuk mengembangkan pemikiran logis, meningkatkan tingkat berpikir kritis, mengembangkan keterampilan kepemimpinan, meningkatkan keterampilan komunikatif siswa dan guru.

Strategi pendukung untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa adalah strategi belajar SQ4R (*Survey, Question, Read, Reflect, Recite, dan Review*). SQ4R dapat digunakan dalam prestasi akademik dan efektif mengurangi kecemasan (Shahri, 2015); serta dapat mempengaruhi keterampilan metakognisi dan hasil belajar (Rasjid, 2015). Strategi tersebut diharapkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa dengan dipadukannya model pembelajaran *Group Investigation* dalam pembelajaran. Usaha untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa juga dibantu dengan teknik *Mind Mapping*. Jones, *et al.*, (2012) menyebutkan bahwa *mind map* dapat mempengaruhi motivasi belajar siswa dan dapat meningkatkan prestasi menulis siswa (Riswanto, 2012). Penggunaan *Mind Map* dapat meningkatkan koneksi siswa dalam pembelajaran matematika (Sari, 2008), meningkatkan kemampuan berpikir kreatif (Sari, 2008; Darusman, 2014), dapat mengembangkan kreativitas siswa (Syahidah, 2015). Model pembelajaran *Group Investigation* dan strategi SQ4R memiliki keterpaduan sintaks pembelajaran yang dapat mendukung proses belajar mahasiswa dalam melakukan penyelidikan terhadap permasalahan yang terjadi di kehidupan nyata. Pemilihan tersebut dilakukan berdasarkan

pertimbangan materi yang dipelajari oleh mahasiswa semester V yaitu materi teori belajar konstruktivistik, review terkait teori belajar behavioristik, kognitivistik, dan konstruktivistik, serta pendekatan CTL, teori dan konsep PAKEM/PAIKEM/PAKEMI. Materi tersebut sangat berkaitan dengan kehidupan nyata yaitu berupa permasalahan yang sedang terjadi di masyarakat terutama dalam kegiatan belajar mengajar. Penggunaan model pembelajaran *Group Investigation* dan strategi SQ4R dapat memandu mahasiswa dalam merancang penyelidikan hingga menemukan solusi terhadap permasalahan yang dikaji. Proses tersebut diharapkan dapat melatih keterampilan berpikir kreatif setiap individu dalam merancang penyelidikan hingga ditemukannya solusi yang tepat. Teknik *mind map* digunakan untuk mendukung proses latihan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa dengan membuat rangkuman dalam bentuk peta pikiran berdasarkan teori dan konsep yang akan dipelajari.

Berdasarkan permasalahan yang diperoleh dari hasil observasi dan penelitian sebelumnya dapat memberikan inspirasi peneliti untuk melakukan penelitian dengan variabel yang berbeda, yaitu **"Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran *Group Investigation* dipadu Strategi SQ4R dan *Mind Mapping* terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa"**. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Group Investigation* dipadu strategi SQ4R dan *Mind Mapping* terhadap keterampilan berpikir kreatif mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang.

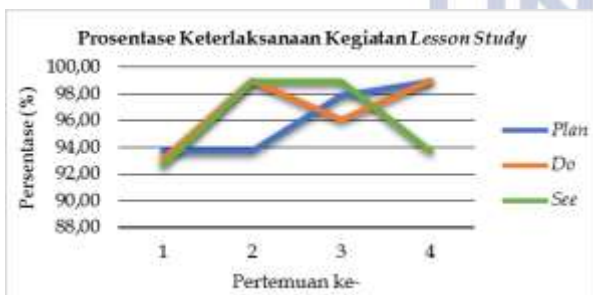
METODE

Penelitian ini dilakukan pada mahasiswa semester V kelas A jurusan Biologi Universitas Negeri Malang yang berjumlah 26 orang, yaitu pada bulan September-November 2017. Jenis penelitian adalah penelitian tindakan kelas (PTK) berbasis *Lesson Study*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model pembelajaran *Group Investigation* dipadu SQ4R dan *mind mapping* terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif melalui PTK berbasis *lesson study*. Penelitian tindakan kelas berbasis *lesson study* yang dilakukan terdiri dari 2 siklus dengan 4 kali pertemuan dan dilakukan dengan tahap perencanaan (*plan*), pelaksanaan dan observasi (*do*), serta refleksi (*see*). Tahap perencanaan (*Plan*) dilakukan dengan memilih dan merancang model pembelajaran yang akan diterapkan dalam kegiatan pembelajaran. Pada

penelitian ini dipilih model pembelajaran *Group Investigation* dipadu strategi SQ4R dan *mind map*. Tahap pelaksanaan dan observasi (*Do*) dilakukan dengan menerapkan model pembelajaran *Group Investigation* dipadu strategi SQ4R dan *mind map*, serta dilakukan pengamatan terhadap aktivitas mahasiswa selama proses pembelajaran berlangsung. Tahap evaluasi (*See*) dilakukan dengan merefleksikan hasil kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan di kelas. Refleksi difokuskan pada hasil pengamatan aktivitas mahasiswa selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Pengumpulan data dilakukan melalui penilaian tes, penilaian *mind map*, dan observasi. Instrumen penelitian berupa lembar tes evaluasi, lembar penilaian *mind map*, dan lembar keterlaksanaan kegiatan *lesson study*. Analisis data keterlaksanaan kegiatan *lesson study*, tes evaluasi, dan penilaian *mind map* menggunakan deskriptif kuantitatif.

HASIL

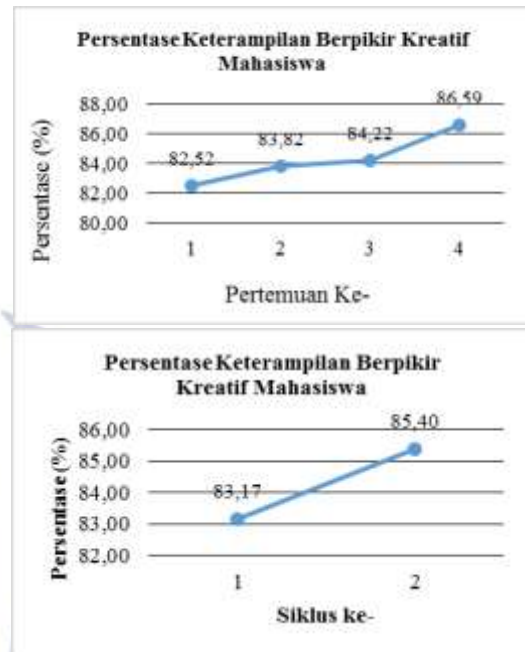
Penerapan kegiatan *Lesson Study* dilakukan dalam empat kali pertemuan. Persentase keterlaksanaan kegiatan *Lesson Study* tahapan *plan* stabil pada pertemuan satu dan pertemuan dua, sedangkan pada pertemuan tiga dan empat mengalami kenaikan. Tahap *do* pada pertemuan satu dan dua mengalami kenaikan, namun pada pertemuan ketiga mengalami penurunan. Pada pertemuan keempat tahap *do* kembali mengalami kenaikan. Pada tahap *see* mengalami kenaikan di pertemuan satu dan dua, pertemuan tiga masih stabil, namun di pertemuan keempat mengalami penurunan drastis (Gambar 1).



Gambar 1. Keterlaksanaan kegiatan *lesson study* pada setiap pertemuan

Persentase keterampilan berpikir kreatif mahasiswa pada pertemuan 1 hingga pertemuan 4 mengalami peningkatan, dengan angka peningkatan pada grafik mulai dengan 82,52% hingga 86,59% (Gambar 2 a). Peningkatan persentase keterampilan

berpikir kreatif mahasiswa juga terlihat dari siklus I hingga siklus II. Grafik peningkatan menunjukkan angka 83,17% pada siklus I menjadi 85,40% pada siklus II (Gambar 2 b).



(a) (b)

Gambar 2. Persentase Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa: (a) Pada Setiap Pertemuan; (b) Pada Setiap Siklus.

PEMBAHASAN

Persentase keterlaksanaan kegiatan *lesson study* pada tahap *plan* mengalami peningkatan pada pertemuan satu hingga pertemuan empat. Perbaikan tahap *plan* pada pertemuan tiga dilakukan dengan melengkapi komponen yang digunakan dalam pembelajaran. Komponen tersebut adalah kelengkapan perangkat pembelajaran berupa RPS dan LKM yang digunakan untuk mengajar. RPS dan LKM tersebut dirancang dan disusun sesuai dengan masukan dari para observer dan dosen pembimbing. Persentase keterlaksanaan kegiatan *lesson study* pada tahap *do* mengalami peningkatan pada pertemuan dua. Peningkatan tersebut terjadi karena terdapat perbaikan pada aspek kelengkapan buku kelas berupa denah tempat duduk dan tanda pengenal. Denah tempat duduk dan tanda pengenal berfungsi untuk mempermudah para observer dalam mengamati mahasiswa selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Penurunan tahap *do* pada pertemuan tiga disebabkan kurangnya kontrol waktu selama proses

pembelajaran, sehingga waktu untuk tes evaluasi sangat terbatas. Tahap *do* pada pertemuan empat kembali mengalami peningkatan, karena perencanaan waktu dalam pembelajaran sudah mengalami perbaikan. Kegiatan *lesson study* pada tahap *see* mengalami peningkatan pada pertemuan dua dan tiga. Hal ini disebabkan karena, pada aspek moderator dan perannya sudah semakin terlatih dalam memimpin jalannya diskusi pada kegiatan refleksi. Moderator dalam kegiatan refleksi sudah terbiasa untuk menyampaikan susunan acara dan menyampaikan garis besar tata tertib dalam kegiatan refleksi. Namun, pada pertemuan empat, tahap *see* mengalami penurunan yang sangat drastis. Hal ini disebabkan karena waktu pelaksanaan refleksi tidak dilakukan segera setelah kegiatan pembelajaran selesai.

Hasil kegiatan *lesson study* tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk perbaikan pembelajaran di kelas. Perbaikan-perbaikan tersebut dapat diketahui melalui peningkatan yang dicapai oleh dosen model dari setiap pertemuan. Kegiatan *lesson study* dapat melatih kompetensi pendidik, karena pendidik dalam hal ini dosen model mendapatkan pengalaman menjadi observer dalam *lesson study* (Darmawan, 2015). Selain itu, tahapan dalam kegiatan *lesson study* dapat menumbuhkan kompetensi pedagogik (Cerbin & Kopp, 2006; Listyani *et al.*, 2008), profesional (Halvorsen *et al.*, 2013), sosial, dan kepribadian (Listyani *et al.*, 2008). Peningkatan kompetensi pedagogik ditandai adanya peningkatan keterampilan dosen dalam merancang perangkat pembelajaran dan pengelolaan kelas. Peningkatan kompetensi profesional dari kegiatan *lesson study* ditandai dengan dosen model semakin menguasai konsep pada setiap pertemuan (Vitantri, 2014).

Data keterampilan berpikir kreatif diperoleh melalui tes evaluasi dan *mind map*. Hasil keterampilan berpikir kreatif menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif mahasiswa yang memprogram mata kuliah BDP di kelas A mengalami peningkatan dengan kategori sangat baik. Keterampilan berpikir kreatif mahasiswa diketahui melalui gagasan, pendapat atau ide-ide baru yang berbeda dari sebelumnya (Istianah, 2013). Munandar (2004) menyatakan bahwa kreativitas adalah sebuah proses atau kemampuan yang mencerminkan kelancaran, keluwesan (fleksibilitas), dan orisinalitas dalam berpikir, serta kemampuan untuk mengelaborasi (mengembangkan, memperkaya, memperinci) suatu gagasan. Keterampilan berpikir kreatif yang diukur dalam penelitian ini meliputi:

kelancaran (*fluency*) dalam menghasilkan ide untuk menemukan permasalahan, keluwesan (*flexibility*) dalam mengemukakan berbagai pemecahan masalah, dan kebaruan (*originality*) dalam mencetuskan gagasan untuk pemecahan masalah berdasarkan ide sendiri dan cara-cara yang asli.

Model pembelajaran *Group Investigation* memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengembangkan kreativitas dalam menentukan permasalahan dan mencari solusi melalui langkah-langkah yang sistematis. Strategi SQ4R dan *mind map* juga dapat mendukung peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. *Mind map* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa (Sari, 2008) dan mengembangkan kreativitas mahasiswa (Syahidah, 2015). Mahasiswa dapat mengembangkan kreativitas melalui *mind map*, karena dengan teknik *mind mapping* mahasiswa dapat merekam, memperkuat, dan mengingat informasi yang dipelajari (Jensen & Makowitz, 2002), serta menggambar tema, ide, dan gagasan utama sebuah topik (Saleh, 2009) dalam pembelajaran.

Buzan (2012) menyebutkan bahwa *mind mapping* merupakan cara mencatat yang kreatif, efektif, dan memetakan pikiran-pikiran individu. Pada kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan, mahasiswa merangkum atau membuat resume tentang topik atau materi yang akan dipelajari sesuai dengan kreativitas dan ide masing-masing individu. Lebih lanjut Buzan (2012) menjelaskan bahwa *mind mapping* dapat membantu individu dalam banyak hal yaitu, dapat memberikan pandangan menyeluruh terhadap suatu pokok permasalahan, mendorong seseorang untuk memecahkan masalah dengan menemukan penyelesaian yang kreatif, dan *mind mapping* dapat menjelaskan semua informasi yang sudah dipeta-petakan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian penerapan model pembelajaran *Group Investigation* dipadu SQ4R dan *Mind Mapping* berbasis *Lesson Study* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa kelas A pada mata kuliah BDP. Keterampilan berpikir kreatif mahasiswa kelas A mata kuliah BDP meningkat pada siklus I (83,17%) dan siklus II (85,40%).

DAFTAR PUSTAKA

Akçay NO and Doymuş K, 2012. *The Effects of Group Investigation and Cooperative Learning*

- Techniques Applied in Teaching Force and Motion **Subjects on Students' Academic Achievements.** *Journal of Educational Sciences Research Vol. 2 (1):* 109-118.
- Anggraini R, 2015. Penerapan Model Pembelajaran *Group Investigation (GI)* menggunakan *Local Material* Berbasis *Lesson Study* untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis, Motivasi, dan Sikap Ilmiah Siswa kelas X SMAN 1 Mojo Kediri. *Artikel Skripsi:1-8.*
- Baker M, Rudd R, and Pomeroy C, 2001. Relationships between Critical and Creative Thinking. *Journal of Southern Agricultural Education Research Vol. 51 (1):* 173-188.
- Badan Standar Nasional Pendidikan, 2010. *Paradigma Pendidikan Nasional Abad XXI.* BSNP.
- Buzan T, 2012. *Buku Pintar Mind Map.* Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Cerbin W, and Kopp B, 2006. Lesson Study as a Model for Building Pedagogical Knowledge and Improving Teaching. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education Vol. 18 (3):* 250-257.
- Darmawan H, 2015. Lesson Study Makes Teachers Learn. *Sino-US English Teaching Vol. 12 (9):* 726-729.
- Darusman R, 2014. Penerapan Metode *Mind Mapping* (Peta Pikiran) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematika Siswa SMP. *Jurnal Ilmiah Program Studi Matematika STKIP Siliwangi, Bandung Vol. 3 (2):* 164-173.
- Halvorsen, Lise A, and Lund, AK, 2013. Lesson Study and History Education, The Social Studies. *Routledge Vol. 104 (3):* 123-129.
- Istianah E, 2013. Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Matematik dengan Pendekatan *Model Eliciting Activities (MEAs)* pada Siswa SMA. *Infinity: Jurnal Ilmiah Program Studi Pendidikan STKIP Siliwangi Bandung Vol. 2 (1):* 43-54.
- Jensen E dan Karen M, 2002. *Otak Sejuta Gygabite: Buku Pintar Membangun Ingatan Super.* Kaifa: Bandung.
- Jones B, Ruff C, Snyder JD, Petrich B, and Koonce C, 2012. The Effects of Mind Mapping Activities on **Studentd' Motivation.** *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning Vol. 6 (1):* 1-21.
- Listyani E, Widjajanti DB, Susanti M, Arliani E, and Hidayati K, 2008. *Development of Mathematics High School Teachers' Competency Through Lesson Study (A Case Study In Yogyakarta, Indonesia).* Paper presented on International Conference on Lesson Study, Faculty of Mathematics and Science Education Indonesia University of Education, July 31 – August 01.
- Munandar U, 2004. *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat.* Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Rasjid Y, 2015. Pengaruh Model Pembelajaran *Survey, Question, Read, Reflect, recite, Review (SQ4R)* dengan Metode *Talking Stick* terhadap Keterampilan Metakognisi dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMAN 9 Makassar. *Jurnal Biotek Vol. 3 (1):* 170-183.
- Riswanto and Putra PP, 2012. The Use of Mind Mapping Strategy in the Teaching of Writing at SMAN 3 Bengkulu, Indonesia. *International Journal of Humanities and Social Science Vol. 2 (21):* 60-68.
- Saleh A, 2009. *Kreatif Mengajar dengan Mind Map.* Bandung: Tinta Emas Publishing.
- Sari AA, 2008. *Pengaruh Pemberian Tugas Creative Mind Map setelah Pembelajaran terhadap Kemampuan Kreativitas dan Koneksi Matematika Siswa.* Makalah Diseminarkan dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika.
- Sahfria, Indra, Wachju S, and Suratno S, 2015. Penerapan Model Pembelajaran *Group Investigation (GI)* dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Sosial Siswa dalam Pembelajaran IPA Biologi untuk Materi Ajar Pertumbuhan dan Perkembangan Kelas 8-C Semester Gasal di SMP Negeri 1 Bangil. *Pancaran Pendidikan Vol. 4 (2):* 213-222.
- Shahri N, Vaziri S, and Kashani FI, 2015. Effectiveness of Cognitive and Metacognitive Strategies and SQ4R Methods in Reducing Test Anxiety in Students. *International Journal of Fundamental Psychology and Social Sciences (IJFPSS) Vol. 5 (4):* 41-45.
- Siddiqui MH, 2013. Group Investigation Model of Teaching: Enhancing Learning Level. *Paripex-Indian Journal of Research Vol. 3 (4):* 78-80.
- Syahidah N, 2015. Metode Pembelajaran *Mind Mapping* sebagai Upaya Mengembangkan Kreativitas Siswa dalam Pembelajaran Ekonomi. Makalah Diseminarkan dalam Seminar Nasional, Surabaya: Universitas Negeri Surabaya pada tanggal 9 Mei.

Tsai KC, 2012. Dance with Critical Thinking and Creative Thinking in the Classroom. *Journal of Sociological Research Vol. 3 (2): 312-324.*

Vitantri CA, 2014. Penerapan *Lesson Study* pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Mata Kuliah *Advanced Calculus*. *Gamatika Vol. 5 (1): 8-18.*



Efektivitas Penggunaan Media Video Pembelajaran Kultur Jaringan Anggrek untuk Siswa SMA

Della Amanda Sari¹, Evie Ratnasari², Sifak Indana³
^{1,2,3}Universitas Negeri Surabaya
Jalan Ketintang Gedung C3 Lt. 2 Surabaya 60231
¹email: dellaamanda.das@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas video pembelajaran kultur jaringan anggrek (*Orchidaceae*) untuk digunakan dalam pembelajaran. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode observasi hasil ketuntasan belajar dengan *Post Test* dan angket respon siswa. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Keefektifan media video pembelajaran kultur jaringan anggrek berdasarkan hasil ketuntasan hasil *Post Test* mendapatkan presentase 100% dengan kategori sangat efektif sedangkan hasil dari respon siswa memperoleh persentase 100% dengan kategori sangat efektif. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa media video pembelajaran kultur jaringan anggrek pada materi bioteknologi efektif untuk digunakan dalam pembelajaran.

Kata Kunci: Kultur Jaringan Anggrek, Media Video Pembelajaran

PENDAHULUAN

Media pembelajaran sangat penting dalam proses pembelajaran, dimana diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa akan suatu materi yang diajarkan oleh guru sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Media pembelajaran juga dapat menjadi perantara guru dalam menyampaikan informasi kepada siswa. Media pembelajaran menentukan akan keberhasilan siswa dalam pembelajaran, Ali (2009) menyatakan bahwa keberhasilan pembelajaran sangat ditentukan oleh dua komponen utama yaitu metode mengajar dan media pembelajaran. Hal ini juga didukung dengan adanya peraturan pemerintah No.19 tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan menyatakan bahwa proses pembelajaran harus berlangsung interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi siswa untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis siswa. Ibrahim (2010) fungsi dari media pembelajaran adalah sebagai alat bantu guru untuk mengajar, sehingga dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi fungsi media ini juga dapat membantu guru dalam pembelajaran serta membangun motivasi siswa.

Media video pembelajaran kultur jaringan anggrek digunakan sebagai pengetahuan awal siswa agar materi tersebut menjadi mudah untuk dipahami siswa, selain itu juga dapat menjelaskan proses dan tahapan yang ada pada kultur jaringan tumbuhan. Fehler (2008) menjelaskan bahwa dunia digital sebagai alat pembelajaran dan penilaian cukup memadai untuk diterapkan pada pendekatan konstruktivis dalam pembelajaran praktik. Hal ini bertujuan untuk memberikan fasilitas kepada siswa untuk terus belajar kultur jaringan dengan mudah sebagai pemahaman awal.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan motivasi siswa dan membuat siswa tetap memiliki minat belajar pada saat proses pembelajaran berlangsung adalah dengan menggunakan media pembelajaran yang dapat meningkatkan perhatian dan motivasi siswa yaitu dengan menggunakan perpaduan dari suara, teks, video, dan gambar. Hal itu akan menjadikan media pembelajaran menjadi lebih menarik. Menurut Sagala (2014) sebagai pendidik dalam bidang studi apa saja, ia harus mampu pula menggunakan lingkungan sekitar sebagai media belajar. Pendidik di zaman sekarang seharusnya mampu memanfaatkan media belajar yang sangat kompleks seperti video, televisi dan film, disamping media pendidikan yang sederhana. (Lei,

2015) Video memiliki konten yang beragam yang dapat membantu siswa dalam belajar. Namun, karena video adalah media yang linear, pengguna video mungkin membutuhkan waktu yang lebih lama dari pembaca teks untuk mengevaluasi konteks. Agar proses pembelajaran tidak mengalami kesulitan maka masalah perencanaan, pemilihan dan pemanfaatan media perlu dikuasai dengan baik oleh guru. Bahkan tidak mustahil dapat mengakibatkan kegagalan mencapai tujuan bila tidak dikuasai sungguh-sungguh oleh guru.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode observasi hasil ketuntasan belajar dengan *Post Test* dan angket respon siswa. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

Sasaran penelitian yaitu video pembelajaran kultur jaringan anggrek pada materi bioteknologi. Uji coba dilakukan pada 15 siswa kelas XII MIA SMAN 1 Gedangan Sidoarjo. Waktu penelitian dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap pengembangan video pembelajaran kultur jaringan anggrek dilakukan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya pada bulan Maret-Agustus 2016. Tahap uji coba terbatas dilaksanakan pada bulan Agustus 2016 di SMAN 1 Gedangan.

Efektivitas media pembelajaran adalah rata-rata persentase efektivitas media hasil *Post Test* dan angket respon siswa. Media dikategorikan Efektif jika memperoleh persentase rata-rata > 61%. Efektivitas diukur dengan menggunakan lembar instrumen *Post Test* dan angket respon siswa.

Ketuntasan hasil *Post Test* dianalisis dengan menggunakan rumus:

$$\text{Ketuntasan hasil belajar} = \frac{\text{Jumlah peserta didik yang tuntas}}{\text{Jumlah seluruh peserta didik}} \times 100\%$$

Respon siswa dianalisis dengan menggunakan rumus:

$$\text{Respon positif (\%)} = \frac{\text{Jumlah peserta didik yang merespon "Ya"}}{\text{Jumlah seluruh siswa}} \times 100\%$$

HASIL

Tabel 1. Hasil *Post Test* siswa

No.	Indikator	Nomor soal	Persentase ketuntasan	Kategori
1.	Menjelaskan makna dari sifat totipotensi sel pada tumbuhan	Bagian A 1.	100%	Tuntas
2.	Menjelaskan fungsi dari alat alat laboratorium yang digunakan dalam proses kultur jaringan	2	100%	Tuntas
3.	Menjelaskan pembagian ruang kerja pada teknik Kultur jaringan anggrek dengan baik.	3	100%	Tuntas
4.	Menyebutkan alat dan bahan yang harus dipersiapkan saat proses kultur jaringan tanaman menggunakan LAF dengan benar.	4	100%	Tuntas
5.	Menjelaskan tahap tahap inokulasi eksplan anggrek dengan benar.	Bagian B 1.	100%	Tuntas
Persentase ketuntasan Indikator			Tuntas 100%	Sangat Efektif

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa seluruh siswa memperoleh nilai ≥ 75 yang merupakan batas KKM di SMAN 1 Gedangan Sidoarjo sehingga seluruh siswa dapat dikatakan tuntas dengan persentase sebesar 100% yang menunjukkan bahwa media video pembelajaran kultur jaringan anggrek sangat efektif digunakan dalam pembelajaran. Nilai tertinggi yang diperoleh siswa yaitu 91, sedangkan nilai terendah yang diperoleh siswa yaitu 77.

Tabel 2 Hasil Respon Siswa

No.	Pernyataan	Jawaban Responden		Kategori
		Ya%	Tidak%	
1	Media yang digunakan menarik dan memotivasi siswa.	100	-	Sangat Efektif
2	Bahasa yang digunakan dalam video pembelajaran kultur jaringan memudahkan pemahaman siswa.	100	-	Sangat Efektif

No.	Pernyataan	Jawaban Responden		Kategori
		Ya%	Tidak%	
3	Teks yang digunakan dalam video pembelajaran kultur jaringan jelas dan mudah dimengerti.	100	-	Sangat Efektif
4	Background musik pada video pembelajaran kultur jaringan tidak mengganggu konsentrasi anda dalam proses belajar mengajar.	100	-	Sangat Efektif
5	Suara narator pada video pembelajaran kultur jaringan jelas dan mudah dimengerti.	100	-	Sangat Efektif
6	Penggunaan bahasa dalam video pembelajaran kultur jaringan mudah dipahami.	100	-	Sangat Efektif
7	Video pembelajaran kultur jaringan memudahkan dan memotivasi dalam mempelajari materi bioteknologi.	100	-	Sangat Efektif
8	Penggunaan video pembelajaran kultur jaringan sebagai media alternatif untuk belajar biologi pada materi bioteknologi.	100	-	Sangat Efektif

Tabel 2 menunjukkan bahwa siswa memberikan respon yang sangat positif terhadap pembelajaran menggunakan media video pembelajaran kultur jaringan anggrek. Hal ini dapat dibuktikan dengan **diperolehnya persentase 100% jawaban "ya" pada keseluruhan pertanyaan** sehingga media video pembelajaran kultur jaringan anggrek dapat dikategorikan sangat efektif.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penilaian *Post Test* beberapa siswa sudah memahami konsep mengenai materi sehingga nilai yang didapatkan hampir mencapai angka maksimal, nilai tertinggi adalah 95 dan nilai terendah 77. Berdasarkan hasil penilaian *Post Test*, nilai 95 yang didapatkan siswa belum maksimal dikarenakan siswa masih kurang tepat dalam menjodohkan yaitu mengenai alat dan fungsi alat yang digunakan dalam kultur jaringan. Nilai terendah adalah 77, dikarenakan siswa masih kurang tepat dalam menjelaskan sifat totipotensi sel, menyebutkan alat dan bahan beserta

fungsinya, serta mengenai konsep teknik inokulasi eksplan. Beberapa jawaban siswa sudah tepat namun ada beberapa siswa masih belum tepat dalam menjelaskan sifat totipotensi, menyebutkan alat dan bahan beserta fungsinya, serta mengenai konsep teknik inokulasi eksplan sebagian jawaban sudah tepat namun beberapa jawaban juga masih belum tepat dan terbalik antara tahap satu dan lainnya sehingga mengakibatkan nilai yang didapat kurang maksimal namun masih dalam kategori tuntas.

Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh siswa memperoleh nilai ≥ 75 yang merupakan batas KKM di SMA Negeri 1 Gedangan Sidoarjo sehingga seluruh siswa dapat dikatakan tuntas 100% dengan kategori sangat efektif. Hal ini didukung oleh data hasil respon siswa yang positif yaitu 100% bahwa pembelajaran menggunakan media video pembelajaran kultur jaringan anggrek memudahkan siswa dalam memahami materi kultur jaringan dan memotivasi untuk terus belajar mengenai kultur jaringan (Tabel 2). Hal ini sesuai dengan pernyataan Sudjana dan Rifai (2010) yang menyatakan bahwa media pembelajaran memiliki beberapa manfaat yaitu (1) pembelajaran akan lebih menarik dan menumbuhkan motivasi belajar siswa; (2) mempermudah siswa dalam memahami materi yang diajarkan; (3) metode pembelajaran lebih bervariasi sehingga tidak membosankan; (4) siswa lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran dengan mengamati, melakukan, dan mengkomunikasikan.

Berdasarkan hasil penilaian *Post Test* beberapa siswa sudah memahami konsep mengenai materi sehingga nilai yang didapatkan hampir mencapai angka maksimal, Nilai tertinggi adalah nilai 95 dan terendah 77. Berdasarkan hasil penilaian *post test*, nilai 95 didapat karena siswa kurang tepat dalam menjawab soal tipe menjodohkan yaitu mengenai alat dan fungsi alat yang digunakan dalam kultur jaringan. Nilai terendah adalah 77, dikarenakan siswa masih kurang tepat dalam menjelaskan sifat totipotensi sel, menyebutkan alat dan bahan beserta fungsinya, serta mengenai konsep teknik inokulasi eksplan sebagian jawaban sudah tepat namun beberapa jawaban siswa masih belum tepat dan terbalik antara tahap satu dan lainnya sehingga mengakibatkan nilai yang didapat kurang maksimal namun masih dalam kategori tuntas

Siswa umumnya memahami konsep mengenai kultur jaringan hal ini dikarenakan di dalam video pembelajaran terdapat konsep terkait kultur jaringan anggrek, alat dan bahan yang digunakan dalam kultur jaringan, pembagian ruangan, tahap inokulasi hingga

pemeliharaan anggrek. Hal ini dibuktikan dengan perolehan nilai siswa yang mendapatkan kategori tuntas dengan nilai di atas KKM yang ditentukan sekolah. Ketuntasan belajar siswa pada *Post Test* sudah banyak yang mengalami peningkatan, ini dikarenakan siswa sudah berlatih keterampilan secara tertulis dan kegiatan *Post Test* dilakukan pada hari kedua pembelajaran. Siswa dibekali dengan file dan *Compact Disk* yang berisi file video pembelajaran kultur jaringan dan dapat diputar kembali serta digunakan sebagai bahan belajar sehingga siswa menjadi lebih siap dan mudah dalam memahami materi. Selain itu kondisi pembelajaran juga berpengaruh terhadap ketuntasan belajar siswa, hal ini didukung oleh pendapat Baswedan (2015) yang menyatakan bahwa kondisi proses pembelajaran yang menyenangkan akan menunjang penyerapan isi dari materi atau informasi yang disampaikan. Informasi terkait materi tersebut akan tersimpan dalam memori jangka panjang siswa. Hal ini yang terbukti dengan diperolehnya persentase ketuntasan nilai *Post Test* sebesar 100% dengan kategori sangat efektif.

Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh siswa memperoleh nilai ≥ 75 yang merupakan batas KKM di SMA Negeri 1 Gedangan Sidoarjo sehingga seluruh siswa dapat dikatakan tuntas 100% dengan kategori sangat efektif. Hal ini didukung oleh data hasil respon siswa yang positif yaitu 100% bahwa pembelajaran menggunakan video pembelajaran kultur jaringan anggrek memudahkan siswa dalam memahami materi kultur jaringan dan memotivasi siswa untuk terus belajar (tabel 4.6). hal ini sesuai dengan pernyataan sudjana dan rifai (2010) yang menyatakan bahwa media pembelajaran memiliki beberapa manfaat yaitu (1) pembelajaran akan lebih menarik dan menumbuhkan motivasi belajar siswa; (2) mempermudah siswa dalam memahami materi yang diajarkan; (3) metode pembelajaran lebih bervariasi sehingga tidak membosankan; (4) siswa lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran dengan mengamati, melakukan, dan mengkomunikasikan. Media pembelajaran kultur jaringan memiliki kendala yaitu masih belum sesuai dengan KD 4.10 yaitu Merencanakan dan melakukan percobaan dalam penerapan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional untuk menghasilkan produk dan mengevaluasi produk yang dihasilkan serta prosedur yang dilaksanakan. Video pembelajaran ini nantinya perlu dikembangkan kembali untuk memenuhi tuntutan kompetensi dasar dalam pembelajaran.

Berdasarkan hasil respon siswa pada siswa (tabel 2) menunjukkan bahwa 100% siswa merespon positif terhadap media video pembelajaran kultur jaringan anggrek. Hasil respon siswa menunjukkan bahwa siswa lebih termotivasi dalam belajar serta ketuntasan belajar siswa dapat tercapai dengan menggunakan media video pembelajaran kultur jaringan anggrek. Hal ini sesuai dengan pendapat Susilana dan Riyana (2009) yang menjelaskan bahwa media dapat menimbulkan gairah belajar siswa, interaksi langsung antara siswa dengan sumber belajar.

Video pembelajaran kultur jaringan membantu siswa dalam pemahaman konsep kultur jaringan serta dapat digunakan sebagai media pembelajaran oleh guru dalam pembelajaran. Ini dibuktikan dengan nilai *Post test* semua siswa mendapatkan nilai di atas KKM sekolah yakni ≥ 75 dengan persentase ketuntasan 100% sehingga mendapatkan kategori sangat efektif. Guru mata pelajaran biologi SMAN 1 Gedangan yang juga sebagai Validator dan juga pengamat dalam penelitian ini menyatakan bahwa media video pembelajaran ini sangat bermanfaat untuk pembelajaran kultur jaringan dimana didalam video terdapat proses inokulasi anggrek yang lengkap, namun perlu adanya pengembangan yang terkait untuk menyempurnakannya. Pada penelitian yang dilakukan oleh Anggraini (2016) bahwa media video pada materi siklus jamur mendapatkan respon positif dari siswa sebesar 91,11% terhadap media video yang dikembangkan, Namun masih perlu diperhatikan dalam pelaksanaan ujicoba kepada siswa, sebaiknya disimulasikan terlebih dahulu agar estimasi waktu dalam pengambilan data hasil belajar dan respon siswa tepat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil data efektifitas media video kultur jaringan anggrek yang sudah diperoleh, dapat disimpulkan bahwa media video pembelajaran kultur jaringan anggrek yang dikembangkan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran. Hal ini berdasarkan hasil *Post Test* yang memperoleh persentase ketuntasan sebesar 100% dan respon siswa memperoleh persentase sebesar 100% dengan kategori sangat efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Muhamad. 2009. *Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Mata Kuliah Medan Elektromagnetik*. Skripsi. Yogyakarta: UNY

- Anggraini, Linda., Pratiwi, Rinie., dan Tri Mulyono, Guntur. 2016. "Validitas Media Video Pada Materi Siklus Hidup Jamur Kelas X SMA". *Jurnal BioEdu*. Vol. 5 No.2.
- Baswedan, A. 2015. Sambutan Mendikbud di Hari Pendidikan Nasional 2015.
- Fehler, P. 2008. Towards effective student-centered, constructivist learning: Build Your Own Digital Story(A Hungarian Case Study). In J. Luca & E.Weippl (Eds.). *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (Ed-Media)*. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE) 2008.
- Ibrahim, Muslimin, dkk. 2010. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Surabaya: UNESA University Press.
- Pei-Lan Lei, Chuen-Tsai Sun, Sunny S.J. Lin, Tsung-Kuan Huang. 2015. "Effect of metacognitive strategies and verbal imagery cognitive style on biology based video search and learning performance". *Elsevier*. Volume 1 No. 87. Halaman 326-339.
- Peraturan pemerintah No.19 tahun 2005.
- Sagala, Syaiful. 2014. *Konsep dan makna pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Sudjana, Nana dan Ahmad Rivai. 2011. *Media Pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Susilana, Rudi dan Riyana, Cepi. 2009. *Media Pembelajaran*. Bandung: CV Wacana Prima.



Pembelajaran IPA Bervisi *Bioenvironment* melalui Pembuatan Detektor Kualitas Tanah Sederhana di MTs Miftahul Falaah Kediri

Arina Mana Sikana
MTs Miftahul Falaah Kota Kediri
Jalan Sersan Suharmaji, Gg. Masjid Al-Falaah, Manisrenggo, Kota Kediri
email: 93arina@gmail.com

ABSTRAK

Hasil observasi awal di MTs Miftahul Falaah Kediri menunjukkan perangkat pembelajaran yang diterapkan masih terfokus pada pencapaian kompetensi kognitif. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan perangkat pembelajaran IPA berbasis kepedulian lingkungan (*bioenvironment*) pada materi listrik dinamis melalui pembuatan detektor kualitas tanah sederhana yang mencakup silabus, RPP, LKS, dan instrumen penilaian, serta menguji kelayakan dan efektivitasnya. Siswa membuat detektor kualitas tanah dari bahan bekas dan diujikan pada beberapa sampel tanah di lingkungan sekitar sekolah. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R & D). Uji coba skala terbatas dilakukan pada 5 orang peserta didik kelas IX semester genap tahun ajaran 2016/ 2017. Hasil penelitian menunjukkan rerata nilai ketuntasan belajar siswa mencapai 88%, rerata nilai keaktifan siswa 90%, produk yang dihasilkan siswa memiliki nilai sebesar 95%, serta rerata nilai sikap siswa terhadap kepedulian lingkungan mencapai 97%.

Kata Kunci: Pembelajaran, Bioenvironment, Detektor Kualitas Tanah

PENDAHULUAN

Hasil observasi awal di MTs Miftahul Falaah Kediri menunjukkan perangkat pembelajaran IPA yang diterapkan masih terfokus pada pencapaian kompetensi kognitif. Pengembangan potensi siswa belum sepenuhnya dilakukan guru karena beragam alasan, antara lain keterbatasan waktu, sarana prasarana, lingkungan belajar, hingga jumlah siswa yang terlalu banyak. Pembelajaran IPA sebagian besar menggunakan metode ceramah dan cenderung monoton sesuai buku acuan, sehingga proses pembelajaran kurang efektif dan membosankan terutama terkait materi listrik dinamis. Padahal dalam pembelajaran IPA seyogyanya peserta didik mendapatkan pengalaman langsung sehingga dapat menambah kekuatan dalam menerima, menyimpan, dan menerapkan konsep yang telah dipelajari. Penelitian Holbrook (2005) menunjukkan materi IPA tidak relevan dalam pandangan siswa sehingga tidak disukai siswa. Siswa beranggapan belajar IPA terutama Fisika sulit karena harus menghafal rumus, banyak konsep fisika yang sulit dimengerti dan diingat, sehingga siswa merasa bosan terhadap mata pelajaran IPA utamanya fisika.

Pembelajaran IPA seyogyanya bersifat kontekstual, bukan konseptual. Perangkat

pembelajaran perlu dikembangkan secara inovatif dan kreatif agar menyenangkan bagi siswa. Terlebih, proses pembelajaran harus diarahkan agar mampu menggabungkan antara pengetahuan sains dan teknologi agar dapat mengatasi permasalahan yang ada di lingkungan sosial dan alam sekitar utamanya.

Penelitian ini bertujuan: 1) mengembangkan perangkat pembelajaran IPA bervisi *bioenvironment* pada materi pembelajaran listrik dinamis. 2) mengukur efektifitas perangkat pembelajaran IPA bervisi *bioenvironment* pada materi pembelajaran listrik dinamis terhadap hasil belajar, keaktifan, kreativitas, dan kepedulian siswa terhadap lingkungan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan (*Research and Development-R&D*), yang bertujuan menghasilkan produk berupa perangkat pembelajaran bervisi *bioenvironment* materi IPA listrik dinamis. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi silabus, RPP, bahan ajar, dan LKS. Produk penelitian ini diujicobakan pada lima siswa kelas IX MTs Miftahul Falaah. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar observasi kreativitas siswa, lembar observasi kemampuan siswa, tes hasil belajar serta angket

respon siswa. Rancangan penelitian dibagi dalam 4 tahapan yaitu: 1) Studi Pendahuluan, 2) Pretest 3) Pengembangan, dan 4) Posttest.

HASIL

Pembelajaran IPA secara umum dianggap sulit oleh rata-rata siswa. Hal ini bisa disebabkan beberapa alasan, antara lain metode yang kurang menarik, belum tersedianya perangkat pembelajaran IPA terpadu, pembelajaran IPA belum dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari terutama lingkungan sosial dan alam sekitar. Hasil observasi awal menunjukkan pembelajaran IPA di MTs Miftahul Falaah cenderung bersifat konseptual (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil observasi awal pembelajaran IPA di MTs Miftahul Falaah Kediri

No.	Hal	Keterangan
1	Metode pembelajaran selama ini	Seringkali menggunakan metode ceramah dan sesekali diskusi.
2	Belum tersedia perangkat pembelajaran IPA yang terpadu	Belum ada, padahal hal tersebut penting untuk membantu agar proses belajar lebih efektif.
3	Kendala dalam pembelajaran IPA secara umum	Tidak semua siswa aktif, konsep pembelajaran IPA bersifat konseptual, kurang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga cukup mempengaruhi proses serta hasil belajar siswa.
4	Apakah dalam pembelajaran IPA perlu menggabungkan pengetahuan sains dan teknologi agar dapat mengatasi permasalahan di lingkungan sosial dan alam sekitar?	Perlu, hal ini akan sangat berguna dalam kehidupan sehari-hari siswa. Siswa diharapkan memiliki kecakapan dalam menghadapi permasalahan di lingkungan sosial dan alam sekitarnya.

Perangkat pembelajaran yang inovatif dan kreatif menjadi salah satu kunci agar pembelajaran IPA lebih mudah dimengerti dan diingat siswa. Sayangnya, perangkat pembelajaran IPA di MTs Miftahul Falaah saat ini sebagian besar belum mampu

mengkolaborasikan dan mengarahkan pengetahuan sains dan teknologi untuk mengatasi permasalahan yang ada di lingkungan sosial dan alam sekitar siswa (Tabel 2).

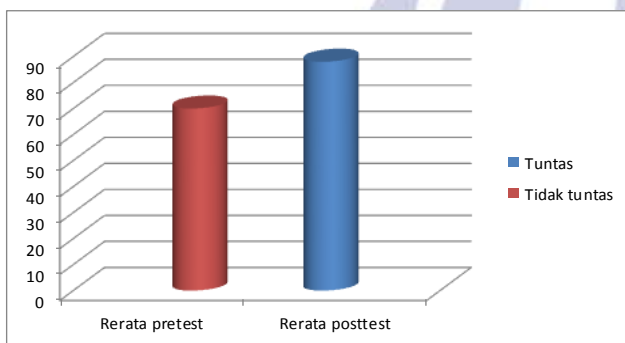
Tabel 2. Identifikasi perangkat pembelajaran IPA di MTs Miftahul Falaah

No	Perangkat pembelajaran	Fakta lapangan	Target pengembangan sesuai visi <i>bioenvironment</i>
1	Silabus dan RPP	Silabus dan RPP belum memadukan konsep IPA terpadu, kegiatan pembelajaran kurang terkait dengan kehidupan sehari-hari	Pemaduan konsep IPA dan mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari siswa
2	Bahan ajar	Sebagian besar materi hanya berupa konseptual yang sulit diingat dan dimengerti siswa	Menciptakan bahan ajar yang kontekstual, mudah diingat dan dimengerti siswa
3	LKS (lembar kerja siswa)	LKS belum mampu melatih kemampuan siswa untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari	LKS yang mampu melatih kemampuan siswa untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari

Perangkat pembelajaran IPA bervisi *bioenvironment* dikembangkan sesuai hasil studi pendahuluan yang didukung dengan identifikasi perangkat pembelajaran. Perangkat yang dikembangkan meliputi silabus, RPP, Bahan ajar, dan LKS yang dirancang agar dapat memadukan pengetahuan sains dan teknologi dengan lingkungan sosial dan alam sekitar lewat proyek pembuatan detektorkualitas tanah sederhana. Detektor ini dibuat dari bahan bekas/tak terpakai (seperti botol air mineral, sisa pipa paralon, dll) yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar untuk kemudian diujikan pada 3

sampel tanah (meliputi: tanah sekitar pabrik, kebun, dan tempat sampah) yang ada di lingkungan terdekat sekolah. Sampel tanah tersebut masing-masing diambil pada kedalaman ± 20 cm dari permukaan.

Hasil belajar siswa diambil dari nilai pretest, posttest dan portofolio tugas materi listrik dinamis. Hasil belajar siswa merupakan akumulasi antara nilai lembar diskusi dan laporan siswa. Target nilai yang ingin dicapai minimal 78. Nilai 78 dipilih karena nilai tersebut merupakan standar ketuntasan batas minimal (KBM) untuk kompetensi dasar kelas IX MTs Miftahul Falaah. Rerata nilai pretest dan posttest KBM siswa secara berurutan adalah 70 dan 88 dari nilai skala maksimal 100. Nilai akumulasi posttes KBM dari 5 siswa subjek uji seluruhnya tuntas (Gambar 1).

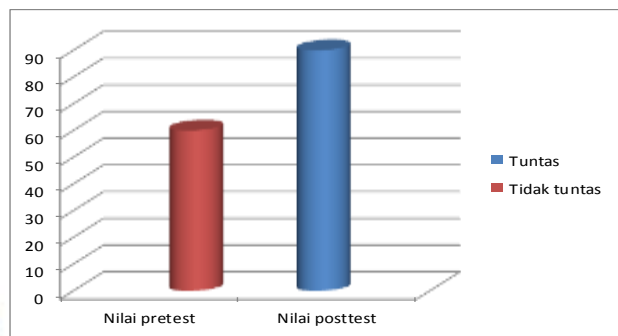


Gambar 1. Perbandingan nilai pretest-posttest KBM siswa kelas IX MTs Miftahul Falaah pada materi IPA listrik dinamis

Sugiyono (2009) menyatakan bahwa keberhasilan belajar seseorang disebabkan oleh faktor internal dan eksternal siswa. Meskipun antar siswa subjek uji memiliki minat, motivasi, konsentrasi, tipe/cara belajar, lingkungan, karakteristik dan intelegensi yang berbeda, namun rerata nilai posttest siswa cenderung mengalami peningkatan. Berkaca pada data respon siswa, hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain karena perangkat pembelajaran (utamanya LKS) yang disajikan telah disertai garis besar materi, petunjuk pengerjaan, identitas, rubrik nilai, dan kolom prosedur praktik, pertanyaan simpulan secara terperinci dan jelas. Sehingga, memudahkan siswa dalam memahami dan mengingat materi secara utuh.

Perangkat pembelajaran IPA yang telah dikembangkan mampu meningkatkan keaktifan siswa dengan melibatkan siswa secara aktif dalam mencari, menyiapkan dan menciptakan produk serta sampel uji pada praktik materi listrik dinamis yang dirancang sedemikian rupa agar lebih aplikatif dan terpadu. Nilai

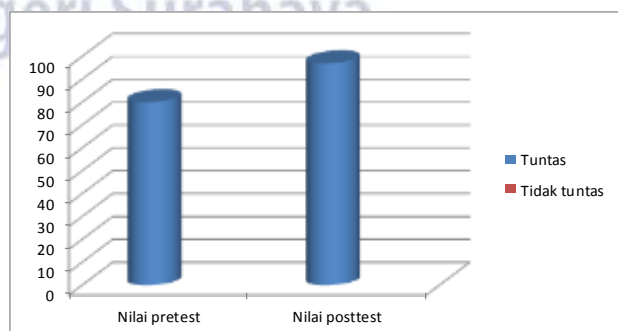
keaktifan 5 siswa subjek uji seluruhnya tuntas. Data respon terkait pretest dan posttest keaktifan siswa secara berurutan mencapai rerata 60 dan 90 dari nilai skala maksimal 100 (Gambar 2).



Gambar 2. Perbandingan nilai pretest-posttest keaktifan siswa kelas IX MTs Miftahul Falaah pada materi IPA listrik dinamis

Adapun detektor kualitas tanah sederhana sebagai produk yang dirancang dan dikembangkan siswa terkait materi listrik dinamis terbukti efektif (mampu bekerja dengan baik), sesuai target kompetensi dasar yang ada, serta mampu menonjolkan sisi kreativitas siswa. Nilai untuk produk siswa adalah 95 dengan acuan nilai maksimal 100. Siswa terbukti mampu memodifikasi bahan dan bentuk alat bahkan memberikan aksesoris pada produk detektor kualitas tanah buatannya.

Di sisi lain, sikap kepedulian siswa terhadap lingkungan sekitar menjadi semakin meningkat seiring bertambahnya pemahaman dan kesadaran siswa akan kondisi lingkungan sosial dan alam utamanya tanah yang ada di lingkungan sekitar. Lima siswa subjek uji memiliki nilai kepedulian seluruhnya tuntas. Data respon terkait pretest dan posttest kepedulian lingkungan siswa secara berurutan mencapai rerata 80 dan 97 dari nilai skala maksimal 100 (Gambar 4).



Gambar 4. Perbandingan nilai pretest-posttest kepedulian siswa kelas IX MTs Miftahul Falaah terhadap lingkungan pada materi IPA listrik dinamis

SIMPULAN

Pengembangkan perangkat pembelajaran IPA berbasis kepedulian lingkungan (*bioinvorenment*) pada materi listrik dinamis melalui pembuatan detektor kualitas tanah sederhana terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar, keaktifan, kreativitas, dan kepedulian lingkungan siswa subjek uji kelas IX MTs Miftahul Falaah. Guru dan siswa memberi respon positif terhadap pembelajaran IPA bervisi *bioinvorenment*.

Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: CV Alfabeta.

Sumariyah, Yulianto T, dan Priyono J. Juli, 2006. *E-Jurnal ISSN : 1410 – 9662. Rancang Bangun Sistem Pengukur Konduktivitas Larutan Elektrolit Menggunakan Mikrokontoler AT89C51*. Vol. 9 (3): 157-163.

DAFTAR PUSTAKA

Croft M. Menilai Kualitas Tanah: Mengapa dan Bagaimana. Dipublikasikan. Diakses melalui https://c.ymcdn.com/sites/echocommunity.site.y m.com/EAN_15_Menilai_Mutu_Tanah.pdf pada 7 Februari 2017.

Hapsari SA, Azizah UMN, Putra YA, Reru Y. 2012. Prosiding Seminar Nasional SAINS dan Pendidikan SAINS VII UKSW: *Perancangan Detektor Asap Sederhana untuk Menjaga Kesehatan Sistem Pernafasan Masyarakat*. Dipublikasikan. Diakses melalui <http://repository.uksw.edu/text.pdf> pada 7 Februari 2017.

Holbrook, J. B. 2005. Assessing the Science-Society relation: The case of US National Science Foundation's second merit review criterion (Versi Elektronik). *Technology in Society*. 27:437-51.

Kartikasmi, H . 2013. Penerapan Model Pembelajaran NHT dengan Pendekatan SETS pada Materi Cahaya untuk mengembangkan Kreativitas Siswa. *Unnes Physics Education Journal*. 2(1).

Kemendikbud. 2012. *Undang-Undang RI Nomor 01 Tahun 2012 tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta.

Minarti, I. 2012. Perangkat Pembelajaran IPA Terpadu Bervisi SETS Berbasis Edutainment pada tema Pencernaan. *Jurnal of Inovative Science Education*. 1(2): 1-8.

Pinatih IDASP, Kusmiyarti TB, Susila KD. Oktober, 2015. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika ISSN: 2301-6515. Evaluasi Status Kesuburan Tanah Pada Lahan Pertanian di Kecamatan Denpasar Selatan*. Vol. 4 (4): 282-292.

Analisis Manajemen Berbasis Sekolah dalam Meningkatkan Prestasi Belajar di SMA Negeri 1 Kebomas Gresik

Muallidin Rosidi
SMA Negeri 1 Menganti Gresik
Jalan Raya Boteng, Menganti, Gresik
email: *murosydy@gmail.com*

ABSTRAK

Pengelolaan satuan pendidikan pada jenjang pendidikan dasar dan menengah menerapkan Manajemen Berbasis Sekolah yang ditunjukkan dengan kemandirian, kemitraan, partisipasi, keterbukaan, dan akuntabilitas. Pengelolaan satuan pendidikan anak usia dini, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah dilaksanakan berdasarkan standar pelayanan minimal dengan prinsip Manajemen Berbasis Sekolah. Penelitian ini mengkaji analisis Manajemen Berbasis Sekolah di SMA Negeri 1 Kebomas dari aspek akademik, sarana dan prasarana dengan rumusan masalah : 1) Bagaimana peran kepala sekolah dalam meningkatkan prestasi sekolah melalui Manajemen Berbasis Sekolah di SMAN 1 Kebomas? 2) Bagaimana peran orang tua / wali murid dalam pelaksanaan Manajemen Berbasis Sekolah di SMAN 1 Kebomas ? 3) Apa saja prestasi sekolah dalam melaksanakan Manajemen Berbasis Sekolah di SMAN 1 Kebomas? Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan peran kepala sekolah, orang tua/wali murid, dan prestasi sekolah dalam pelaksanaan MBS. Metode yang digunakan adalah observasi, wawancara, dan studi dokumentasi untuk menguji kebenaran hasil observasi dan wawancara. Hasil penelitian menemukan bahwa prestasi sekolah ditentukan oleh hubungan antara orang tua dan kepala sekolah dalam menerapkan manajemen berbasis sekolah. Hubungan baik antara sekolah dengan orang tua banyak ditemukan di ruang bimbingan dan konseling dan di ruang kepala sekolah. Peran kepala sekolah dalam penerapan manajemen berbasis sekolah adalah motivasi dan partisipasi sekolah sedang peran orang tua dalam kaitannya manajemen berbasis sekolah adalah perlu partisipasi aktif untuk menunjang prestasi sekolah. Standar isi, standar proses, standar kompetensi lulusan, standar pendidik dan tenaga kependidikan, standar sarana dan prasarana, standar pengelolaan, standar pembiayaan, standar penilaian di SMA Negeri 1 Kebomas sudah sesuai dan mengintegrasikan Manajemen Berbasis Sekolah.

Kata Kunci: Manajemen Berbasis Sekolah, Prestasi Sekolah, SMAN 1 Kebomas Gresik

PENDAHULUAN

Dasar hukum pelaksanaan Manajemen Berbasis Sekolah adalah UU No. 20 Tahun 2003 tentang sistem **pendidikan nasional pasal 51 ayat 1, "Pengelolaan satuan pendidikan anak usia dini, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah dilaksanakan berdasarkan standar pelayanan minimal dengan prinsip manajemen berbasis sekolah atau madrasah". Pelaksanaan** Manajemen Berbasis Sekolah juga termuat dalam peraturan turunan undang-undang sistem pendidikan nasional, yaitu dalam PP No. 19 Tahun 2005 tentang standar nasional pendidikan pasal 49 ayat 1, **"Pengelolaan satuan pendidikan pada jenjang pendidikan dasar dan menengah menerapkan manajemen berbasis sekolah yang ditunjukkan dengan kemandirian, kemitraan, partisipasi, keterbukaan, dan akuntabilitas".**

Manajemen Berbasis Sekolah bertujuan untuk meningkatkan semua kinerja sekolah yaitu efektifitas, kualitas, efisiensi, inovasi, relevansi, dan pemerataan pendidikan. Manajemen Berbasis Sekolah yang merupakan refleksi pergeseran paradigma sistem pengelolaan dan pembinaan pendidikan dari pemerintahan pusat menuju pemerintahan daerah menuntut kesadaran, komitmen, dan keterlibatan semua pemangku kepentingan pendidikan untuk saling bekerja sama dan membangun sinergi mewujudkan prestasi sekolah. Mengapa konsep Manajemen Berbasis Sekolah yang jelas sesuai dengan era Reformasi tidak disosialisasikan dengan benar. Manajemen Berbasis Sekolah relevan desentralisasi pendidikan, otonomi daerah, dan berlakunya KTSP (Kurikulum Tingkat satuan Pendidikan) sebagai pijakan kurikulum di Indonesia dalam meningkatkan mutu pendidikan.. Hal ini karena budaya orang tua

menyerahkan semua urusan pendidikan kepada pihak sekolah. Bahkan dalam beberapa kasus, penerapan MBS lebih sebagai instrumen untuk membangun kekuasaan. Dengan MBS, seakan-akan pemerintah memberikan otonomi kepada sekolah, padahal sesungguhnya sekolah dan masyarakat belum siap untuk menerima semua itu. Rendahnya peran serta orang tua terhadap sekolah SMA Negeri 1 Kebomas, maka penulis mengadakan penelitian untuk mengetahui peran serta orang tua terhadap prestasi sekolah.

Analisis Manajemen Berbasis Sekolah dalam Meningkatkan Prestasi Sekolah difokuskan pada membangun budaya prestasi sekolah melalui meningkatkan Manajemen Berbasis Sekolah, dengan **judul penelitian " Analisis Manajemen Berbasis Sekolah dalam Meningkatkan Prestasi Sekolah .** Aspek-aspek yang menjadi fokus dalam penelitian analisis Manajemen Berbasis Sekolah dalam meningkatkan prestasi sekolah adalah:

- 1) Peran kepala sekolah dalam meningkatkan prestasi sekolah melalui Manajemen Berbasis Sekolah
- 2) Peran orang tua / wali murid dalam pelaksanaan Manajemen Berbasis Sekolah
- 3) Prestasi sekolah dalam pelaksanaan Manajemen Berbasis Sekolah

Penelitian ini berkaitan dengan analisis Manajemen Berbasis sekolah yang berkaitan dengan prestasi sekolah. Berdasarkan fokus permasalahan di atas dapat dirinci masalah-masalah khusus berikut :

- 1) Bagaimana peran kepala sekolah dalam meningkatkan prestasi sekolah melalui Manajemen Berbasis Sekolah ?
- 2) Bagaimana peran orang tua / wali murid dalam pelaksanaan Manajemen Berbasis Sekolah ?
- 3) Apa saja prestasi sekolah dalam pelaksanaan Manajemen Berbasis Sekolah ?

Untuk menganalisis Manajemen Berbasis sekolah dalam meningkatkan prestasi sekolah, maka penelitian ini mempunyai tujuan untuk mendiskripsikan:

- 1) Peran kepala sekolah dalam meningkatkan prestasi sekolah melalui Manajemen Berbasis Sekolah
- 2) Peran orang tua / wali murid dalam pelaksanaan Manajemen Berbasis Sekolah.

METODE

Jenis Penelitian

Pendekatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan kualitatif.

Pendekatan kualitatif merupakan suatu paradigma penelitian untuk mendeskripsikan peristiwa, perilaku orang atau suatu keadaan pada tempat tertentu secara rinci dan mendalam dalam bentuk narasi. Sehingga jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif.

Lokasi Dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian SMA Negeri 1 Kebomas, sekolah ini dalam misinya menerapkan Manajemen Berbasis Sekolah dalam melaksanakan pengelolaannya dan juga usia sekolah ini masih relatif muda, yaitu \pm 5 tahun berdiri, masih dua kali meluluskan siswanya tahun pelajaran 2008-2009 dan tahun pelajaran 2009-2010. Penelitian ini bersifat studi etnografi, karena hanya meliputi daerah atau obyek yang sangat sempit yang dilaksanakan secara intensif, terinci, dan mendalam terhadap suatu lembaga. Waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan (Pebruari, Maret, dan April) tahun 2011.

Subyek Penelitian

Subyek penelitian adalah peneliti yang terlibat langsung dalam observasi partisipasi dan unsur informan terdiri atas Tim Pengembang Sekolah, Kepala Sekolah, Guru, Staf Tata Usaha, Komite Sekolah, Orang Tua, dan Siswa.

Dalam penelitian diskriptif ini, peneliti tidak melakukan manipulasi variabel dan tidak menetapkan peristiwa yang akan terjadi dan biasanya menyangkut peristiwa yang saat sekarang terjadi. Dengan penelitian diskriptif ini peneliti memungkinkan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang berkaitan dengan hubungan variabel.

Dalam penelitian ini teknik samplingnya adalah dengan analisis dokumen yang sudah dilegalisasi, wawancara mendalam, dan observasi tempat lokasi penelitian langsung.

Data Dan Sumber Data

Jenis data yang diungkap dalam penelitian ini adalah bersifat skematik, narasi, prosentasi, dan uraian juga penjelasan data dari informan baik lisan maupun data dokumen yang tertulis, perilaku subyek yang diamati di lapangan juga menjadi data dalam pengumpulan hasil penelitian ini.

Sumber data penelitian kualitatif ini dibagi menjadi tiga, yaitu manusia, suasana yang diamati, dan dokumen. Sumber data manusia atau yang dikenal dengan nama informan, yang diamati berupa pelaksanaan Manajemen Berbasis Sekolah faktor-faktor yang diamati meliputi peran kebijakan kepala sekolah dalam melaksanakan Manajemen Berbasis Sekolah, program kerja wakil kepala sekolah akademik serta pelaksanaannya, program kerja kesiswaan serta

pelaksanaannya, wakil kepala sekolah sarana prasarana dan wujud sarana dan prasarana, program kerja wakil kepala sekolah hubungan masyarakat, dan program kerja wakil kepala sekolah bina prestasi, dan peran orang tua siswa dalam mendukung pelaksanaan program-Program Sekolah.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah wawancara mendalam untuk mengumpulkan data peran kepala sekolah dalam melaksanakan Manajemen Berbasis Sekolah dalam meningkatkan prestasi sekolah. Peran orang tua dengan cara memberikan angket beserta keterangan yang mendukung data penelitian ini. Juga informan lain yaitu guru, siswa, staf tata usaha, juga dengan metode wawancara mendalam. Yang dimaksud wawancara mendalam adalah tanya jawab yang terbuka untuk memperoleh data tentang maksud hati partisipan bagaimana menggambarkan dunia mereka dan bagaimana mereka menjelaskan atau menyatakan perasaannya tentang kejadian penting dalam hidup dan aktivitasnya. Wawancara mendalam adalah suatu proses mendapatkan informasi untuk kepentingan penelitian dengan cara dialog antara peneliti sebagai pewawancara dengan informan atau yang memberi informasi dalam konteks observasi partisipasi (Satori dan Komariah, 2009 : 130-131).

Teknik observasi dilakukan peneliti untuk mengamati kegiatan sekolah sehari-hari secara alami yang dilakukan Kepala sekolah, Guru, Karyawan, siswa, orang tua/komite sekolah dalam menganalisis Manajemen Berbasis Sekolah dalam meningkatkan prestasi sekolah. Teknik studi dokumentasi dilakukan peneliti untuk menemukan bukti fisik yang disampaikan informan **sa'at diwawancarai, misalnya nilai NUN sekolah raport sekolah dan Lain-Lain.**

Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini untuk memperoleh data dari kepemimpinan manajemen berbasis sekolah menggunakan 20 pertanyaan dalam angket penelitian diberikan kepala sekolah setelah itu diadakan wawancara mendalam.

Instrumen yang digunakan untuk mendapatkan data dari peran orang tua dengan menggunakan instrumen angket Skala Gutman yang telah dimodifikasi dengan 44 pertanyaan, setelah itu mengadakan wawancara mendalam. Untuk mendapatkan data prestasi sekolah diperoleh dari dokumen bidang akademik dan wakil kepala bidang akademik, dokumen sarana dan prasarana dan wakil kepala bidang sarana dan

prasarana, dan bidang kesiswaan dari wakil kepala kesiswaan.

Metode Analisa Data

Metode penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang bersifat perkembangan, peneliti ingin menganalisis Manajemen Berbasis Sekolah dalam meningkatkan prestasi sekolah. Dalam penelitian ini pengujian data dibandingkan dengan suatu cerita atau narasi yang sudah ditetapkan terlebih dahulu pada waktu penyusunan desain penelitian. Penelitian ini analisis datanya sejak awal turun ke lokasi penelitian yaitu SMA Negeri 1 Kebomas melakukan pengumpulan data dan mengolah data dengan reduksi data, display data, lalu melakukan analisis data sampai memberikan interpretasi data atau menyimpulkan.

Metode Keabsahan Data

Untuk menguji keabsahan data, yang dikumpulkan, peneliti akan melakukan. Pertama, triangulasi antar sumber data, antar teknik pengumpulan data, dan waktu pengumpul data. Dalam mengerjakan triangulasi data peneliti mengecek kembali data yang telah dikumpulkan dengan teman sejawat atau guru sampai mengalami data jenuh atau data yang sama pengertiannya.

Kedua pengecekan informasi kepada para informan yang telah ditulis oleh peneliti dalam laporan penelitian (kelompok informan) atau mengecek kembali data yang telah diperoleh dari hasil wawancara mendalam kepada informan. Ketiga peneliti mendiskusikan data temuan dengan teman sejawat melalui Fokus Group Discussion (FGD). Keempat, analisis kasus negatif yaitu kasus yang tidak sesuai dengan hasil penelitian hingga diperoleh data yang pasti. Kelima, memperpanjang waktu penelitian. Dengan memperpanjang waktu penelitian akan mendapatkan data dengan konsistensi yang lebih lengkap yang telah disampaikan oleh Informan.

Data yang diperoleh dari sumber data yang telah dikumpulkan dalam penelitian kualitatif ini diuji kebenarannya dengan teknik : 1) triangulasi sumber, jika data atau informasi dari hasil observasi dan dokumentasi yang beragam yang masih terkait satu sama lainnya, 2) triangulasi teknik, mengadakan pengamatan langsung kepada sumber data yang telah diperoleh. 3) triangulasi waktu, peneliti mengadakan pengecekan data kembali dengan perbedaan waktu yang telah dilakukan untuk mencapai kesamaan data yang telah diperoleh.

Bila setelah diadakan uji keabsahan data terdapat perbedaan yang mendasar, maka peneliti melakukan

tindak lanjut pemeriksaan kembali data yang berbeda agar diperoleh data benar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan penerapan Manajemen Berbasis Sekolah menurut Nur Kholis (2006 : 241), mengatakan bahwa di kota besar, pemerintah daerah memiliki kontrol dalam pengambilan keputusan sedang di kota kecil atau komunitas pedesaan, kepala sekolah dan guru memiliki peran yang besar dalam pengambilan keputusan. Sedangkan menurut Suparlan (2009), mengatakan bahwa penerapan Manajemen Berbasis Sekolah mengalami suatu masalah di daerah pedesaan atau daerah terpencil. Banyak orang tua siswa tidak mau terlibat dalam kegiatan Komite Sekolah. Hal ini karena budaya orang tua menyerahkan semua urusan pendidikan kepada pihak sekolah.

Dari hasil kajiann penelitian ini menghasilkan sebuah kesamaan konsep antara manajemen berbasis sekolah dengan Standar Nasional Pendidikan hal ini memudahkan dalam implementasi Manajemen Berbasis Sekolah karena sudah mempunyai standar yang bersifat nasional. Prestasi sekolah sudah bisa dinilai berdasarkan Standar Nasional Pendidikan.

Penulis membuat tabel hubungan antara Manajemen Berbasis Sekolah dengan Standar Nasional Pendidikan yang bisa dipakai pijakan dalam menentukan prestasi sekolah.

Tabel 1. Hubungan antara Manajemen Berbasis Sekolah dengan Standar Nasional Pendidikan

No	SNP	Standar isi	Standar proses	Standar kompetensi lulusan	Standar pendidik dan T. kependidikan	Standar sarpras	Standar pengelolaan	Standar pembiayaan	Standar penilaian
	MBS								
1	PBM		V						
2	Kurikulum	V							
3	Penilaian								V
4	Ketenagaan				V				
5	Kesiswaan			V					
6	Sarpras					V			

No	SNP	Standar isi	Standar proses	Standar kompetensi lulusan	Standar pendidik dan T. kependidikan	Standar sarpras	Standar pengelolaan	Standar pembiayaan	Standar penilaian
	MBS								
7	Dana							V	
8	Humas / Lingkungan						V		

Prestasi sekolah yang diraih SMA Negeri 1 Kebomas ini tidak lepas dari 2 komponen stakeholder sekolah yaitu Kepala Sekolah dan Orang Tua, tentunya kepala sekolah yang mempunyai program yang dapat meningkatkan prestasi sekolah seperti yang dikutip dari hasil wawancara sebagai berikut:

Dari hasil wawancara dengan kepala sekolah dan orang tua, peran kepala sekolah dalam melaksanakan Manajemen Berbasis Sekolah di SMA negeri 1 Kebomas adalah istilah motivasi, ternyata kata ini menurut kepala sekolah mempunyai energi tersendiri terbukti prestasi yang dicapai kelas bahasa yang bisa menembus NUN terbaik peringkat 8 Jawa Timur.

Sedang orang tua atau wali murid mendukungnya program yang dijalankan oleh kepala sekolah, bisa dikatakan hubungan orang tua dan kepala sekolah ini *simbiosis mutualisme*. Mengapa prestasi sekolah SMA Negeri 1 Kebomas meningkat dari tahun pelajaran ke tahun pelajaran berikutnya. Pada penelitian ini penulis menggali peran kepala sekolah dengan orang tua sebagai kunci meningkatkan prestasi sekolah, hasil kajian angket yang penulis berikan kepada kepala sekolah, terdapat hal yang penting dalam meningkatkan prestasi dalam kerangka Manajemen Berbasis Sekolah yang dilakukan kepala sekolah SMA Negeri 1 Kebomas yaitu : menerapkan fungsi manajemen dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Perencanaan, dalam kaitannya dengan perencanaan program kepala sekolah selalu mengidentifikasi guru dan siswa yang mempunyai kelebihan- kelebihan agar dapat dijadikan modal dalam meraih prestasi sekolah.
- 2) Pengorganisasian, kepala sekolah selalu mengadakan pertemuan untuk membahas program yang berhubungan dengan prestasi sekolah, kepala membentuk Wakil Kepala Bina Prestasi sebagai organisasinya, dengan adanya

organisasi ini mudah memantaunya dalam menjalankan prestasi sekolah.

- 3) Pelaksanaan, kepala sekolah selalu mengikuti lomba-lomba, baik lomba yang bersifat undangan maupun lomba yang diumumkan lewat media masa, kepala sekolah selalu menyuruh untuk mengikutinya
- 4) Pengawasan, kepala sekolah selalu memantau perkembangan organisasi Bina Prestasi dengan mengadakan rapat kecil atau FGD, dalam rapat ini kepala sekolah selalu memotivasi guru dan peserta didik dalam mengikuti lomba-lomba baik lomba akademik maupun lomba nonakademik.

Dari triangulasi angket yang telah diberikan orang tua atau wali murid beberapa pertanyaan telah dijawab sama, yaitu :

- 1) Perubahan struktur organisasi sekolah sesuai dengan kondisi dan ketentuan yang berlaku.
- 2) Supaya organisasi sekolah berorientasi pada kualitas pembelajaran, maka visi, misi, dan strategi ditetapkan bersama komite sekolah.
- 3) Materi kurikulum memenuhi standar minimal kurikulum nasional.
- 4) Kurikulum lokal merupakan kurikulum tambahan yang sesuai dengan tuntutan zaman dan lingkungan serta aspirasi masyarakat sekitar.
- 5) Pada pelaksanaan pelaksanaan proses belajar mengajar menggunakan prinsip aktif mandiri.
- 6) Masyarakat mengetahui dan menerima kepala sekolah yang berkualitas minimal S1.
- 7) Masyarakat mengetahui dan menerima kepala sekolah yang memiliki kemampuan teknis tugas pokok guru yaitu mengajar.
- 8) Sekolah telah memiliki kepala sekolah yang memiliki kemampuan manajerial, dengan gaya kepemimpinan yang demokratis, transparan, dan partisipatif.
- 9) Masyarakat mengetahui dan menerima guru dengan kualifikasi pendidikan formal S1.
- 10) Sekolah telah memfungsikan wadah organisasi siswa untuk mengembangkan kreativitas siswa.
- 11) Sekolah selalu memberikan fungsi layanan bagi siswa yang memerlukan pelayanan khusus.
- 12) Sekolah menjalankan dengan efektif layanan bimbingan dan konseling.
- 13) Sekolah melakukan identifikasi siswa berbakat.
- 14) Perencanaan sarana dan prasarana sekolah menuangkan pada program.

- 15) Pengadaan sarana dan prasarana sekolah mengusulkan pada komite sekolah dan disesuaikan dengan kemampuan sekolah.
- 16) Realisasi penggunaan dana sesuai dengan prinsip efektifitas dan efisien

Dari 44 pertanyaan ternyata orang tua wali **murid menjawab sama 16 pernyataan "ya" dan 1 pertanyaan "tidak" yaitu nomor 13, sehingga** dari 44 pertanyaan prosentasi yang sama sama dengan 38, 6 yang mempunyai persepsi sama tentang sekolah. Sehingga perlu adanya pembenahan dalam kaitannya dengan partisipasi orang tua tentang manajemen berbasis sekolah.

Prestasi sekolah SMA Negeri 1 Kebomas dalam menerapkan Manajemen Berbasis Sekolah adalah:

Adanya absen siswa melalui SMS ke orang tua, dengan adanya absen model digital ini sekolah dan orang tua mudah sekali memantaunya, siswa yang tidak hadir di sekolah pasti handphone orang tua siswa terkirim SMS keberadaan siswa tidak ada di sekolah. Sedang di sekolah layar komputer sudah terdapat catatan hubungan antara orang tua dengan sekolah pada layar komputer dalam bentuk komentar , **misalnya " anak bapak tidak hadir di sekolah "**. Bimbingan bersifat Moving Lesson, bimbingan setelah sekolah selesai yang dilaksanakan tepatnya jam 02.00 wib untuk memberikan tambahan pelajaran bidang mata pelajaran dimana siswa yang mengalami kesulitan saat tatap muka dengan gurunya bisa ditanyakan saat bimbingan. Bimbingan ini bersifat wajib bagi seruluh siswa, khusus kelas 12 materi bimbingan di isi dengan persiapan menghadapi Ujian Nasional. Untuk hari Kamis khusus untuk bimbingan persiapan siswa yang mengikuti lomba olimpiade, misalnya olimpiade Fisika, olimpiade Matematika dan lain-lain. Adanya program *English Development Camp*, siswa kelas 10 yang baru masuk di SMA Negeri 1 Kebomas, kemampuan bahasa inggrisnya di tingkatkan melalui *English Development Camp* Di Kampung Inggris di Kediri. Kelas atlit, kelas ini mawadahi siswa yang berprestasi di bidang olah raga sebagai bentuk apresiasi terhadap siswa yang menyukai olah raga profesional. NUN terbaik Jatim peringkat 8 program bahasa, prestasi bidang akademik yang diraih kelas bahasa pada Ujian Nasional sebagai bukti keberhasilan SMA Negeri 1 Kebomas mampu bersaing dengan sekolah lain di tingkat Jawa Timur.

Juara cak dan yuk 3 tahun berturut-turut, yaitu tahun 2008, 2009, dan 2010. Program Wakil Kepala Bina Prestasi bekerjasama deengan bidang wakil Kepala

Kesiswaan mempersiapkan lomba bidang akademik-nonakademik yaitu Pemilihan Cak dan Yuk Gresik, program ini program tahunan yang diadakan Pemerintah Daerah Gresik. Juara lomba pajak, lomba ini diadakan 1 tahun sekali tiap tahun pelajaran dan dengan persiapan pembinaan melalui wadah Bina Pretasi Sekolah dan bekerja sama dengan Program kesiswaan, siswa-siswa SMA Negeri 1 Kebomas dapat menjuarai di tingkat Kabupaten Gresik dan sekaligus mewakili Kabupaten Gresik lomba pajak di tingkat Jawa Timur. Juara Lomba Kadarkum Kabupaten Gresik, lomba ini SMA Negeri 1 Kebomas selalu sebagai finalis dan 3 tahun berturut-turut menjadi juara 2, juara 3, dan juara harapan 2. Juara teater, lomba teater selalu memperoleh juara tiap tahun pelajaran karena teater mempunyai wadah ekstrakurikuler **"Teater Biru"**, juara 1 di IAIN Sunan Ampel. Juara musik, Musik di SMA Negeri 1 Kebomas mempunyai wadah musik dengan nama **"Selawe Night"** pernah menjadi finalis lomba musik yang diadakan Jawa Pos (Deteksi), selalu menjadi juara di tingkat Kabupaten Gresik, misalnya di lomba musik di SMAN 1 Sidayu dapat juara 1, di SMAN 1 Cerme Juara 3, dan lain-lain. Juara KIR, sekolah sudah mempunyai wadah pembinaan karya tulis Remaja, yaitu ; Klub Sains, sehingga tiap ada lomba ada yang selalu meraih juara, contohnya lomba KIR di Universitas Hangtuh Surabaya juara 2, di tingkat kabupaten juara 4. Dan pernah mengikuti Festival Sains di tingkat Kabupaten Gresik. Juara olimpiade, selalu 3 sampai 6 orang masuk finalis sebagai peserta pembinaan persiapan olimpiade di tingkat kabupaten. Juara musik tradisional, wadah untuk membina musik tradisional adalah **"Hadi"** organisasi ini untuk menyiapkan lomba-lomba di tingkat kabupaten. juara 2 katagori musik tradisional sudah pernah didapat di tingkat kabupaten. Juara speech contest, lomba pidato bahasa Inggris masih tingkat kabupaten prestasinya. Studi kampus, tiap awal semester 6 siswa kelas 12 diajak ke perguruan tinggi terdekat untuk mengenal lebih dekat pilihan perguruan tinggi yang diminati, contohnya Unair, Unesa, Unbra Malang, dan UM Malang, dan lain-lain. Studi banding dalam dan luar negeri, sekolah SMA Negeri 1 Kebomas, sudah melakukan studi banding di dalam Negeri, misalnya SMA 3 Malang, SMA 5 Surabaya, dan SMA 4 Denpasar (Sekolah RSBI), dan studi banding ke luar negeri, misalnya : Victory School di Singapura. Juara tertib lalu-lintas, SMA Negeri 1 Kebomas mendapatkan juara 2 tertib lalu-lintas di tingkat Kabupaten Gresik. Nominasi adiwiyata, SMA Negeri 1 Kebomas mendapatkan nominasi untuk

diikuti Adiwiyata tingkat Nasional tahun 2010. Pekan seni artis nasional, 2 tahun berturut-turut mendatangkan artis nasional yaitu Five Menit, Bondan Prakosa, dan Maha Dewi. Juara deteksi versi Jawa Pos lomba mading, sebagai peringkat 2 peraih medali terbanyak. Juara futsal, juara 1 futsal di Universitas Ciputra Surabaya, juara 1 di tingkat Kabupaten Gresik. Juara lomba IT, peringkat 9 finalis lomba IT tingkat Nasional di ITS. Hal ini menunjukkan SMA Negeri 1 Kebomas sudah mampu berkiprah di tingkat Nasional.

Juara nyanyi keroncong, juara 1 menyanyi keroncong tingkat kabupaten Gresik. Pertukaran pelajar, pertukaran pelajar dengan siswa Korea Selatan sebagai bagian dari sister-school. Juara jurnalistik, juara 1 lomba jurnalistik tingkat Kabupaten Gresik. Juara pelajar teladan, 2 tahun berturut-turut SMA Negeri 1 Kebomas menjuarai lomba Siswa Berprestasi, yaitu juara 2 di tingkat Kabupaten Gresik.

Juara guru teladan, Guru SMA Negeri 1 Kebomas menjuarai lomba Guru Berprestasi, yaitu juara 3 di tingkat Kabupaten Gresik. Juara kepala sekolah teladan, kepala Sekolah SMA Negeri 1 Kebomas menjuarai lomba Kepala Sekolah Berprestasi, yaitu juara 1 di tingkat Kabupaten Gresik dan Juara 5 di tingkat Jawa Timur. Akreditasi nilai A, SMA Negeri 1 Kebomas sudah mendapat nilai akreditasi A dari BAN. Mempunyai Website SMA Negeri 1 Kebomas, sebagai alat untuk berkomunikasi dengan dunia luar Website SMA Negeri 1 Kebomas.

Semua prestasi SMA Negeri Kebomas dilaksanakan dalam kurun waktu ± 5 tahun setelah berdiri, ini berarti peran kepala sekolah dan orang tua menentukan prestasi sekolah artinya kerjasama antara kepala sekolah dengan orang tua saling menguntungkan.

SIMPULAN

Penelitian untuk menganalisis Manajemen Berbasis sekolah dalam meningkatkan prestasi sekolah di SMA Negeri 1 Kebomas dalam penelitian ini mempunyai kesimpulan sebagai berikut:

Peran kepala sekolah dalam meningkatkan prestasi sekolah melalui Manajemen Berbasis Sekolah di SMAN 1 Kebomas terutama dalam menerapkan Manajemen Berbasis Sekolah dengan cara **"motivasi"** dan **"pencitraan"** sekolah kepada warga sekolah. Peran orang tua / wali murid dalam pelaksanaan Manajemen Berbasis Sekolah di SMAN 1 Kebomas, mendukung program sekolah yang bersifat partisipatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Sapari dan Supriono S. (2001). *Manajemen Berbasis Sekolah*. Surabaya: Penerbit SIC
- Aan Komariah dan Cepi Triana (2008). *Visionary Leadership*. Bandung: Bumi Aksara
- Baedhowi (2010). *Manajemen Berbasis Sekolah*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Umum, Departemen Pendidikan Nasional.
- Direktorat Pendidikan Menengah Umum (2000). *Manajemen Meningkatkan Mutu Berbasis Sekolah (Buku 1)*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Umum, Departemen Pendidikan Nasional.
- Djam'an Satori dan Aan Komariah (2009).** *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung : Penerbit Alfabeta
- Edi Suharto (2008). *Analisis Kebijakan Publik*. Bandung: Alfabeta
- Ibrahim Bafadal (2006). *Peningkatan Profesionalisme Guru Sekolah Dasar dalam kerangka Manajemen Peningkatan Mutu Berbasis Sekolah*. Jakarta: Bumi Aksara
- Fatah Nanang (2004). *Konsep Manajemen Berbasis Sekolah dan Dewan Sekolah*. Bandung: Pustaka Bani Quraisy
- Hari Sudradjat (2004). *Implementasi Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Bandung: Cipta cemas Grafika.
- Mulyono (2008). *Manajemen Administrasi dan Organisasi Pendidikan*. Malang: Ar-Ruzz Media.
- Mulyadi (2010). *Kepemimpinan Kepala Sekolah*. Malang: UIN-Maliki Press
- Mulyasa (2007). *Manajemen Berbasis Sekolah*. Bandung: Rosda
- Muhaimin, et al (2009). *Manajemen Pendidikan*. Jakarta: Kencana
- Muhammad Saroni (2006). *Manajemen Sekolah*. Jogjakarta: Ar-Ruzz
- Martinis Yamin H. (2007). *Desain Pembelajaran Berbasis Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Gaung Persada Press
- Nur Kholis (2006). *Manajemen Berbasis Sekolah*. Jakarta: Grasindo
- Ngalim Purwanto (2001). *Administrasi dan Supervisi Pendidikan*. Bandung: Rosdakarya
- Novia Bramastuti (2009). *Pengaruh Prestasi Sekolah dan Tingkat Pendapatan Keluarga terhadap Motivasi Berwiraswastasiswa Bakti Oetama Gondang Rejo Karang Anyar. (Sripsi) S-1 Pendidikan Akuntansi tidak dipublikasikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Diakses 21 Januari 2011.*
- Rohiat (2010). *Manajemen Sekolah*. Bandung: Refika Aditama
- Suparlan (2007). *Beberapa Temuan Hasil Penelitian Tentang MBS*.diakses 21 September 2010 dari <http://WWW.Suparlan.Com/page/posts/beberapa-temuan-hasil-penelitian-tentangmbs-manajemen-berbasis-sekolah114.php>
- Syfaruddin (2008). *Efektivitas Kebijakan Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Sudarwan Danim (2010). *Otonomi Manajemen Sekolah*. Bandung: Alfabeta
- Umaedi (2000). *Manajemen Meningkatkan Mutu Berbasis Sekolah*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pendidikan Menengah Umum
- Wahyudi (2009). *Kepemimpinan Kepala Sekolah*. Bandung: Penerbit Alfabeta
- _____ (2005) . Undang-undang No. 20 tahun 2003 tentang *Sistem Pendidikan Nasional*. Surabaya : Media Centre.
- _____ (2005). Peraturan pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 tentang *Standar Nasional Pendidikan*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia.
- Syifa, N., S.H. Bintari, 2013. Uji Efektivitas Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum* Linn.) sebagai Antibakteri pada Ikan Bandeng. Jurnal Ilmiah Nasional (UJLS) Vol 2, No.2 November 2013, ISSN: 2252 -6277 Hal:71 –77.

Pengembangan Modul Tumbuhan Lumut Berbasis Pendekatan Kontekstual Sebagai Bahan Ajar Pembelajaran Tumbuhan Lumut di Sekolah

Intan Yunanda¹, Lydia Bayu Fitriana², Sunarmi³
^{1,2,3} Prodi S1 Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
¹email: intanyunanda49@gmail.com

ABSTRAK

Tuntutan kurikulum 2013 sendiri adalah menggunakan pembelajaran bersifat kontekstual dan konstruktivis, diharapkan siswa mampu mengkonstruksi atau membangun pengetahuan sendiri. Selain itu pada pembelajaran biologi siswa diberikan pembelajaran langsung sehingga pembelajaran menjadi bermakna dan resistensi ingatan siswa tinggi. Penggunaan modul menjadi salah satu solusi dari kegiatan belajar mengajar selain menggunakan buku teks sebab isi buku teks cenderung susah dipahami dan kurang menerapkan pendekatan kontekstual. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan modul tumbuhan lumut berbasis pendekatan kontekstual sebagai bahan ajar pembelajaran Divisi Bryophyta di sekolah. Adanya modul Divisi Bryophyta berbasis kontekstual ini diharapkan siswa dapat belajar secara mandiri, meningkatkan resistensi ingatan siswa, dan dapat menghubungkan materi pelajaran dengan kehidupan sehari-hari. Model pengembangan yang digunakan adalah model pengembangan yang ditulis oleh Dick dan Carey dengan modifikasi meliputi analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Pengembangan modul sampai tahap pengembangan hal ini disebabkan karena keterbatasan waktu. Analisis data belum dilakukan karena pengembangan modul belum sampai tahap implementasi. Hasil penelitian berupa produk modul Divisi Bryophyta dengan kompetensi dasar pada materi SMA kelas X yaitu 3.9 mendeskripsikan ciri-ciri Divisio dalam dunia tumbuhan dan peranannya bagi kelangsungan hidup di bumi.

Kata Kunci: Bryophyta, kontekstual, modul, tumbuhan lumut.

PENDAHULUAN

Tuntutan kurikulum 2013 adalah menciptakan pembelajaran dengan pendekatan kontekstual. Pembelajaran kontekstual (*Contextual Teaching and Learning*) merupakan konsep belajar yang membantu guru mengaitkan antara materi yang diajarkan dengan situasi dunia nyata siswa dan mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat (Hasnawati, 2006).

Penerapan pendekatan kontekstual dalam pembelajaran biologi bertujuan agar pembelajaran lebih produktif dan bermakna. Proses pembelajaran akan berlangsung secara alamiah dalam bentuk kegiatan siswa bekerja dan mengalaminya. Lingkungan sekolah merupakan salah satu sumber belajar yang bisa digunakan untuk mewujudkan pembelajaran kontekstual. Dari lingkungan sekolah ini saja, siswa sudah bisa mengenal keanekaragaman tumbuhan lumut dan tentunya ketika siswa diajak untuk mengamati tumbuhan lumut yang ada di lingkungan sekolah secara langsung maka pembelajaran akan lebih

bermakna untuk siswa (Kusmiyati, 2006). Menurut Tjitrosoepomo (2011) divisi dalam tumbuhan ada tiga yaitu Divisi Bryophyta, Pteridophyta, dan Spermatophyta.

Pembelajaran di sekolah cenderung menggunakan buku teks yang kurang menerapkan pendekatan kontekstual dan susah dipahami. Sehingga dapat digunakan modul yang memiliki sifat, memungkinkan seseorang belajar secara mandiri dan tidak tergantung kepada pihak lain (*self instruction*), memuat seluruh materi yang dibutuhkan dalam pembelajaran (*Self Contained*), tidak tergantung pada bahan ajar/media lain, atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan bahan ajar/media lain (*berdiri Sendiri/Stand Alone*), memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi (*adaptif*), dan bersahabat/akrab dengan pemakainya (*user friendly*). Menurut Usman Basyiruddin (2002) bahwa Modul dirumuskan sebagai salah satu unit yang lengkap yang berdiri sendiri, terdiri dari rangkaian kegiatan belajar yang disusun untuk membantu para siswa dalam mencapai sejumlah tujuan belajar yang telah dirumuskan secara spesifik dan operasional.

Untuk itu dikembangkan modul berbasis pendekatan kontekstual sebagai bahan ajar pembelajaran tumbuhan lumut di sekolah. Penggunaan modul ini diharapkan bisa membantu guru dalam proses pembelajaran, sehingga tuntutan kurikulum 2013 untuk menciptakan pembelajaran dengan pendekatan kontekstual bisa terwujud.

METODE

Koleksi Sampel

Data *Tarsius tarsier* diperoleh dari hutan Pulau Buton, yang terdiri dari dua sampel, sedangkan data *Tarsius dentatus* dan *Carlito syrichta* diperoleh dari Genebank dengan kode akses KC977310.1 dan L22784.1.

Isolasi DNA

Proses isolasi dan purifikasi DNA berasal dari sampel yang terbatas, maksimal 5 mg jaringan otot menggunakan *innuPrepDNA Micro Kit*. Alat yang digunakan untuk mengukur kemurnian DNA adalah *Gene Quant Pro*, yaitu alat pengukur konsentrasi DNA yang menggunakan *spectrophotometer* absorban ultraviolet dengan panjang gelombang 260 nm dan 280 nm.

Primer yang Digunakan

Primer yang digunakan adalah primer gen *COX2* hasil rancangan widayanti, *et al.* (2010). Primer untuk Amplifikasi Gen *COX2* pada *Tarsius tarsier* bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Primer untuk amplifikasi gen *COX2 Tarsius tarsier*

Target R/F	Urutan Basa	Jumlah basa	Temperatur
660 bp	F 5' ACCCCTGTGTATTTTCATGGC 3'	21	58,59° C
	R 5' ACTAGTTCTAGGACGATGGGCA 3'	21	57,59° C

Amplifikasi fragmen dna dengan PCR

Alat yang digunakan adalah mesin PCR Biometra T-Personal. Komponen dan optimasi kondisi PCR dapat dilihat di Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Komponen PCR

No	Komponen PCR	Konsentrasi	Volume (µl)
1	DNA template	-	4,0 – 5,0
2	ddH ₂ O	-	10 – 14
3	Buffer	5×	2,5
4	MgCl ₂	25 mM	3 – 4
5	Campuran dNTP	1 mM	0,5
6	Primer forward	15 – 30 pmol µL ⁻¹	0,5
7	Primer reverse	15 – 30 pmol µL ⁻¹	0,5
8	tag DNA polimerase	4 – 6 U µL ⁻¹	0,3

Tabel 3. Kondisi PCR

No	Jumlah siklus	Durasi (menit)	Temperatur (°C)	Tahap
1	35	3	94	Denaturasi awal
2	35	1	94	Denaturasi
3	35	1	55	Annealing
4	35	1	72	Elongasi
5	35	10	72	Pasca elongasi

Sekuensing DNA

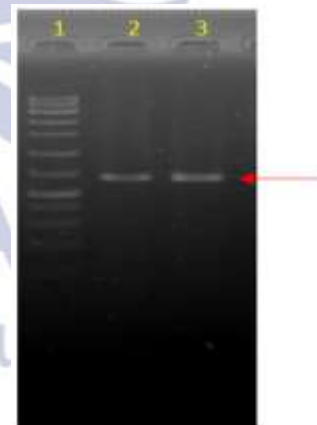
Amplikon gen *cyt. oksidase subunit II* selanjutnya akan dikirim ke perusahaan First BASE, Laboratories Sdn, Bhd. Selangor, Malaysia untuk disekuensing. Alat yang digunakan adalah ABI PRISM 3730×I Genetic Analyzer Biosystem USA.

Analisis Hasil Sekuensing

Hasil sekuensing gen *cyt. oksidase subunit II* akan dijabarkan dengan *software* penjarar otomatis Clustal-W (Thompson *et al.* 1994), MEGA 7.0 (Tamura, *et al.*, 2012).

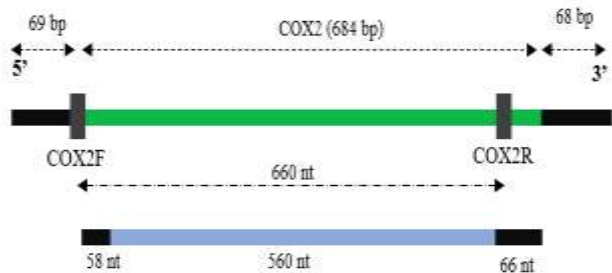
HASIL

Sepasang primer hasil rancangan Widayanti *et al.* (2010) pada penelitian ini khusus mengamplifikasi daerah gen *COX2*. Hasil visualisasi PCR pada gel agrose 1,5% dapat dilihat pada Gambar 1. Jumlah pasangan basa (pb) hasil amplifikasi gen *COX2 Tarsius tarsier* yaitu 560 pb.



Gambar 1. Hasil Amplifikasi Gen *Cyt. Oksidase Sub-unit II* melalui PCR: (1) Marka DNA 1 kb; (2) *Tarsius tarsier* form Buton sampel 1; dan (3) *T. tarsier* form Buton sampel 2

Gen parsial *COX2* sepanjang 660 nukleotida (nt) setelah dilakukan sekuensing menghasilkan 560 nt yang dapat dianalisis, yaitu pada posisi ke-59 hingga posisi ke-619 dari ujung 5' gen *COX2* utuh (lihat Gambar 2)



Gambar 2. Lokasi penempelan primer dan sekuen yang diamplifikasi pada gen target

Keterangan:

- = lokasi penempelan primer
- = sekuen gen *cyt*. oksidase sub-unit II
- = sekuen yang teramplifikasi

Tabel 5. Proporsi asam amino hasil dari amplifikasi gen *COX2*

Sampel	Proporsi Asam Amino (%)									
	Ala	Cys	Asp	Glu	Phe	Gly	His	Ile	Lys	Leu
<i>T. tarsier_buton1</i>	4,9	1,1	5,5	5,0	1,6	3,8	3,8	13,8	2,7	15,9
<i>T. tarsier_buton2</i>	4,9	1,1	5,5	5,0	1,6	3,8	3,8	13,7	2,7	15,8
<i>T. dentatus</i>	4,4	1,1	5,5	5,5	1,6	3,8	3,8	14,8	2,2	15,9
<i>C. syrichta</i>	2,7	1,1	5,5	5,5	1,6	3,8	3,8	13,2	2,2	16,5
Rerata	4,0	1,1	5,5	5,2	1,6	3,8	3,8	13,8	2,5	16,0

Keterangan: ala = alanin, cys = sistein, asp = asam aspartat, glu = asam glutamat, phe = fenilalanin, gly = glisin, his = histidin, ile = isoleusin, lys = lisin, leu = leusin, met = metionin, asn = asparagin, pro = prolin, gln = glutamin, arg = arginin, ser = serin, thr = threonin, val = valin, trp = triptofan, tyr = tirosin.

Tabel 6. Variable Asam Amino pada sampel dan spesies pembanding yang berasal dari *Genebank*

Sampel	Asam Amino													
	55	70	73	75	78	98	107	111	129	131	146	163	166	183
<i>T.tarsier</i> B1	T	K	S	S	I	S	A	A	I	V	I	A	A	S
<i>T.tarsier</i> B2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>T.dentatus</i>	I	E	.	.	.	N	.	P	.	I	V	.	.	.
<i>C.syrichta</i>	I	E	N	L	V	N	T	P	V	I	V	T	T	T

Keterangan: Angka = situs. A = Alanin, I = Isoleusin, L = Leusin, V = Valin, K = Lisin, E = Asam glutamat, N = Asparagin, T = Treonin, P = Prolin, S = Serin.

PEMBAHASAN

Sekuen parsial gen *COX2* spesies *Tarsius* yang berhasil diamplifikasi berjumlah 560 bp dimana

berdasarkan hasil analisis, gen sekuen *COX2* tersebut menghasilkan 186 asam amino dimana terdapat 14 variabel. Asam amino yang ditranslasikan, baik yang berasal dari sampel penelitian maupun sekuen homolog yang berasal dari *Genebank*, proporsi tertinggi adalah leusin (rerata = 16%) dan isoleusin (rerata = 13,8%), sedangkan metionin tidak ditemukan pada semua sekuen yang dianalisis (0%). Tingginya proporsi leusin diakibatkan oleh banyak kodon yang mengandung basa C dan T, disandikan oleh 6 kodon yang berbeda, serta beberapa diantaranya dibedakan oleh perubahan basa pertama yang menyebabkan mutasi diam (*silent mutation*) (*TTR*↔*CTR*) (Irwin, *et al.*, 1991).

Penjajaran sekuen sampel dan dua sekuen spesies *Tarsius* yang berasal dari *Genebank* ditemukan 116 kodon beragam, namun hanya terdapat 14 situs yang mengalami perubahan asam amino (variabel). Ke-14 situs tersebut adalah situs nomor 55, 70, 73, 75, 78, 98, 107, 111, 129, 131, 146, 163, 166, dan 183. Pada situs nomor 55, kodon ACC menyandikan Treonin, ATT dan ATC menyandikan isoleusin. Situs nomor 70, kodon AAA menyandikan lisin, dan GAG dan GAA menyandikan asam glutamat. Situs nomor 73, AGT dan AGC menyandikan serin, dan AAC menyandikan asparagin. Situs nomor 75, TCC menyandikan serin, dan CTT menyandikan leusin. Situs nomor 78, ATC dan ATT menyandikan isoleusin, dan GTC menyandikan valin. Situs nomor 98, AGC menyandikan serin, AAT dan AAC menyandikan asparagin. Situs nomor 107 GCA menyandikan alanin, dan ACA menyandikan threonin. Situs nomor 111, GCA menyandikan alanin, dan ACA menyandikan prolin, Situs nomor 129, ATT dan ATC menyandikan isoleusin, dan GTA menyandikan valin. Situs nomor 131, GTT menyandikan valin, dan ATC menyandikan isoleusin. Situs nomor 146, ATA menyandikan isoleusin, dan GTC dan GTA menyandikan valin. Situs nomor 163, GCA menyandikan alanin, dan ACC menyandikan threonin. Situs nomor 166, GCA menyandikan alanin, ATA menyandikan isoleusin, dan ACA menyandikan threonin. Situs nomor 183, TCT dan TCA menyandikan serin, dan GCT menyandikan alanin. Perubahan asam amino yang terjadi pada 14 situs variabel tersebut sebagian besar terjadi akibat substitusi pada basa pertama dan kedua pada tiap kodon. Terjadinya substitusi basa namun tidak merubah asam amino disebabkan karena substitusi tersebut hanya terjadi pada basa ketiga.

Terjadinya substitusi pada basa pertama dan kedua kodon tertentu lebih beresiko merubah susunan asam amino akibat dari aturan *wobble* (*wobble rules*) kode genetika. *Wobble rules* adalah situasi dimana basa ketiga antikodon (pada ujung 5') dapat membentuk dua *alignment*. Basa ketiga ini dapat membentuk ikatan hidrogen tidak hanya dengan basa komplementer normalnya pada posisi ketiga kodon, tapi juga dengan basa berbeda di posisi tersebut (Griffiths, *et al.*, 2004).

Aturan wobble hanya berlaku pada basa ketiga kodon. Menurut Kamagi *et al.* (2014), sifat *wobble* (goyang) pada kode genetika khususnya basa ketiga, tidak selalu menyebabkan perubahan asam amino. Kejadian substitusi basa pada basa ketiga disebabkan karena basa ketiga pada kebanyakan pasangan kodon agak longgar dengan antikodonya, sedangkan basa pertama dan kedua memiliki ikatan yang sangat kuat dengan pasangan antikodonya.

Substitusi yang terjadi pada basa pertama dan kedua kodon termasuk mutasi *nonsilent*, yaitu substitusi yang akan ditranslasi menjadi asam amino. Hal ini diperkuat oleh Adkins dan Honeycutt (1994) yang menyatakan bahwa semua substitusi pada basa pertama dan kedua tiap kodon termasuk mutasi *nonsilent* (kecuali transisi pada basa pertama empat kodon leusin), kemungkinan besar basa ketiga ini menjadi penyebab ditranslasikannya asam amino yang memiliki peranan khusus.

SIMPULAN

Hasil penjajaran dua sampel *Tarsius tarsier* form Buton memiliki situs yang identik (100%), artinya tidak ada perbedaan basa pada satu spesies tarsius meskipun sampel berbeda. Penjajaran *Tarsius tarsier* form Buton dengan *Tarsius dentatus* dan *Carlito syrichta* terdapat beberapa perbedaan komposisi asam amino. Proporsi asam amino tertinggi adalah leusin (16%), dan tidak terdapat metionin (0%). Jumlah asam amino yang berhasil terbentuk adalah 186 dan asam amino yang berubah (variabel) adalah 14. Adanya variable asam amino pada spesies *Tarsius* yang dibandingkan menandakan adanya perubahan susunan basa pada kodon yang merubah komposisi asam amino, khususnya basa pertama dan kedua pada kodon.

DAFTAR PUSTAKA

- Adkins, R. M., dan R. L. Honeycutt, 1994. Evolution of the Primate Cytochrome c Oxidase Subunit II Gene. *J Mol Evol.* 38: 215 – 231
- Antaranews. 2013. (online) (<http://www.antaranews.com/berita/391780/bupati-keluhkan-peneliti-asing-di-hutan-lambusango-buton>). Diakses 2 Februari 2017
- Galina, V., Glazko dan Nei, M. 2003. Estimation of Divergence Times for Major Lineages of Primate Species. *Mol. Biol. Evol.* 20 (3): 424 - 434.
- Griffiths, Anthony J. F., 2005. *An Introduction to Genetics Analysis 8th edition*. Gordonsville, VA: W.H. Freeman and Company
- Irwin, D.M., T.D. Kocher dan A.C. Wilson. 1991. Evolution of Cytochrome b Gene Mamals. *Journal of Molecular Evolution.* 32:128-144
- Iskandar, T., A. Sa'im, M. Shekelle. 2006. Tarsius: Monyet Mini yang Belum Banyak Dikenal di Indonesia dan Parasitnya. *Lokakarya Nasional dan Perlindungan Sumber Daya Genetik Indonesia: Manfaat Ekonomi untuk Mewujudkan Ketahanan Nasional*. Hal: 273-378.
- Kamagi, D. D. W., *et al.* 2014. *Keragaman Genetik Tarsius sp. Sulawesi Utara Berdasarkan gen sitokrom B. dan Penyusunan buku popular tentang Tarsius*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Mogk, K. 2012. *Tarsius tarsier*, (Online), (http://animaldiversity.org/accounts/Tarsius_tarsier/). Diakses 2 Februari 2017
- Schmitz, J., M. Ohme. dan H. Zischler. 2002. The Complete Mitochondrial Sequence of *Tarsius bancanus*: Evidence for an Extensive Nucleotide Compositional Plasticity of Primate Mitochondrial DNA. *Mol. Biol. Evol.* 19: 544 – 553.
- Shekelle, M. dan Leksono, S. M. 2004. Rencana Konservasi di Pulau Sulawesi dengan Menggunakan *Tarsius* sebagai Flagship Spesies. *Biota.* 9 (1): 1-10.
- Tamura, K. D., *et al.* 2012. MEGA 5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Mol. Biol. Evol.* 28 (10): 2731-2739.
- Thompson, J. D., D.G. Higgins, dan T. K. Gibson. 1994. CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, Position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acid Res.* 22: 4673-4680.
- Whitten, T., M. Mustafa, dan G.S. Henderson. 2002. *The Ecology of Sulawesi*. Singapore: Periplus Press.
- Widayanti, R., *et al.* 2010. Kajian Molekular *Tarsius* sp. Pada Gen Penyandi *Cytochrome Oxidase* Subunit 2 Mitokondria. *Biota.* 15 (1): 98–106.
- Widayanti, R., *et al.* 2012. Keragaman Genetik Sekuen Gen ATP Synthase FO Subunit 6 (ATP6) Monyet Hantu (*Tarsius*) Indonesia. *Jurnal veteriner.* 13 (4): 358 – 370.

Pengembangan Modul Pteridophyta Berbasis Kontekstual sebagai Bahan Ajar di SMA

Firda Ama Zulfia¹, Mohamad Nasrul Fuad², Sunarmi³
^{1,2,3} Prodi S1 Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
¹email: firdaama@yahoo.co.id

ABSTRAK

Proses belajar pada hakikatnya merupakan interaksi antar siswa dengan objek yang dipelajari. Penggunaan sumber belajar dalam proses pembelajaran berupa modul merupakan hal yang sangat penting untuk digunakan. Sebagian besar guru hanya menggunakan media interaktif berupa ppt, video serta gambar yang didownload melalui internet untuk menunjang pembelajaran. Hal ini membuat siswa kurang peduli terhadap tumbuhan yang ada disekitarnya terutama tumbuhan paku. Tumbuhan paku (Pteridophyta) merupakan salah satu golongan tumbuhan yang hampir dapat dijumpai pada setiap wilayah Indonesia. Media pembelajaran yang baik digunakan adalah media realia. Sebagai sumber belajar, media realia adalah lingkungan sekolah itu sendiri. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan bahan ajar modul berbasis pendekatan kontekstual. Ada berbagai macam tumbuhan paku yang termasuk Divisi Pteridophyta yang dapat dikenali pada lingkungan sekolah yaitu *Psilotum*, *Equisetum*, *Lycopodium* dan *Pteris*. Adanya bahan ajar modul berbasis kontekstual ini diharapkan siswa mampu mendeskripsikan, menjelaskan dan mengklasifikasikan berbagai macam tumbuhan paku yang termasuk Divisi Pteridophyta dari lingkungan sekolah. Metode penelitian yang digunakan adalah model pengembangan yang ditulis oleh Dick dan Carey yang merupakan model pembelajaran yang dikembangkan melalui pendekatan sistem terhadap komponen dasar dari desain sistem pembelajaran meliputi analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Disebabkan waktu dalam penelitian terbatas, maka penelitian baru sampai tahap pengembangan. Analisis data belum dapat dilakukan karena belum adanya penerapan modul tumbuhan paku. Setelah penerapan modul dapat dilakukan analisis deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian berupa produk modul pteridophyta dengan dengan kompetensi dasar pada SMA kelas X yaitu 3.9 mendeskripsikan ciri-ciri Divisio dalam dunia tumbuhan dan peranannya bagi kelangsungan hidup di bumi.

Kata Kunci: bahan ajar, kontekstual, modul, lingkungan sekolah

PENDAHULUAN

Proses belajar pada hakikatnya merupakan interaksi antar siswa dengan objek yang dipelajari. Penggunaan sumber belajar dalam proses pembelajaran berupa modul merupakan hal yang sangat penting untuk digunakan. Berdasarkan hal ini, maka peranan sumber dan media belajar yang dapat menjadi objek siswa secara langsung maupun tak langsung tidak dapat dikesampingkan terutama dalam proses kegiatan pembelajaran (Toharudin, 2011).

Berdasarkan hal ini, maka peranan sumber dan media belajar yang dapat menjadi objek siswa secara langsung maupun tak langsung dan tidak dapat dikesampingkan terutama dalam proses kegiatan pembelajaran. Sebagian besar guru hanya menggunakan media interaktif berupa ppt, video serta gambar yang didownload melalui internet untuk menunjang pembelajaran. Hal ini membuat siswa

kurang peduli terhadap tumbuhan yang berada di sekitarnya terutama tumbuhan paku.

Pembelajaran kontekstual adalah konsep belajar yang membantu guru mengaitkan antara materi dan mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sehari-hari. Lingkungan sekolah dapat digunakan sebagai sumber belajar dalam mengenal keanekaragaman tumbuhan paku, sehingga siswa dapat lebih mengenal lingkungannya, selain itu dengan model pembelajaran kontekstual siswa dapat lebih mengerti dan mudah mengingat berdasarkan pengalaman belajar secara langsung (Nurhadi & Agus, 2003).

Modul pembelajaran adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik yang mencakup isi materi, metode dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri untuk mencapai kompetensi yang

diharapkan. Modul pembelajaran yang baik merupakan bentuk bahan ajar yang dikemas secara sistematis dan menarik sehingga mudah untuk dipelajari secara mandiri (Anwar, 2010). Dengan adanya modul Pteridophyta berbasis kontekstual sebagai bahan ajar diharapkan siswa mampu mengenali keanekaragaman tumbuhan paku disekitar lingkungan sekolah.

METODE

Metode yang dilakukan pada penelitian yang dilakukan adalah model pengembangan yang ditulis oleh Dick dan Carey dengan modifikasi yaitu sebagai berikut.

1. Melakukan analisis kebutuhan
Pembuatan modul bertujuan untuk memenuhi kebutuhan siswa mengenai materi pembelajaran tumbuhan paku yang berbasis pendekatan kontekstual dimana siswa dapat menggunakan sumber belajar di lingkungan sekitar sekolahnya dengan demikian siswa akan lebih mengenal tumbuhan paku yang ada disekitarnya.
2. Melakukan analisis pembelajaran
Analisis pembelajaran dapat dilakukan dengan menentukan proses yang digunakan dalam pembelajaran untuk menentukan kompetensi atas tujuan pembelajaran dan indikator yang harus dicapai terkait materi tumbuhan paku.
3. Menganalisis siswa dan konteks pembelajaran
Analisis ini terkait dengan kondisi yang berhubungan dengan keterampilan yang dipelajari siswa, gaya belajar siswa, dan sikap aktivitas belajar siswa. Mengarahkan siswa untuk melakukan pembelajaran yang menggunakan pendekatan saintifik dimana siswa diberlakukan sebagai seorang ilmuwan yang dapat melakukan pengamatan. Dalam hal ini siswa dapat melakukan pengamatan berbagai macam tumbuhan paku di lingkungan sekolahnya.
4. Merumuskan tujuan pembelajaran
Rumusan tujuan pembelajaran dapat diturunkan dari indikator kompetensi yang perlu dicapai siswa setelah pembelajaran terkait materi tumbuhan paku.
5. Mengembangkan instrumen penelitian
Instrumen penelitian ini dapat berupa evaluasi yang berfungsi untuk mengukur capaian pembelajaran siswa. Selain itu instrumen penelitian dapat berupa alat yang digunakan selama proses pembelajaran untuk menunjang kegiatan belajar mengajar yang berupa sumber

belajar lingkungan sekolah sebagai materi tumbuhan paku.

6. Mengembangkan materi pembelajaran
Materi pembelajaran dapat dikembangkan dengan menggunakan bahan ajar seperti modul agar menunjang kegiatan belajar siswa sehingga kompetensi pembelajaran dapat tercapai. Sumber belajar yang kontekstual diperlukan dalam materi tumbuhan paku sehingga dapat menggunakan lingkungan sekolah yang bersifat kontekstual.

HASIL

Kebutuhan siswa terkait materi pembelajaran materi pembelajaran tumbuhan paku yang berbasis pendekatan kontekstual yaitu siswa dapat menggunakan sumber belajar dilingkungan sekolahnya sehingga siswa dapat lebih mengenal tumbuhan paku, dengan adanya modul tumbuhan paku diharapkan siswa mampu mencapai suatu tujuan pendidikan secara efisien dan efektif. Dengan pembelajarn menggunakan bahan ajar modul, siswa dapat belajar sesuai dengan kemampuan dan irama belajarnya. Siswa juga dapat mengetahui seberapa jauh tingkat pemahamannya terhadap materi yang telah disajikan. Penggunaan bahan ajar modul dirasa tepat untuk pembelajaran individual, jadi siswa dapat belajar meskipun tanpa didampingi oleh guru.

Pengembangan modul berbasis pembelajaran kontekstual meliputi 1. Analisis kebutuhan pengembangan modul 2. Pengembangan (pembuatan) modul dan validasi penggunaan secara teoritik modul Pteridophyta berbasis pembelajaran kontekstual sebagai bahan ajar di SMA 3. Desain penerapan modul Pteridophyta berbasis pembelajaran kontekstual sebagai bahan ajar di SMA.

Penggunaan buku modul dalam pembelajaran biologi bervariasi karena tidak ada pegangan buku wajib. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan didapatkan bahwa siswa masih belum memiliki buku pegangan wajib, buku yang sudah ada kebanyakan hanya menyajikan teori atau konsep, serta buku yang sudah ada tidak sesuai dengan potensi lokal.

Pengembangan modul berbasis kontekstual pada materi tumbuhan paku Pteridophyta perlu dikembangkan sebagai pelengkap dan penunjang pembelajaran materi tumbuhan paku Pteridophyta. Dengan modul berbasis pembelajaran kontekstual siswa maupun guru dapat menggunakan modul dalam pembelajaran dengan terjun langsung dilingkungan sekitar sekolah.

Produk modul Pteridophyta berbasis kontekstual yang dihasilkan berupa buku modul pembelajaran, ditunjukkan pada Gambar 1 Modul pembelajaran ini dapat dipakai secara individual ataupun dipakai sebagai media pembelajaran yang digunakan guru. Modul Pteridophyta berbasis pembelajaran kontekstual sebagai bahan ajar di SMA dikembangkan dengan berpedoman pada standart kompetensi materi tumbuhan paku yaitu mendiskripsikan, menjelaskan dan mengklasifikasikan berbagai macam tumbuhan paku yang termasuk Divisi Pteridophyta dari lingkungan sekolah



Gambar 1. Tampilan Cover Modul

Karakteristik modul Pteridophyta berbasis pembelajaran kontekstual sebagai bahan ajar di SMA memiliki sub bagian antara lain: Cover, Kata pengantar, Daftar isi, Daftar gambar, Pendahuluan, Latar belakang, Tujuan, Tabel kompetensi, Tujuan pembelajaran Ruang lingkup, Cara penggunaan modul, Deskripsi kegiatan, Tahukan kalian, Peta konsep, Materi pembelajaran, Aktifitas pembelajaran, Lembar pengamatan, Lembar kerja siswa, Rangkuman, Umpan balik dan tindak lanjut, Evaluasi, Kunci jawaban, Penutup, Daftar pustaka, dan Glosarium.

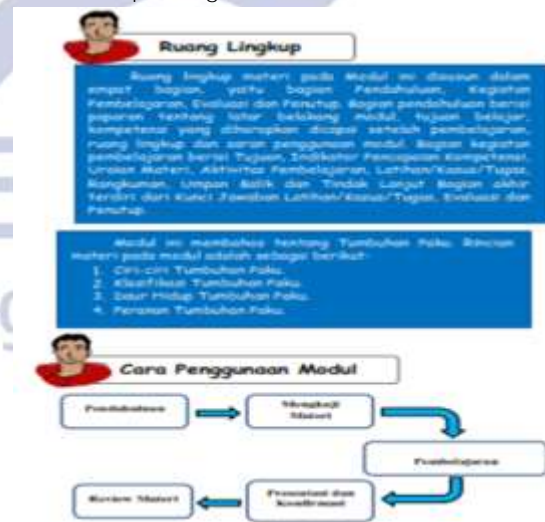


Gambar 2. Layout Pendahuluan PEMBAHASAN

Pendahuluan berisikan Latar belakang, Tujuan, Ruang lingkup, Cara penggunaan modul dan Deskripsi kegiatan yang harus dikerjakan oleh siswa (Gambar 3). Tujuan pembelajaran berisi standart kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa setelah mempelajari materi Tumbuhan paku.

Modul Pteridophyta berbasis kontekstual memiliki isi ruang lingkup dari pembuatan modul tersebut yaitu untuk mncapai kompetensi yang diharapkan setelah pembelajaran, selain itu juga terdapat cara penggunaan modul dimaksudkan untuk memudahkan siswa dalam menggunakan dan mempelajari modul tersebut.

Bagian "Uraian Materi" yang dikemas untuk memberi konfirmasi terhadap kegiatan siswa. Dalam bagian "Uraian Materi" terdapat "Lembar Pengamatan dan Lembar kerja siswa" yang berisi pertanyaan yang dikerjakan secara kelompok dalam mendeskripsikan tumbuhan paku (Gambar 4). Modul juga dilengkapi dengan "Rangkuman" bagian ini berisi tentang uraian materi penting sehingga siswa dapat lebih mudah memahami isi materi dari modul. Selain itu modul ini juga berisi tentang "Umpan Balik dan Evaluasi" dimana siswa menuliskan rangkuman setelah menggunakan modul pteridophyta berbasis kontekstual. Kemudian untuk yang terakhir juga dilengkapi "Glosarium" yang berisi kata penting dalam modul.



Gambar 3. Layout Ruang Lingkup dan Cara Penggunaan Modul



Gambar 4. Layout Modul "Uraian Materi"

PEMBAHASAN

Proses belajar pada hakikatnya merupakan interaksi antara siswa dengan objek yang dipelajari (Mulyasa, 2005). Berdasarkan hal ini, maka peranan sumber dan media belajar yang dapat menjadi objek siswa secara langsung maupun tak langsung tidak dapat dikesampingkan dalam proses pembelajaran. Sebagian besar guru hanya menggunakan buku teks pelajaran sebagai acuan dalam pembelajaran. Hal tersebut dikarenakan seluruh siswa telah memiliki buku teks pelajaran atau tidak jarang guru hanya membacakan ulang materi yang ada di dalam buku teks pelajaran tersebut dengan sistem ceramah. Kebanyakan pula, buku teks pelajaran yang digunakan di sekolah, materi dan kegiatannya kurang sesuai dengan kondisi siswa, guru, maupun lingkungan sekolahnya (Lihawa, 2014). Penggunaan lingkungan sekolah sebagai bahan ajar modul tumbuhan paku berbasis kontekstual ini membuat siswa lebih peka terhadap lingkungan, mengetahui nama tumbuhan paku yang ada di sekitar sekolah mereka, dan paham dengan jelas struktur morfologi tumbuhan paku karena adanya kehadiran media realia dalam proses pembelajaran. Dalam upaya meningkatkan efektifitas siswa dalam belajar, maka guru dituntut untuk menggunakan bahan ajar yang isi materinya lebih terperinci dan sesuai kompetensi dalam hal ini dapat berupa modul. Lingkungan sekolah juga merupakan salah satu sumber belajar kontekstual yang dapat digunakan dalam mempelajari beberapa materi biologi khususnya materi mengenai tumbuhan paku.

Modul Tumbuhan Paku ini akan berisi pendahuluan, materi tentang Divisi Pteridophyta, LKS, lembar pengamatan, rangkuman, evaluasi, kunci jawaban, dan penutup. Adanya LKS ini membuat siswa dapat melakukan diskusi secara kelompok untuk menjawab soalnya dan adanya lembar pengamatan dapat mengajak siswa untuk menggunakan media realia. Adanya lembar pengamatan juga membuat siswa untuk mencatat hasil pengamatannya tentang tumbuhan paku. Lembar pengamatan ini mengajak siswa untuk belajar dengan menggunakan media realia. Media realia dapat membuat peserta didik dapat mengamati secara langsung persamaan dan perbedaan ciri sesuai keadaan nyata, mengklasifikasikan, dan melakukan identifikasi. Hal ini akan mengajak siswa belajar dengan pendekatan kontekstual dan siswa dapat mengkonstruksi pengetahuan dari hasil diskusi dan praktikum.

LKS dan lembar pengamatan perlu dikerjakan secara berkelompok agar siswa satu dengan siswa yang lainnya dapat bertukar pikiran dan mengkonstruksi pengetahuan bersama-sama. Pembelajaran secara kelompok atau biasa disebut dengan belajar kolaborasi memiliki banyak nilai positif. Mulai dari bisa bertukar pikiran atau ide, menambah ilmu, sampai belajar untuk mengemukakan pendapat. Kemampuan kerja sama melalui belajar kolaborasi merupakan fondasi kesuksesan pada masa depan (Surya, 2013). Metode belajar kelompok pasti akan membuat siswa lebih menguasai materi dari apa yang mereka kerjakan dalam kelompok, maka dari itu LKS pada modul tumbuhan paku dikerjakan secara berkelompok.

Proses pengamatan dengan media realia berarti membuat guru menggunakan metode pembelajaran praktikum dalam proses belajar mengajar. Metode pembelajaran praktikum adalah suatu cara mengajar yang memberikan kesempatan pada siswa untuk melakukan suatu percobaan tentang suatu hal, mengamati prosesnya, serta menuliskan hasil percobaannya, kemudian hasil pengamatan itu disampaikan ke kelas dan dievaluasi oleh guru (Asmani, 2015). Metode pembelajaran praktikum ini dapat digunakan oleh guru dengan menggunakan modul tumbuhan paku karena adanya lembar pengamatan yang memudahkan siswa untuk mengamati morfologi tumbuhan paku. Dari modul tumbuhan paku ini diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar dan motivasi siswa.

SIMPULAN

Modul berbasis pendekatan kontekstual sebagai bahan ajar pembelajaran tumbuhan paku di sekolah telah dikembangkan untuk membuat siswa lebih mengenal macam tumbuhan paku yang ada disekitar mereka.

SARAN

Dalam rangka melanjutkan penelitian ini untuk tahap uji coba kepada siswa, sebaiknya peneliti melakukan survei lokasi terkait tentang lingkungan sekolah mengenai keanekaragaman tumbuhan paku yang ada disekitar siswa, sebaiknya peneliti juga mengetahui seberapa jauh pengetahuan siswa tentang tumbuhan paku disekitar mereka, dan sebaiknya juga dilakukan tahap perbaikan modul setelah diujikan kepada siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, I. 2010. Pengembangan Bahan Ajar. Bahan Kuliah Online. Bandung: Direktori UPI.

Asmani, J.M. 2015. Tips menjadi Guru Inspiratif, Kreatif, dan Inovatif. Yogyakarta: Diva Press.

Lihawa, A. 2014. Pengembangan Bahan Ajar Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Pokok Keanekaragaman Makhluk Hidup untuk Siswa SMP/MTs Kelas VII. Skripsi. Gorontalo: Fakultas Matematika dan IPA Universitas Negeri Gorontalo.

Mulyasa. 2005. Kurikulum Berbasis Kompetensi. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

Nurhadi & Agus, G.S. 2003. Pembelajaran Kontekstual (Contextual Teaching And Learning/CTL) Dan Penerapannya Dalam KBK. Malang: Universitas Negeri Malang.

Surya, H. 2013. Cara Belajar Orang Genius. Jakarta: Percetakan PT Gramedia.

Toharudin, U., Hendrawati, S., & Rustaman, A. 2011. Membangun Literasi Sains. Bandung: Humaniora.



Perbandingan Keterampilan Metakognitif antara Siswa Berkemampuan Akademik Tinggi dan Rendah kelas XI Materi Biologi SMA di Kabupaten Malang melalui Strategi Inkuiri

Murni Sapta Sari¹, Sunarmi², Amy Tenzer³

^{1,2,3}Biology Department Faculty of Mathematics and Science Malang State University

¹e-mail: murni.sapta.fmipa@um.ac.id

ABSTRAK

Penetapan prosedur penerimaan siswa baru berbasis *Minimal Passing Level (MPL)* Ujian Akhir Nasional (UAN) untuk bisa masuk ke sekolah di SMA Kabupaten Malang. Pola penerimaan ini menyebabkan ada perbedaan sekolah kemampuan akademik tinggi, kemampuan sedang, dan akademik rendah. Pembinaan dalam proses pembelajaran menjadi hal yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, melalui strategi pembelajaran. Strategi inkuiri adalah strategi pembelajaran dapat memberdayakan keterampilan metakognitif agar membantu siswa dalam belajar dengan lebih percaya diri dan mandiri. Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri dan SMA Swasta pada semester ganjil 2015/2016. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMA di wilayah Kabupaten Malang semester ganjil tahun pelajaran 2015/2016. Sampel yang digunakan adalah siswa kelas XI-1 SMA Negeri I Kepanjen yang terdiri atas 35 siswa sebagai siswa akademik tinggi dan siswa kelas XI SMA Islam Kepanjen sebagai siswa akademik rendah yang terdiri atas 30 siswa sebagai siswa akademik rendah. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode penelitian *Quasi Experiment* dengan rancangan *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group Design*. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbandingan keterampilan metakognitif dan hasil belajar biologi, siswa berkemampuan akademik tinggi dan rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: siswa berkemampuan akademik tinggi memiliki nilai keterampilan metakognitif lebih rendah dibandingkan siswa berkemampuan akademik rendah. Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, terlihat bahwa strategi Inkuiri dapat dijadikan rujukan dalam meningkatkan keterampilan metakognitif.

Kata kunci: keterampilan metakognitif, strategi inkuiri, siswa akademik rendah dan tinggi

PENDAHULUAN

Sistem penerimaan siswa baru di sekolah termasuk pada jenjang SMA di Kabupaten Malang menerapkan pola penerimaan berbasis *Minimal Passing Level (MPL)* Ujian Akhir Nasional (UAN). Kondisi ini menyebabkan hanya calon siswa dengan nilai UAN yang melebihi batas nilai yang ditentukan yang bisa diterima pada sekolah tertentu yang dituju. Sistem penerimaan siswa baru berbasis MPL menyebabkan terjadinya polarisasi sekolah, sehingga terdapat SMA berkualifikasi tinggi, sedang, dan SMA yang berkualifikasi rendah. Sebagai upaya meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah dengan siswa berkemampuan rendah perlu dilakukan strategi pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan metakognitif. Abdallah (2015) menekankan strategi pembelajaran yang melibatkan keterampilan metakognitif memiliki pengaruh tidak hanya pada siswa untuk meningkatkan hasil belajar akademik tetapi juga meningkatkan kemampuan mengajar pada guru.

Lai (2011) menyatakan Keterampilan metakognitif adalah memonitor pengetahuan seseorang yang meliputi aktivitas perencanaan, memonitor atau menyadari pemahaman dan kinerja, serta evaluasi terhadap keakuratan strategi. Pengetahuan yang diperoleh melalui pengalaman ketika memonitor dan meregulasi kognisi memegang peranan penting dalam mengembangkan dan memperbaiki pengetahuan metakognisi. Pada gilirannya pengetahuan kognitif muncul untuk memfasilitasi kemampuan untuk meregulasi kognisi. Siswa yang memiliki keterampilan metakognitif tentunya akan cepat mengatur dirinya dalam mencapai tujuan belajar dengan merencanakan pembelajaran yang akan dilakukan, memantau keterlaksanaan pembelajaran dan mengevaluasi keterlaksanaan pembelajaran mengenai hal-hal yang masih perlu diperbaiki, dipertahankan dan ditingkatkan.

Hasil observasi dan wawancara bulan Mei 2014 melalui kegiatan MGMP Biologi diketahui secara umum pola pembelajaran yang diterapkan selama ini masih didominasi *teacher-centered* sehingga pembelajaran

menjadi kurang efektif. Pembelajaran yang dapat memberdayakan potensi siswa, seperti pemberdayaan keterampilan metakognitif belum dilaksanakan secara maksimal sehingga proses pembelajaran menjadi kurang bermakna. Siswa yang mempunyai keterampilan metakognitif yang baik dapat menjadi seorang pelajar yang sukses karena mengarah pada berpikir tingkat tinggi yang mencakup kontrol aktif terhadap proses kognitif selama belajar (Livingston, 1997). Salah satu strategi yang sesuai dengan kriteria pembelajaran *student centered* dan berpotensi memberdayakan keterampilan metakognitif adalah strategi inkuiri.

Wenning (2005) inkuiri didefinisikan oleh *National Science Education Standart* sebagai aktifitas siswa untuk membangun pengetahuan dan pemahaman terhadap ide ilmiah dan pemahaman terhadap bagaimana seorang ilmuwan mempelajari alam. Standar yang diperlukan agar siswa dapat menerapkan inkuiri adalah 1) mengidentifikasi pertanyaan dan konsep yang mengarah pada investigasi saintifik, 2) merancang dan melaksanakan investigasi saintifik, 3) menggunakan teknologi dan statistik untuk mendukung investigasi dan komunikasi 4) merumuskan dan merevisi penjelasan saintifik dengan menggunakan logika dan bukti 5) mengenali dan menganalisis perubahan model dan penjelasan yang mungkin terjadi serta 6) mengkomunikasikan dan mempertahankan argumen. Standar tersebut menyediakan panduan singkat yang berharga tentang bagaimana proses inkuiri diterapkan dalam pembelajaran.

Strategi inkuiri menekankan kepada aktivitas siswa secara maksimal untuk menempatkan siswa sebagai subjek belajar. Seluruh aktivitas yang dilakukan oleh siswa diarahkan untuk mencari dan menemukan jawaban sendiri yang sifatnya sudah pasti dari sesuatu yang dipertanyakan, sehingga diharapkan dapat menumbuhkan sikap percaya diri (Sanjaya, 2009). Dedic (2014) menambahkan melalui tahapan dalam strategi pembelajaran inkuiri yang meniru seorang ilmuwan yang sesungguhnya dalam bentuk paling sederhana dan umum, siswa akan mengkonstruksi dan mengembangkan pengetahuan mereka pada konten sains dan pada waktu yang sama akan mengembangkan keterampilan metakognitif,

Kegiatan belajar mengajar akan lebih efektif apabila dilakukan asesmen yang tepat yaitu melalui asesmen kinerja. Kabba (2008) melakukan penelitian asesmen berbasis kinerja kepada siswa untuk mendemonstrasikan proses belajar dan

pemahamannya dengan menunjukkan kinerja maupun rangkaian kinerjanya. Jenis asesmen seperti ini tepat digunakan dalam tugas berbasis proyek, berbasis masalah, inkuiri pada pembelajaran IPA. karena konsisten dengan cara siswa belajar dengan menginvestigasi soal atau masalah dengan menggunakan alat dan bahan.

METODE

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif dengan metode penelitian *Quasi Experiment* dengan rancangan *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group Design*. Populasi dalam penelitian adalah seluruh siswa SMA di wilayah Kabupaten Malang semester ganjil tahun pelajaran 2015/2016. Sampel yang digunakan adalah siswa kelas X1 SMA I Negeri Kepanjen yang terdiri atas 35 siswa sebagai siswa akademik tinggi dan siswa kelas X1 SMA Islam Kepanjen yang terdiri atas 30 siswa sebagai siswa akademik rendah. Penentuan sampel sekolah yang akan digunakan untuk penelitian adalah dengan teknik random sampling yang didasarkan pada hasil uji kesetaraan. Instrumen perlakuan penelitian ini, yaitu silabus dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKS), dan lembar keterlaksanaan sintaks Inkuiri Terbimbing. Instrumen pengukuran dalam penelitian adalah tes dan rubrik. Keterampilan metakognitif diukur dengan cara memberikan tes tertulis berupa essay yang terintegrasi dengan tes hasil belajar kognitif. Penskoran diperoleh dari rubric penskoran khusus keterampilan metakognitif yang dikembangkan oleh Corebima (2009) dan terintegrasi dengan tes tertulis. Hasil belajar kognitif diukur dari hasil pretest dan posttest yang diberikan berupa tes uraian.

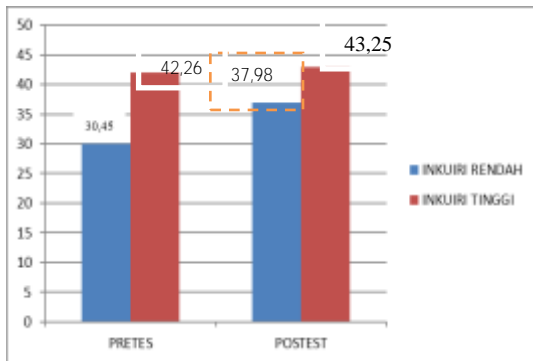
HASIL

Rata-rata skor pretest dan posttest keterampilan metakognitif siswa dari setiap perlakuan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Skor Pretest dan Posttest Keterampilan metakognitif Siswa Setiap Perlakuan

No	Perlakuan	Rata-rata ± SD		Peningkatan
		Pretest	Posttest	
1	Inkuiri-rendah	30,45 ± 7,69	37,98 ± 10,81	24,75%
2	Inkuiri-tinggi	42,26 ± 6,25	43,25 ± 6,36	2,35%

Kombinasi Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa siswa akademik rendah yang menerima pembelajaran inkuiri mengalami peningkatan skor keterampilan metakognitif sebesar 24,75%, sedangkan siswa akademik tinggi yang menerima pembelajaran inkuiri mengalami peningkatan skor keterampilan metakognitif sebesar 2,35%. Rata-rata skor pretest dan posttest ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Rata-rata Skor Pretest dan Posttest Keterampilan metakognitif Siswa

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data penelitian, diketahui bahwa interaksi model pembelajaran dan kemampuan akademik berpengaruh secara signifikan terhadap keterampilan metakognitif siswa. Hasil penelitian menunjukkan pencapaian keterampilan metakognitif siswa akademik rendah di kelas inkuiri secara signifikan memiliki pencapaian paling tinggi dari siswa lain. Hasil ini memberikan gambaran bahwa implementasi model pembelajaran inkuiri terbimbing melalui asesmen kinerja yang diterapkan pada kelompok siswa berkemampuan akademik bawah terbukti efektif untuk meningkatkan keterampilan metakognitif siswa. Sintaks pembelajaran inkuiri terbimbing menuntut kemandirian siswa lebih tinggi dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Pada penelitian ini ditunjukkan bahwa siswa berkemampuan akademik bawah memiliki kemandirian belajar lebih tinggi untuk mengerjakan tugas-tugas inkuiri yang pada gilirannya memperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok siswa berkemampuan akademik tinggi. Jika dicermati lebih mendalam sintaks pembelajaran inkuiri menuntut kemandirian siswa dimulai dari mengidentifikasi dan menetapkan ruang lingkup masalah, merancang kegiatan percobaan, mengumpulkan data, menginterpretasi data, dan mengembangkan

kesimpulan. Dengan terlatihkannya keterampilan-keterampilan tersebut berimplikasi logis pada peningkatan keterampilan metakognitif.

Metakognitif merupakan hal yang penting dalam pembelajaran dan merupakan prediktor penting dalam keberhasilan akademis. Semakin siswa (yang berasal dari segala usia dan berbagai tingkat penguasaan kompetensi) ahli dalam menerapkan pendekatan metakognitif dalam proses belajarnya, siswa akan lebih percaya diri dan semakin dekat untuk menjadi pebelajar mandiri. Secara mandiri, penemuan ini mengarahkan pada tujuan utama dari metakognitif: *ownership* (kemampuan mengatur diri sendiri). Sekali siswa dapat menyadari bahwa siswa dapat mempersuasi kebutuhan intelektualnya sendiri, siswa akan dapat menemukan banyak informasi dalam sekejap dan alat ini dibutuhkan untuk memperoleh keuntungan yang maksimal dari suatu sumber daya. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya, tugas penting dari seorang guru adalah untuk memberi pengetahuan dalam berbagai area dan model proses metakognitif. Seorang guru harus mampu menggali dan mengeksplorasi kemampuan setiap siswa di kelas dan membantu siswa mencapai potensi maksimal. Guru yang efektif harus dapat meningkatkan keterampilan metakognitif semua siswa (Coutinho, 2007).

Kegiatan belajar mengajar pada siswa dengan kemampuan akademik rendah di SMA Islam Kepanjen melalui model inkuiri terbimbing dilaksanakan dengan tahapan yang sesuai oleh guru. Houseal (2014) **menyatakan terbukti bahwa "proses pembelajaran sains tergantung pada pengetahuan guru tentang sains". Pengetahuan tentang sains itu lebih dari sekedar memahami konten sains.** Guru memahami konten dan proses yang dikaitkan dengan pengetahuan sains yang valid dan dapat divisualkan dalam pembelajaran. Oleh karena itu, guru sains harus dapat mengembangkan konten pengetahuan pedagogic dalam mengajar yang mencakup dimensi substantive dan sintaktik. Dalam rangka mengembangkan kemampuan guru dalam mengembangkan pengetahuan pedagogic, NRC menyelenggarakan program pengembangan guru secara profesional yang meliputi : (1) mengembangkan pertanyaan yang dapat dijawab, (2) berpikir saintifik, (3) menganalisis fenomena, (4) menginterpretasikan bukti, (5) memvalidasi hipotesis/ jawaban. Perilaku seperti ini adalah tipe budaya penelitian sains. Kerjasama dengan ilmuwan juga dapat membantu guru dalam memahami praktik

sains, yaitu membantu memberikan pengalaman langsung bagi guru, yang selanjutnya dapat dipraktikkan pada siswa.

Ada beberapa macam model inkuiri, dalam penelitian yang dilakukan dengan model inkuiri terbimbing karena tidak banyak membuang waktu. Sadeh & Zion (2012) menyatakan penerapan strategi pembelajaran inkuiri terbimbing mendukung dalam proses pembelajaran karena tidak banyak membuang waktu, pembelajaran diawali dengan pengajuan pertanyaan atau masalah yang akan diselidiki oleh guru dan menunjukkan materi atau bahan yang akan digunakan. Langkah selanjutnya siswa merancang dan melaksanakan prosedur penyelidikan. Siswa kemudian menarik kesimpulan dan menyusun penjelasan dari data yang dikumpulkan Dedic (2014) menambahkan melalui tahapan dalam strategi pembelajaran inkuiri yang meniru seorang ilmuwan yang sesungguhnya dalam bentuk paling sederhana dan umum, siswa mengkonstruksi dan mengembangkan pengetahuan mereka pada konten sains, dan pada waktu yang sama mengembangkan keterampilan inkuiri, memahami sifat ilmu pengetahuan dan berpikir saintifik Tetapi pandangan ilmu sebagai disiplin tersebut kenyatannya dalam proses pembelajaran dan asesmen berlawanan yang terjadi di sekolah pada umumnya akibatnya terjadi miskonsepsi pada siswa yang memandang ilmu sebagai kumpulan fakta

Seraphin (2012) menyatakan tujuan pembelajaran sains melalui strategi pembelajaran inkuiri sebagai suatu fondasi agar siswa memiliki literasi sains. Dalam pandangan ini satu komponen paling penting dari literasi sains adalah mengenal dan berperan dalam sains sebagai disiplin ilmu. Karakter dari sains termasuk kebiasaan dalam melakukan keterampilan proses, bahasa yang khusus, menumbuhkan rasa percaya diri dan jaringan komunikasi. Sains sebagai disiplin ilmu memiliki keunikan karena prosesnya sistematis dalam menemukan sains tentang alam. Siswa dengan literasi sains akan memahami sains tidak hanya berupa kumpulan fakta tetapi juga proses dinamis dalam menemukan dan mengembangkan sains meliputi kebiasaan berpikir saintifik seperti keinginan, tahu, analisis kritis, terbuka dengan banyak ide. Oleh karena itu strategi pembelajaran inkuiri adalah sesuai dengan strategi metakognitif.

Asep Sapa'at (2008) ada 4 strategi metakognitif yang dapat dikembangkan untuk melatih siswa dalam pemecahan masalah sebagai berikut: *Tahap proses*

sadar belajar, meliputi proses untuk menetapkan tujuan belajar, menentukan bagaimana kinerja terbaik siswa akan dievaluasi, mempertimbangkan tingkat motivasi belajar, menentukan tingkat kesulitan belajar siswa. *Tahap merencanakan belajar*, meliputi proses memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas belajar, merencanakan waktu belajar dalam bentuk jadwal serta menentukan skala prioritas dalam belajar, mengorganisasikan materi pelajaran *Tahap monitoring dan refleksi belajar*, meliputi proses merefleksikan proses belajar, memantau proses belajar melalui pertanyaan dan tes diri (*self-testing*).

Pembelajaran strategi metakognitif dapat dilakukan secara infusi dalam proses pembelajaran sehingga strategi metakognitif tidak menjadi materi khusus yang diajarkan. Dalam kegiatan pembelajaran dengan model inkuiri terbimbing dilakukan asesmen dengan asesmen kinerja. Marzano (1993) menyatakan, asesmen kinerja dapat memberikan suatu sarana yang efektif dalam mengukur ketrampilan yang sulit atau yang tidak dapat dilakukan *paper and pencil test*. Ketrampilan yang dapat diukur, seperti ketrampilan untuk melakukan kegiatan praktikum, berkomunikasi, memecahkan masalah, dan menggunakan keahlian untuk berpikir kritis. Menurut pendapat tersebut, maka asesmen kinerja membantu siswa melakukan metakognisi yaitu mengarahkan bagaimana cara siswa belajar. Guru sebaiknya merubah cara mengajar dengan mengubah bentuk asesmen, karena jika guru mengubah cara mengases belajar siswa, maka guru juga harus mengubah cara mengajar dan bagaimana siswa belajar (Hart, 1994). Liliarsari (2005) menambahkan, pembelajaran sains sesungguhnya mempunyai kekuatan untuk membangun kemampuan berpikir siswa. Kemampuan merumuskan pertanyaan, berpikir analitis, sintesis, kritis dan pemecahan masalah dapat dikembangkan melalui kegiatan inkuiri sains.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan pencapaian keterampilan metakognitif siswa akademik rendah di kelas inkuiri secara signifikan memiliki pencapaian paling tinggi dari siswa lain. Hasil ini memberikan gambaran bahwa implementasi model pembelajaran inkuiri terbimbing melalui asesmen kinerja yang diterapkan pada kelompok siswa berkemampuan akademik bawah terbukti efektif untuk meningkatkan keterampilan metakognitif siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdellah,R., 2015 *Metacognitive Awareness and its Relation to Academic Achievement and Teaching Performance of Pre-service Female Teachers in Ajman University in UAE* ★Procedia - Social and Behavioral Sciences Volume 174, 12 February 2015, Pages 560-567 International Conference on New Horizons in Education, INTE 2014, 25-27 June 2014, Paris, France
- Coutinho,S.A., 2007. *The relationship between goals, metacognition, and academic success* Educate~ Vol.7, No.1,
- Hart, D. 1994. *Authentic Assessment: A Handbook for Educators*. California, New York: Addison-Wesley Publishing Company.
- Houseal A.K, EL-Khalick F.A AND Destetano,2014. *Impact of a student–teacher–scientist partnership on students' and teachers' content knowledge, attitudes toward science, and pedagogical practices*.LJRST JOURNAL OF RESEARSCH IN SCIENCE TEACHING Volume 51, Issue 1Volume 51, Issue 1 January 2014
- Kabba,C., 2008. *Tips and Techniques for Creative Teaching*. Goddard College in Plainfield, Vermont, 1.
- Kanesa D. Seraphin*, Joanna Philippoff, Lauren Kaupp, Lisa M. Vallin,2012. *Metacognition as means to increase the effectiveness of inquiry-based science education*. Science Education International
- Lai, Emily R., 2011. *Metacognition: A Literature Review* [Online]. Tersedia: <http://www.pearsonassessments.com/> [28 November 2013]
- Liliasari, 2005. *Membangun Keterampilan Berpikir Manusia Indonesia Melalui Pendidikan Sains*. Pidato pengukuhan jabatan Guru Besar Tetap dalam Ilmu Pendidikan IPA FPMIPA UPI. Depdiknas : UPI.
- Livingston, J.A. 1997. *Metacognition: An Overview*. <http://www.gse.buffalo.edu/fas/shuel/cep564/metacog.htm>
- Llewellyn, D. 2013. *Teaching High School Science Through Inquiry and Argumentation* Corwin
- Marzano, R. J., 1993. *Designing a New Taxonomy of Educational Objectives*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press
- Sadeh & Zion (201 Irit Sadeh & Michal Zion,2012. *Which Type of Inquiry Project Do High School Biology Students Prefer: Open or Guided?* DOI 10.1007/s11165-011-9222-9 Related subject areas: Science Education, Inquiry Pu Sci Educ (2012) 42:831–848
- Sanjaya, W. 2009. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana
- Sapa’at, Asep. 2008. Metakognitif: Belajar Bagaimana untuk Belajar** <http://sahabatguru.wordpress.com/2008/12/11/metakognitif-belajar-bagaiman-untuk-belajar/> Diakses tanggal 20 November 2012 Vol.23, No.4, December 2012, 366-382
- Wenning J.C.,2005. *Levels of inquiry: Hierarchies of pedagogical practices and inquiry processes* (revised 2/12) Department of Physics, Illinois State University, Normal, IL 61790-4560 E-mail: wenning@phyilstu.edu J. Phys. Tchr. Educ. Online 2(3), February 2005
- Zrinka Ristić Dedić, 2014. Metacognitive Knowledge in Relation to Inquiry Skills and Knowledge Acquisition Within a Computer-Supported Inquiry Learning Environment** . Psychological Topics 23 (2014), 1, 115-141 Original scientific paper – UDC – 159.953.5.072-053.5 37.015.3

Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP di Kabupaten Pasuruan

Kasiani¹, Ibrohim², Lia Yuati³
¹²³Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang, No.5, Sumbersari, Malang, Jawa Timur
¹e-mail: kasiani161@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan berpikir kritis pada pelajaran IPA siswa SMP di Kabupaten Pasuruan. Metode penelitian menggunakan deskriptif kuantitatif. Sampel penelitian adalah 120 siswa SMPN kelas VIII dari 4 sekolah di kabupaten Pasuruan. Penelitian ini menggunakan instrumen tes uraian kemampuan berpikir kritis. Kemampuan berpikir kritis pada penelitian ini menggunakan tujuh indikator kemampuan berpikir kritis menurut Ennis. Hasil penelitian yang dianalisis dengan persentase kuantitatif menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa SMP pada pelajaran IPA masih perlu dikembangkan. Kemampuan tertinggi siswa adalah pada aspek menyimpulkan (56,4%) sedang kemampuan terendahnya ada pada aspek merumuskan masalah (23,0%). Kemampuan pada kelima indikator yang lain hampir sama dimana kemampuan memberi argumentasi 35,9%; klarifikasi 37,1%; memprediksi 34,6%; Membuat keputusan 35,9%; dan Kemampuan berpendapat 37,1 %. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis pada siswa perlu dilatihkan dengan lebih intensif.

Kata Kunci: Kemampuan berpikir kritis, Pelajaran IPA, Siswa SMP

PENDAHULUAN

Pembelajaran di abad 21 menuntut beberapa keterampilan yang harus dilatihkan pada siswa. Kemampuan yang harus dikembangkan pada abad 21 diantaranya adalah kecakapan berpikir (Thinking), kecakapan bertindak (Acting) dan kecakapan menjalani kehidupan (Living In the World) (Greenstein, 2012). Kecakapan berpikir meliputi Berpikir Kritis (Critical Thinking), Memecahkan Masalah (Problem Solving) (Agnihotri, 2015), Kreativitas (Creativity) dan Metakognisi (Metacognition) (Greenstein, 2012). Berbagai kecakapan ini harus dilatihkan melalui pengajaran yang tepat sehingga dapat mempersiapkan siswa menghadapi tantangan global (Al-khatib, 2012).

Perkembangan baru dalam dunia pembelajaran sains menekankan pada pentingnya mengembangkan kompetensi siswa agar sesuai dengan kompleksitas permasalahan dalam konteks kehidupan yang lebih luas (Bransford et al, 2000; National Research Council, 2012). Siswa dituntut terlibat aktif dalam proses berpikir kritis, mencakup mengetahui tujuan, memberi alasan dan mengarah pada higher-order thinking, sebagaimana identifikasi problem dalam konteks, mempertimbangkan pengaruh, menganalisis data dengan tepat, membuat inferensi, menyampaikan keputusan, dan mengevaluasi elemen yang relevan dalam menghadapi problem-problem yang kompleks (Paul & Elder, 2001). Apalagi IPA bukan hanya terdiri

dari penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan (Yuliaty, 2008) yang menuntut siswa memiliki kemampuan berpikir kritis dan pengalaman belajar sebagaimana para ilmuwan.

Kemampuan Berpikir kritis sangat penting bagi siswa dalam mempersiapkan kehidupannya. Kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran merupakan tujuan unifying (Ku et al, 2014) dan tujuan pokok (Hu, 2002). Kemampuan berpikir kritis akan mempersiapkan siswa agar menjadi individu pemecah masalah yang tangguh dan pembuat keputusan yang matang dan bijaksana (Kuswana, 2012). Kemampuan berpikir kritis akan membentuk siswa terampil dalam menganalisis dan memecahkan sejumlah masalah besar yang akan mereka temui dalam kehidupan sehari-hari (Agnihotri, 2015; Che, 2002). Kemampuan ini dapat mencegah orang untuk membuat keputusan yang buruk, cerdas dan berhati-hati dalam pendekatan tugas, dan dapat membantu dalam memecahkan masalah (Mc-Connell, 2005). Keterampilan ini umum dalam semua bidang (Angeli & Valanides, 2009), dan memungkinkan seorang individu untuk menggunakan langkah-langkah objektif dan terbuka terhadap ide baru (Clifford et al, 2004). Kemampuan berpikir kritis juga memungkinkan seseorang mampu memberi alasan untuk mengevaluasi opini subyektif, dan

memilih keterampilan terbaik yang sesuai dalam memecahkan masalah (Moon, 2008). Oleh karenanya merupakan hal yang penting untuk menyiapkan siswa bersikap sebagai pemikir kritis (Che, 2002).

Persiapan berpikir kritis ini hendaknya diberikan kepada siswa sejak sekolah dasar sekolah sampai perguruan tinggi (Shamir et al, 2008) sehingga dapat terlihat manfaatnya. Proses ini mencakup identifikasi masalah, mendefinisikan masalah, eksplorasi-inferensi masalah, evaluasi masalah, dan pembentukan strategi integrasi masalah (Zhu & Shen, 2006). Sedangkan Halpern menyebutkan adanya latihan memecahkan masalah, merumuskan faktor-faktor yang berpengaruh, mengkalkulasi berbagai macam kemungkinan, dan membuat keputusan (Halpern, 2013). Setiap tahap proses tersebut menggambarkan adanya pengetahuan yang telah divalidasi dalam konteks sosial yang dibangkitkan oleh interaksi dengan teman (Zhu et al, 2006).

Konsep berpikir kritis telah didefinisikan dalam banyak cara (Kim, 2014). Salah satunya menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi yaitu kemampuan berpikir secara reasonable, reflektif, memutuskan (Qing et al, 2007) apa yang harus dipercaya atau dilakukan (Halpern, 2003). Berpikir kritis juga didefinisikan sebagai hal yang mempunyai maksud tertentu, memberikan alasan dan tujuan terarah menggunakan keterampilan kognitif dan strategi (Halpern, 2007). Berpikir kritis mencakup keterampilan dan proses spesifik dalam menganalisis argumentasi yang ada, membuat inferensi, menggambarkan kesimpulan logis, dan mengevaluasi secara kritis seluruh elemen yang relevan sebagai konsekuensi yang mungkin pada masing-masing keputusan (Paul & Elder, 2004; Page, 2006). Beberapa intelek memasukkan pengkaitan berpikir kritis dengan pedagogi (Moon, 2008), dan metakognitif (Sharma & Hannafin, 2004). Berpikir kritis merupakan berpikir dinamis, reflektif, berdasar bukti (Ku et al, 2014), penggunaan keterampilan berpikir dan strategi kognitif yang mampu meningkatkan peluang mencapai tujuan (Halpern, 2003). Berpikir kritis kadang diistilahkan sebagai inkuiri kritis, problem solving, atau kehadiran kognitif (Angeli et al, 2003; Garrison et al, 2000). Hal-hal ini menuntut siswa terlibat secara aktif dalam proses pengkonsepan, penerapan, analisis, sintesis, evaluasi, dan pengkomunikasian informasi (Paul & Elder, 2001).

Definisi berpikir kritis telah dipresentasikan oleh banyak ahli. Beyer (1995) menawarkan definisi yang

paling sederhana: "Berpikir kritis berarti membuat penilaian-penilaian yang masuk akal". Beyer memandang berpikir kritis sebagai menggunakan kriteria untuk menilai kualitas sesuatu, dari kegiatan yang paling sederhana seperti kegiatan normal sehari-hari sampai konklusi. Sementara Ennis dan Norris (Nitko, 1996) membagi komponen kemampuan penguasaan pengetahuan menjadi lima keterampilan, yang selanjutnya disebut keterampilan berpikir kritis, yaitu:

- (1) Klarifikasi elementer (elementary clarification), meliputi: memfokuskan pertanyaan, menganalisis argumen, bertanya dan menjawab pertanyaan yang membutuhkan penjelasan atau tantangan.
- (2) Dukungan dasar (basic support), meliputi: mempertimbangkan kredibilitas sumber dan melakukan pertimbangan observasi.
- (3) Penarikan kesimpulan (inference), meliputi: melakukan dan mempertimbangkan deduksi, melakukan dan mempertimbangkan induksi, melakukan dan mempertimbangkan nilai keputusan.
- (4) Klarifikasi lanjut (advanced clarification), meliputi: mengidentifikasi istilah dan mempertimbangkan definisi, dan mengidentifikasi asumsi.
- (5) Strategi dan taktik (strategies and tactics), meliputi: menentukan suatu tindakan, ber-interaksi dengan orang lain.

Garrison, Anderson, dan Archer (2001) membagi empat keterampilan berpikir kritis, yaitu: (1) Trigger event (cepat tanggap terhadap peristiwa), yaitu mengidentifikasi atau mengenali suatu isu, masalah, dilema dari pengalaman seseorang, yang diucapkan instruktur, atau siswa lain, (2) Exploration (eksplorasi), memikirkan ide personal dan sosial dalam rangka membuat persiapan keputusan, (3) Integration (integrasi), yaitu mengkonstruksi maksud/arti dari gagasan, dan mengintegrasikan informasi relevan yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya, dan (4) Resolution (mengusulkan), yaitu mengusulkan solusi secara hipotetis, atau menerapkan solusi secara langsung kepada isu, dilema, atau masalah serta menguji gagasan dan hipotesis.

Facione menjelaskan bahwa masih ada beberapa rumusan keterampilan dalam berpikir kritis yang dikemukakan oleh para ahli, walaupun menggunakan istilah berbeda-beda sesuai dengan sudut pandang dan fokus perhatian yang dianutnya,

namun banyak memiliki kesamaan makna. Oleh karena itu para ahli memiliki konsensus mengenai keterampilan berpikir kritis. Dalam konsensusnya disebutkan bahwa ada enam keterampilan dalam berpikir kritis yang dianggap sebagai pusat atau inti berpikir kritis, yakni interpretasi, analisis, evaluasi, penarikan kesimpulan, eksplanasi dan pengaturan diri.

METODE

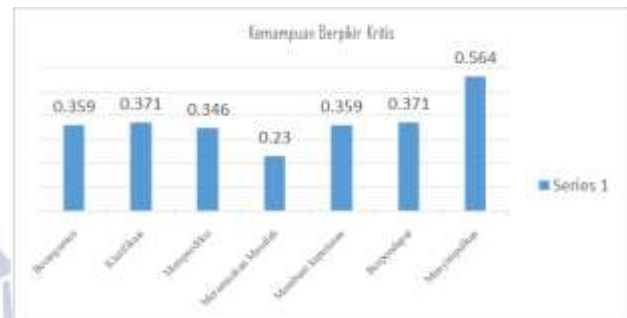
Penelitian ini merupakan penelitian survey sebagai bagian pertama dari penelitian untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran Creative Problem Solving terhadap kemampuan berpikir kritis. Metode penelitian menggunakan deskriptif kuantitatif. Sampel penelitian adalah 120 siswa SMPN kelas VIII dari 4 sekolah di kabupaten Pasuruan. Pemilihan sampel dilakukan dengan sistem acak setelah sebelumnya dilakukan stratifikasi. Hal ini ditujukan agar sampel dapat merefleksikan proporsi yang tepat dalam populasi (Fowler,2002). Akhirnya diperoleh sampel penelitian adalah SMPN 3 Tutar Satap yang mewakili kemampuan intelektual bawah, SMPN 2 Purwodadi yang mewakili kemampuan sedang rendah, SMPN 2 Wonorejo yang mewakili kemampuan sedang tinggi, dan SMPN 1 Purwosari yang mewakili kemampuan tinggi.

Instrumen penelitian dalam penelitian ini berupa tes kemampuan berpikir kritis. Tes kemampuan berpikir kritis ini berupa soal uraian tentang materi Suhu dan Kalor yang merupakan salah satu materi pada pelajaran IPA SMP kelas VII. Soal tes terdiri dari 7 soal yang mencakup 7 indikator berpikir kritis menurut Ennis yaitu (1) merumuskan masalah; (2) memberikan argumentasi; (3) memberi klarifikasi menantang; (4) membuat kesimpulan; (5) memprediksi; (6) menyampaikan pendapat secara tertulis; dan (7) membuat keputusan berdasarkan kriteria. Jadi setiap satu indikator berpikir kritis, diukur dengan satu soal uraian.

Pengambilan data yang berupa tes kemampuan berpikir kritis dilakukan pada bulan November sampai bulan Desember tahun 2016. Hasil tes siswa kemudian dikoreksi, untuk selanjutnya diberi skor. Skor masing-masing soal semua siswa dari empat sekolah kemudian dijumlahkan dan diprosentasekan dengan skor maksimal. Akhirnya dapat diperoleh kemampuan rata-rata siswa dalam berpikir kritis sesuai pada masing-masing indikator.

HASIL

Data pada penelitian ini adalah kemampuan berpikir kritis siswa pada topik Suhu dan Kalor. Kemampuan berpikir kritis pada tujuh indikator berpikir kritis menurut Ennis dapat dilihat pada Bagan 01.



Bagan 1 : kemampuan berpikir kritis siswa

Nilai persentase kemampuan berpikir kritis yang diperoleh dari perhitungan kemudian dikategorikan sesuai dengan tabel berikut ini :

Tabel 01. Kategori persentase kemampuan berpikir kritis

Presentasi	Kategori
$71,5 < X \leq 81,25$	Tinggi
$62,5 < X \leq 71,5$	Sedang
$43,75 < X \leq 62,5$	Rendah
$0 < X \leq 43,75$	Sangat Rendah

(Setiyowati, 2011)

Berdasarkan kriteria Setiyowati dalam Tabel 01, menunjukkan kemampuan berpikir kritis siswa pada aspek menyimpulkan tergolong rendah, sedang pada keenam aspek lain yaitu aspek memberi argumentasi, memprediksi, mengemukakan pendapat, memberi klarifikasi dan membuat keputusan, terkategori sangat rendah

PEMBAHASAN

Temuan penelitian ini menunjukkan kemampuan berpikir kritis siswa masih perlu dikembangkan. Kemampuan siswa dalam membuat kesimpulan merupakan kemampuan berpikir kritis tertinggi yang dimiliki siswa. Hal ini disebabkan kemampuan ini sering dilatihkan kepada siswa. Sedangkan kemampuan terendah pada membuat rumusan masalah. Hal ini disebabkan karena merumuskan masalah biasanya dilatihkan hanya ketika menggunakan strategi pembelajaran eksperimen. Pada pembelajaran yang tidak menggunakan strategi eksperimen jarang atau bahkan tidak dilatihkan sama

sekali. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sadia (2008) yang menunjukkan kemampuan berpikir Siswa SMP dan SMA masih rendah, sehingga perlu ditingkatkan.

Peningkatan keterampilan berpikir kritis, dapat dilatih secara terus menerus (Oslo, 1996). Karena hanya dengan latihan, dapat membuat keterampilan berpikir kritis menjadi suatu kebiasaan. Pembiasaan ini akan membantu siapa saja karena pada dasarnya setiap orang memiliki kemampuan untuk menjadi pemikir kritis yang handal. Kemampuan yang kurang, bukan berarti mengindikasikan ketidakmampuan. Tetapi lebih karena mereka belum mendapat kesempatan untuk belajar dan membiasakan diri untuk berpikir kritis. Berpikir kritis merupakan sebuah kebiasaan berpikir yang seharusnya ditanamkan sejak usia dini mengingat begitu pentingnya kemampuan berpikir kritis ini.

Kemampuan Berpikir kritis sangat penting bagi siswa dalam mempersiapkan kehidupannya. Kemampuan berpikir kritis akan mempersiapkan siswa agar menjadi individu pemecah masalah yang tangguh dan pembuat keputusan yang matang dan bijaksana (Kuswana, 2012). Kemampuan berpikir kritis juga akan membentuk siswa terampil dalam menganalisis dan memecahkan sejumlah masalah besar yang akan mereka temui dalam kehidupan sehari-hari (Agnihotri, 2015; Che, 2002). Kemampuan ini dapat mencegah orang untuk membuat keputusan yang buruk, cerdas dan berhati-hati dalam pendekatan tugas, dan dapat membantu dalam memecahkan masalah (Mc-Connell, 2005). Keterampilan ini umum dalam semua bidang (Angeli & Valanides, 2009), dan memungkinkan seorang individu untuk menggunakan langkah-langkah objektif dan terbuka terhadap ide baru (Clifford et al, 2004). Kemampuan berpikir kritis juga memungkinkan seseorang mampu memberi alasan untuk mengevaluasi opini subyektif, dan memilih keterampilan terbaik yang sesuai dalam memecahkan masalah (Moon, 2008).

Berpikir kritis dapat membantu seseorang memahami bagaimana ia menandang dirinya sendiri, bagaimana ia memandang dunia, dan bagaimana ia berhubungan dengan orang lain, membantu meneliti perilaku diri sendiri, dan menilai diri sendiri (Ibrahim, 2009). Berpikir kritis memungkinkan seseorang menganalisis pemikiran sendiri untuk memastikan bahwa ia telah menentukan pilihan dan menarik kesimpulan cerdas. Sedangkan orang yang tidak berpikir kritis, ia tidak dapat memutuskan untuk dirinya

sendiri apa yang harus dipikirkan, apa yang harus dipercaya, dan bagaimana harus bertindak. Karena gagal berpikir mandiri, maka ia akan meniru orang lain, mengadopsi keyakinan dan menerima kesimpulan orang lain dengan pasif (Lambertus, 2009). Oleh karenanya perlu upaya guru untuk terus melatih kemampuan berpikir kritis dengan pembelajaran yang tepat.

SIMPULAN

Kemampuan Berpikir kritis sangat penting dimiliki oleh siswa dalam mempersiapkan persaingan di era global. Berdasarkan hasil penelitian ini kemampuan berpikir siswa masih terkategori sangat rendah. Hal ini memerlukan proses latihan yang harus dilakukan secara kontinu mulai dari sekolah dasar sampai ke universitas. Guru harus mempersiapkan proses latihan ini dengan desain pembelajaran yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnihotri, A. K. 2015. Problem Solving Ability among Senior Secondary School Students of Himachal Pradesh. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2(2):511-517.
- Al-khatib, B. A. 2012. The Effect of Using Brainstorming Strategy in Developing Creative Problem Solving Skills among Female Students in Princess Alia University College. *American International Journal of Contemporary Research*, 10(2): 34-38.
- Angeli, C., Valanides, N. & Bonk, C. J. (2003). Communication in a Web-Based Conferencing System: The quality of Computer-Mediated Interaction. *Journal of Educational Technology*, 34(1):31-43.
- Beyer, B. K. 2001. What Research Says About Teaching Thinking Skills In A. Costa (Ed.), *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*, 3(4):275-284.
- Bransford, J., Brown, A. & Cocking, R. 2000. *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press.
- Che, F.S. 2002. Teaching Critical Thinking Skills in a Hong Kong Secondary School. *Asia Pacific Education Review*, 3(1):83-91.
- Clifford, J. S., Boufal, M. M. & Kurtz, J. E. 2004. Personality Traits and Critical Thinking Skills in College Students: Empirical Tests of a Two-factor Theory. *Assessment*, 11(2):169-176.

- Fowler, E.J. 2002. *Survey Research Methods (3rd ed)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Garrison, D. R., Anderson, T. & Archer, W. 2000. Critical Inquiry in a Text-based Environment: Computer Conferencing in Higher Education. *The Internet and Higher Education*, 2(3):1–19.
- Greenstein, L. 2012. *Assesing 21st Century Skill A Guide to Evaluating Mastery And Authentic Learning*. California: Corwin. A Sage Company.
- Halpern, D. F. 2003. *Thought and knowledge: An Introduction to Critical Thinking 4th ed*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hu, Q. F. 2002. Unscrambling Today's High School Education in the US (1). *Beijing Education*, 2(6):42–43.**
- Kim, K., Sharma, P., Land, S.M. & Furlong, K. P. 2013. Effects of Active Learning on Enhancing Student Critical Thinking in an Undergraduate General Science Course; *Innov High Educ*, 3(8):223–235.
- Ku, K. Y. L., Ho, I. T., Hau, K. T. & Lai, E. C. M. 2014. Integrating Direct and Inquiry-based Instruction in the Teaching of Critical Thinking: an Intervention Study. *Instr Sci*, 4(2):251–269.
- McConnell, D. A. 2005. How Students Think: Implications for Learning in Introductory Geoscience Courses. *Journal of Geoscience Education*, 53:462–470.
- Moon, J. 2008. *Critical thinking: An Exploration of Theory and Practice*. London and New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- National Research Council. 2012. *A framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Norris, S. P. 2003. *The Meaning of Critical Thinking Test Performance: The effects of Abilities and Dispositionson Scores*. Cresskill: Hampton Press.
- Paul, R. & Elder, L. 2001. *Critical thinking: Tools for Taking Charge of Your Learning and Your Life*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Paul, R. & Elder, L. 2004. *The Nature and Functions of Critical and Creative Thinking*. Dillon Beach: Foundation for Critical Thinking.
- Ibrahim. 2007. *Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa SMP dalam Matematika melalui Pendekatan Advokasi dengan Pengajaran Masalah Open-Ended*. Tesis pada PPs UPI. tidak dipublikasikan.
1. Lambertus. 2009. Pentingnya Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran *Forum Kependidikan*. 28(2).
- Olson, I. 1996. *The Arts Critical Thinking and Reform: Classroom of the Future*. The High School. Journal. 79(2). 159-163.
- Nitko, A.J. 1996. *Educational Assesment of Student*. Englewood Cliffs: Merrill Norris, S.P. & Ennis, R. 1989. *Evaluating Critical Thinking* (dalam R. J. Schwartz & D. N. Perkins (Eds), The Practitioners' Guide to Teaching Thinking Series. Pacific Grove, California: Midwest Publications.
- Ennis, R.H. 1989. *Evaluating Critical Thinking*: California: Midwest publications
- Qing, Z., Xiang, W. & Linna, Y. 2007. A Preliminary Investigation Into Critical Thinking of Urban Xi'an High School Students. *Front Educ*. 2(3):447–468.
- Sadia, I.W. 2008 . Model Pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan Kemampuan berpikir kritis (Suatu Persepsi Guru).*Jurnal Pendidikan dan Pengajaran UNDIKSHA*. 2(42).
- Setyowati, A. 2011. Implementasi Pendekatan Konflik Kognitif dalam Pembelajaran Fisika untuk Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VIII. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 7 : 89-96.
- Zhu, X. C. 2006. Importance and Strategies on Cultivating College Students Critical Thinking. *Journal of South China Normal University (Social Science Edition)*, 11(3):123–126.
- Zhu, X. L. & Shen, N. 2004. Research on the Reliabilities and Validities of Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal and California Critical Thinking Disposition Inventory. *Journal of Nursing Science (General Edition)*, 21(9):56–58.
- Zhu, X. L., Feng, W. H. & Yan, W. H. 2006. Test on Ability of Critical Thinking Ability Among College Nursing Students. *Chinese Nursing Research*, 20(1):84–86.

Penerapan *Problem Solving* melalui *Brainstorming* Berbasis *Lesson Study* untuk Meningkatkan Kecakapan Berkomunikasi Lisan Mahasiswa

Kholishotul Fuadah¹, Sri Endah Indriwati²

Program Studi Pendidikan Biologi, Pascasarjana, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5 Malang

¹ e-mail: fuadahkholishotul@gmail.com

ABSTRAK

Berkomunikasi merupakan salah satu kecakapan yang dituntut dalam abad 21, sehingga kecakapan ini perlu dilatih dalam proses pembelajaran. Hasil observasi pada mahasiswa Universitas Negeri Malang program studi pendidikan biologi angkatan 2014 mata kuliah Belajar dan Pembelajaran menunjukkan kecakapan berkomunikasi lisan mahasiswa masih rendah. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan kecakapan berkomunikasi lisan mahasiswa Universitas Negeri Malang program studi pendidikan biologi angkatan 2014 pada mata kuliah Belajar dan Pembelajaran. Jenis penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas berbasis *lesson study*. Pengumpulan data melalui observasi. Instrumen penelitian berupa lembar penilaian kecakapan berkomunikasi lisan mahasiswa, lembar keterlaksanaan sintaks pembelajaran, dan lembar keterlaksanaan kegiatan *lesson study*. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan penerapan *problem solving* melalui *brainstorming* berbasis *lesson study* dapat meningkatkan kecakapan berkomunikasi lisan mahasiswa.

Kata Kunci: *Problem solving*; *brainstorming*; *lesson study*; kecakapan berkomunikasi lisan

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan sarana untuk meningkatkan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM). Pendidik sebagai fasilitator memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas SDM tersebut (Murwani, 2006). SDM yang berkualitas dapat dilihat dari kompetensi-kompetensi yang dimilikinya. Kompetensi pada jenjang perguruan tinggi mengacu pada Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). KKNI menuntut mahasiswa memiliki kualifikasi kompetensi yang dapat menyandingkan, menyetarakan, dan mengintegrasikan antara bidang pendidikan dan bidang pelatihan kerja serta pengalaman kerja dalam rangka pemberian pengakuan kompetensi kerja sesuai dengan struktur pekerjaan di berbagai sektor (Kemendikbud, 2014).

Sektor kerja untuk mahasiswa jenjang S1 proram studi pendidikan adalah menjadi seorang pendidik dalam hal ini adalah guru. Oleh sebab itu, mahasiswa pendidikan diharapkan mampu memahami dan menerapkan kompetensi guru yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah Nomor 74 tahun 2008 antara lain kompetensi sosial, kepribadian, pedagogik, dan profesional. Keempat kompetensi tersebut tentunya dapat dicapai jika seseorang memiliki kecakapan

berkomunikasi yang baik. Hal tersebut karena tujuan pendidikan dicapai melalui proses yang komunikatif (Saputra, 2013). Kecakapan berkomunikasi menjadi salah satu kecakapan yang dituntut dalam abad 21 (Greenstein, 2012). Kecakapan berkomunikasi merupakan kecakapan seseorang dalam pengiriman informasi dan pemahaman kepada orang lain (Stremel, et al., 2002; Lunenburg, 2010). Kecakapan berkomunikasi memiliki peran penting dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi (Noviyanti, 2013). Hal tersebut menunjukkan bahwa kecakapan berkomunikasi perlu dilatih dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan selama tujuh kali pertemuan pada mahasiswa Universitas Negeri Malang program studi pendidikan biologi angkatan 2014 kelas A yang menempuh mata kuliah Belajar dan Pembelajaran, dapat diketahui bahwa kecakapan berkomunikasi mahasiswa masih rendah, terutama dari aspek expressive communication maupun receptive communication. Hal ini ditunjukkan oleh beberapa hal diantaranya sebagian besar mahasiswa tidak berani mengangkat tangan untuk menyampaikan pendapat, terbiasa menjawab secara bersama-sama saat diberi pertanyaan oleh dosen, tata

bahasa yang digunakan tidak baku, belum adanya penekanan pada kata-kata penting saat mengemukakan pendapat, tidak fokus mendengarkan instruksi dosen, dan pendapat kurang relevan dengan topik yang dibahas. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan kecakapan berkomunikasi terutama komunikasi lisan mahasiswa.

Solusi untuk mengatasi permasalahan di atas yaitu dengan menerapkan problem solving melalui brainstorming. Problem solving adalah metode yang mengajarkan penyelesaian masalah dengan memberikan penekanan pada terselesaikannya suatu masalah secara menalar (Gulo, 2004). Pembelajaran ini melatih peserta didik terampil memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Polya, 1957). Sedangkan brainstorming merupakan salah satu jenis teknik diskusi yang menuntut mahasiswa saling berbagi dan menghasilkan banyak ide (Wang, et al., 2011). Teknik ini memiliki keunggulan yaitu merangsang semua mahasiswa untuk mengemukakan pendapat, gagasan baru (Sudjana, 2001), dan mengembangkan keterampilan pemecahan masalah secara kreatif (Al-khatib, 2012; Al-Mutairi, 2015). Kekurangan problem solving yang cukup banyak menyita waktu dan membutuhkan keterlibatan dari banyak orang (Polya, 1957) dapat diatasi dengan brainstorming yang dapat mengumpulkan pendapat dalam waktu singkat dan dapat dilakukan dengan kelompok besar (Sudjana, 2001). Hasil penelitian menunjukkan bahwa problem solving melatih kecakapan berkomunikasi (Haryati, 2010) begitu pula dengan brainstorming (Septiana, 2011; Ghaemi & Hassannejad, 2015).

Penerapan problem solving melalui brainstorming dilaksanakan berbasis lesson study agar penelitian benar-benar mampu memperbaiki proses dan hasil pembelajaran (Slamet et al., 2010), sehingga permasalahan yang ditemukan yaitu rendahnya kecakapan berkomunikasi mahasiswa dapat teratasi. Lesson study merupakan kegiatan kolaborasi bersama para pendidik lainnya untuk memperbaiki pembelajaran. Tahapan ini meliputi tahap merencanakan (plan), mengamati (do), dan refleksi (see) (Lewis, 2002). Penelitian penerapan problem solving melalui brainstorming berbasis lesson study diharapkan dapat meningkatkan kecakapan berkomunikasi lisan mahasiswa Universitas Negeri Malang program studi pendidikan biologi angkatan 2014 kelas A.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun 2016/2017 terhadap 26 mahasiswa semester 5 angkatan 2014 kelas A Jurusan Biologi Universitas Negeri Malang yang menempuh mata kuliah Belajar dan Pembelajaran. Jenis penelitian adalah Penelitian Tindakan Kelas (PTK) berbasis lesson study. PTK yang dilakukan sebanyak dua siklus. Setiap satu siklus terdiri dari dua pertemuan. Tahap PTK yang dilakukan antara lain perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi. Lesson study yang dilakukan sebanyak empat kali pertemuan dengan setiap pertemuan terdiri dari tahap plan, do, dan see. Ketiga tahapan lesson study tersebut terpadu dengan tahapan PTK sebagai suatu siklus. Prosedur penelitian meliputi pengamatan proses pembelajaran untuk menemukan permasalahan, perencanaan perangkat pembelajaran, pelaksanaan pembelajaran, dan refleksi pelaksanaan pembelajaran. Pengumpulan data menggunakan teknik observasi yang dilakukan oleh 6 observer. Instrumen penelitian berupa lembar penilaian kecakapan berkomunikasi, lembar keterlaksanaan sintaks pembelajaran, dan lembar keterlaksanaan kegiatan lesson study. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif.

HASIL

Prosedur pertama PTK berbasis lesson study adalah pengamatan proses pembelajaran untuk menemukan permasalahan. Permasalahan yang ditemukan pada mahasiswa Universitas Negeri Malang program studi pendidikan biologi angkatan 2014 kelas A yang menempuh mata kuliah Belajar dan Pembelajaran adalah kecakapan berkomunikasi mahasiswa masih rendah, terutama dari aspek expressive communication maupun receptive communication. Perencanaan pembelajaran (kegiatan plan) yang dilakukan bersama-sama dengan observer meliputi memperbaiki perangkat pembelajaran yang telah dibuat dan perbaikan hal-hal teknis pelaksanaan pembelajaran yang akan dilakukan. Pelaksanaan pembelajaran (kegiatan do) dilakukan sebanyak empat kali pertemuan (dua siklus) dengan bertujuan meningkatkan kecakapan komunikasi lisan mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata kecakapan berkomunikasi mahasiswa mengalami peningkatan baik dilihat pada setiap pertemuan (Gambar 1a) maupun setiap siklus (Gambar 1b).



(a)



(b)

Gambar 1. Nilai Rata-rata Kecakapan Mahasiswa: (a) pada Setiap Pertemuan dan (b) pada Setiap Siklus

Keberhasilan upaya peningkatan kecakapan berkomunikasi tidak lepas dari bagaimana pelaksanaan proses pembelajaran dan kegiatan *lesson study* yang dilakukan. Pelaksanaan proses pembelajaran diukur menggunakan lembar keterlaksanaan sintaks pembelajaran, sedangkan pelaksanaan kegiatan *lesson study* diukur menggunakan lembar keterlaksanaan kegiatan *lesson study*. Persentase nilai keterlaksanaan sintaks pembelajaran pada pertemuan 1 ke pertemuan 2 mengalami peningkatan, sedangkan dari pertemuan 2 ke pertemuan 3 dan 4 menunjukkan nilai yang stabil (Gambar 2a). Secara umum persentase nilai keterlaksanaan sintaks pembelajaran dari siklus 1 ke siklus 2 menunjukkan adanya peningkatan (Gambar 2b)



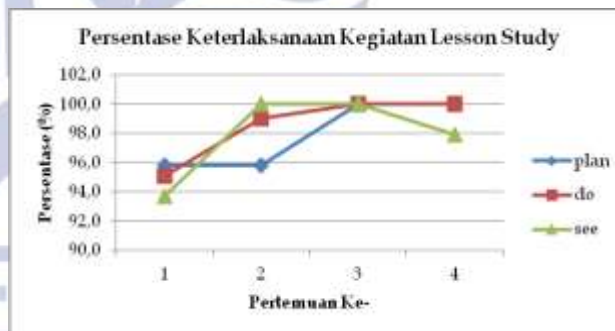
(a)



(b)

Gambar 2. Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran: (a) pada Setiap Pertemuan dan (b) pada Setiap Siklus

Persentase nilai keterlaksanaan kegiatan *plan lesson study* mengalami peningkatan dari pertemuan 2 ke pertemuan 3, sedangkan dari pertemuan 3 ke pertemuan 4 menunjukkan nilai stabil (Gambar 3). Persentase nilai keterlaksanaan kegiatan *do lesson study* mengalami peningkatan dari pertemuan 1 ke pertemuan 2 dan 3, sedangkan dari pertemuan 3 ke 4 menunjukkan nilai stabil (Gambar 3). Persentase nilai keterlaksanaan kegiatan *see lesson study* mengalami peningkatan dari pertemuan 1 ke pertemuan 2, dari pertemuan 2 ke pertemuan 3 stabil, dan dari pertemuan 3 ke pertemuan 4 menurun (Gambar 3).



Gambar 3. Keterlaksanaan Kegiatan Lesson Study

PEMBAHASAN

Peningkatan nilai rata-rata kecakapan berkomunikasi lisan mahasiswa baik pada setiap siklus maupun pertemuan menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran problem solving melalui brainstorming berbasis lesson study berhasil meningkatkan kecakapan berkomunikasi lisan mahasiswa. Hal ini dapat disebabkan kegiatan share pada model pembelajaran problem solving melatih kecakapan berkomunikasi peserta didik terutama oral activities dan listening activities (Haryati, 2010). Selain pembelajaran dengan model problem solving, pembelajaran dengan brainstorming juga dapat

meningkatkan kecakapan berkomunikasi (Septiana, 2011). Kelebihan brainstorming ini memungkinkan semua mahasiswa mendapat kesempatan mengemukakan pendapat dan memperoleh jawaban atau pendapat melalui reaksi berantai (Sudjana, 2001). Oleh sebab itu, penerapan problem solving melalui brainstorming tepat dalam meningkatkan kecakapan berkomunikasi lisan mahasiswa.

Keberhasilan peningkatan nilai kecakapan berkomunikasi tidak lepas dari pelaksanaan proses pembelajaran yang dilakukan dengan baik. Persentase nilai keterlaksanaan sintaks pembelajaran pada pertemuan pertama belum mencapai 100%. Hal ini disebabkan pada pertemuan tersebut masih ada satu sintaks kegiatan pembelajaran yang belum dilaksanakan dengan baik oleh dosen model, yaitu belum menyampaikan peraturan dengan rinci selama kegiatan pembelajaran sehingga kelas sedikit gaduh. Namun, secara umum persentase nilai keterlaksanaan sintaks pembelajaran dari siklus 1 ke siklus 2 menunjukkan adanya peningkatan.

Selain proses pembelajaran yang baik, pelaksanaan kegiatan lesson study juga mempengaruhi keberhasilan penelitian. Persentase nilai keterlaksanaan kegiatan plan dan do pada pertemuan pertama dan kedua belum mencapai 100% karena diskusi dengan observer mengenai perencanaan alokasi waktu untuk setiap sintaks pembelajaran kurang optimal. Alokasi waktu untuk mahasiswa mengerjakan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) terlalu lama sedangkan untuk kegiatan diskusi curah pendapat terlalu sedikit. Hal ini menyebabkan masih ada beberapa mahasiswa yang belum paham materi sehingga dosen model harus mengulang penjelasan yang menyebabkan proses kegiatan belajar mengajar melebihi waktu yang ditentukan. Pada pertemuan ketiga dan keempat, kegiatan plan dan do berjalan optimal sehingga persentase keterlaksanaannya mencapai 100%. Persentase nilai keterlaksanaan kegiatan see pada pertemuan pertama belum mencapai 100% karena kegiatan see belum dilaksanakan secara optimal. Hal ini disebabkan moderator kegiatan see belum luwes dalam mengatur jalannya diskusi. Namun pada pertemuan kedua dan ketiga hal tersebut telah diperbaiki sehingga mengalami peningkatan persentase nilai keterlaksanaan (mencapai 100%). Kegiatan see pada pertemuan terakhir mengalami penurunan persentase nilai keterlaksanaan karena kegiatan ini tidak dilaksanakan segera setelah kegiatan do. Hal ini dikarenakan waktu yang tidak

memungkinkan untuk melaksanakan kegiatan see saat itu juga sehingga harus mundur dalam beberapa hari.

Secara umum, baik persentase sintaks pembelajaran maupun lesson study yang telah dilaksanakan mengalami peningkatan persentase keterlaksanaan. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kualitas kegiatan lesson study yang dilakukan oleh tim lesson study dan kualitas dosen model dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran. Peningkatan kualitas tersebut disebabkan adanya kegiatan see (refleksi) yang dilakukan bersama tim segera setelah kegiatan do dilaksanakan. Melalui kegiatan see ini, dosen model dapat mengetahui kekurangan selama kegiatan pembelajaran sehingga dapat memperbaikinya pada pertemuan-pertemuan selanjutnya. Oleh sebab itu tahapan dalam PTK maupun lesson study dapat menumbuhkan kompetensi pedagogik (Cerbin & Kopp, 2006; Listyani et al., 2008) dan profesional (Halvorsen et al., 2013). Rata-rata persentase nilai keterlaksanaan sintaks pembelajaran yang telah dilakukan sebesar 99,4% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Begitu pula dengan rata-rata persentase nilai keterlaksanaan kegiatan plan yang telah dilakukan sebesar 97,9%, kegiatan do sebesar 98,5%, dan kegiatan see sebesar 97,9% sehingga termasuk dalam kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar keterlaksanaan sintaks pembelajaran dan kegiatan lesson study yang dilakukan telah terlaksana dengan baik. Oleh sebab itu penerapan problem solving melalui brainstorming yang dilaksanakan dapat meningkatkan kecakapan berkomunikasi lisan mahasiswa.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan problem solving melalui brainstorming berbasis lesson study dapat meningkatkan kecakapan berkomunikasi lisan mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-khatib BA, 2012. The Effect of Using Brainstorming Strategy in Developing Creative Problem Solving Skills among Female Students in Princess Alia University College. *American International Journal of Contemporary Research Vol. 2 (10): 29-38.*
- Al-Mutairi ANM, 2015. The Effect of Using Brainstorming Strategy in Developing Creative Problem Solving Skills among male Students in Kuwait: A Field Study on Saud Al-Kharji School in

- Kuwait City. *Journal of Education and Practice* Vol. 6 (3): 136-146.
- Cerbin W and Kopp B, 2006. Lesson Study as a Model for Building Pedagogical Knowledge and Improving Teaching. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education* Vol. 18 (3): 250-257.
- Ghaemi F and Hassannejad E, 2015. Developing EFL Students' Speaking: Brainstorming vs. Role-play. *International Journal of Language Learning and Applied Linguistics World* Vol. 8 (4): 211-221.
- Greenstein L, 2012. *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. California: Corwin, A Sage Company.
- Gulo W, 2004. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: PT Grasindo.
- Halvorsen, Lise A, and Lund AK, 2013. Lesson Study and History Education, The Social Studies. *Routledge* Vol. 104 (3): 123-129.
- Haryati. 2010. Penerapan Model Pembelajaran Problem Solving Sebagai Upaya Untuk Meningkatkan Keaktifan dan Prestasi Belajar Siswa Kelas VII Mata Pelajaran IPS Terpadu SMP Negeri 2 Jatiyoso Tahun Ajaran 2009/2010. *Skripsi*. Dipublikasikan. Diakses melalui <http://eprints.uns.ac.id/4998/1/170920112201011321.pdf> pada 3 Februari 2017.
- Kemendikbud, 2014. *Panduan Penyusunan Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi*. Jakarta: Kemendikbud.
- Lewis, 2002. Does Lesson Study Have a Future in United State?. *Nagayo Journal of Education and Human Development* Vol. (1): 1-23.
- Listyani E, Widjajanti DB, Susanti M, Arliani E, and Hidayati K, 2008. Development of Mathematics **High School Teachers' Competency** Through Lesson Study (A Case Study In Yogyakarta, Indonesia). *Paper presented on International Conference On Lesson Study, Faculty of Mathematics and Science Education Indonesia University of Education*, July 31 – August 01.
- Lunenburg FC, 2010. Communication: The Process, Barriers, And Improving Effectiveness. *Schooling* Vol. 1(1): 1-11.
- Murwani ED, 2006. Peran Guru dalam Membangun Kesadaran Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Penabur* Vol. 6: 59-68.
- Noviyanti M, 2013. Pengaruh Motivasi dan Keterampilan Berkomunikasi Terhadap Prestasi Belajar Mahasiswa Pada Tutorial Online Berbasis Pendekatan Kontekstual Pada Matakuliah Statistika Pendidikan. *Jurnal Pendidikan* vol 12 (2): 80-88.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2008 Tentang Guru. Jakarta: Presiden Republik Indonesia.
- Polya G, 1957. *How to solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- Saputra H, 2013. Studi Tentang Kemampuan Berkomunikasi Guru dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Pada Kegiatan Belajar Mengajar Di SDN 017 Kota Samarinda. *eJournal Ilmu Komunikasi* Vol. 1 (1): 290-300.
- Septiana, L. 2011. Penerapan Teknik Brainstorming untuk Meningkatkan Keterampilan Berbicara Bahasa Arab Siswa Kelas X Madrasah Aliyah Negeri 1 Malang. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Slamet, Subad T, Utama, dan Khotimah RP, 2010. Peningkatan Kompetensi Guru Sekolah Dasar Melalui Lesson Study. *Jurnal Warta* Vol. 13(1): 55-64.
- Stremel KS, Bixer B, Morgan S, and Layton K, 2002. *Communication Fact Sheets for Parents*. Monmouth: The National Technical Assistance Consortium for Children and Young Adults Who Are Deaf-Blind (NTAC).
- Sudjana. 2001. *Metode dan Teknik Pembelajaran Parsipatif*. Bandung: Falah Production.
- Wang HC, Fussell SR, and Cosley D, 2011. From Diversity to Creativity: Stimulating Group Brainstorming with Cultural Differences and Conversationally-Retrieved Pictures. *Proceedings of the ACM 2011 conference on Computer supported cooperative work*: 265-274.

Kepraktisan Preparat Pewarnaan Gram Bakteri dan LKS pada Konsep Archaeobacteria dan Eubacteria Kelas X SMA

Tita Fitriana Sukmawati¹, Novita Kartika Indah², Guntur Trimulyono³

¹²³Jurusan Biologi FMIPA Unesa

Gedung C3 Lt. 2 Jalan Ketintang Surabaya 60231, Indonesia

¹e-mail: titafitriana@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kepraktisan media dan LKS berdasarkan penggunaan media dan LKS serta sikap siswa. Kepraktisan media preparat pewarnaan Gram bakteri dan LKS berdasarkan pengamatan penggunaan media tersebut. Media dan LKS diujicobakan secara terbatas kepada 15 siswa kelas X MIA-1 SMA Shafta Surabaya pada tanggal 7 Juni 2016. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan oleh tiga pengamat mengenai penggunaan media dan LKS oleh siswa selama proses pembelajaran bahwa secara keseluruhan siswa telah membaca tujuan pembelajaran, membaca petunjuk, membaca ringkasan materi, melakukan kegiatan mengamati namun terdapat satu siswa yang tidak mengamati atau membaca artikel, seluruh siswa melakukan kegiatan menanya, melakukan kegiatan mencoba, melakukan kegiatan mengasosiasikan, dan melakukan kegiatan mengkomunikasikan. Hasil persentase pengamatan penggunaan media dan LKS oleh siswa sebesar 99,26% dengan kategori sangat baik. Selama mengikuti pembelajaran menggunakan media dan LKS yang dikembangkan diperoleh hasil bahwa seluruh siswa telah menunjukkan sikap kekaguman, teliti, bekerjasama, dan proaktif baik. Sebanyak 75% siswa telah menunjukkan sikap kekaguman. Sikap teliti dan bekerjasama siswa selama pembelajaran menggunakan media preparat pewarnaan Gram bakteri dan LKS sebesar 80% dan sebanyak 78,33% siswa telah menunjukkan sikap proaktif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kepraktisan media preparat pewarnaan Gram dan LKS dinyatakan sangat baik berdasarkan penggunaan media dan LKS oleh siswa (persentase 99,26%) dan baik berdasarkan sikap siswa. Seluruh siswa menunjukkan sikap kekaguman, teliti, bekerjasama, dan proaktif selama pembelajaran dengan persentase lebih dari 70%.

Kata kunci: kepraktisan, preparat pewarnaan Gram bakteri, lembar kerja siswa, biologi kelas X.

PENDAHULUAN

Fokus pada implementasi kurikulum 2013 pada **KD 3.5 siswa diharapkan mampu "Menganalisis struktur dan cara hidup bakteri serta perannya dalam berbagai aspek kehidupan masyarakat"**. Kemudian penjelasan pada **KD 4.5 siswa diharapkan mampu," Menyajikan data tentang ciri-ciri dan peran bakteri dalam kehidupan berdasarkan hasil studi literatur dalam bentuk laporan tertulis.** Penerapan KD 3.5 dan 4.5 di kelas diperinci pada penjelasan pembelajaran yaitu siswa melakukan aktivitas 5M (mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan). Siswa diharapkan mampu melakukan pengamatan koloni bakteri dan sel bakteri dengan *pour plate*, *streak plate*, dan pengecatan Gram. Perlunya media pembelajaran yang mampu memfasilitasi kedua KD tersebut sehingga siswa mampu dalam segi pengetahuan dan keterampilan.

Uraian materi pada KD 3.5 dan 4.5 mengenai konsep Archaeobacteria dan Eubacteria, ciri, karakter, dan peranannya dan termasuk klasifikasinya dapat

merujuk dari beberapa referensi diantaranya, menurut Madigan, dkk., (2009), bahwa bakteri dikelompokkan ke dalam dua domain yaitu Archaea dan Bacteria bisa juga disebut Eubacteria. *Archaea* terbagi menjadi dua filum yaitu *Euryarchaeota* dan *Crenarchaeota*. Selanjutnya, mengenai bakteri berdasarkan klasifikasi Bergey's dalam Holt, John G, dkk., (1994) menjelaskan bahwa sistem klasifikasi fenotipik berdasarkan pewarnaan Gram dan morfologi (struktur dinding sel), bakteri dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu bakteri Gram positif (*coccus* dan batang) serta Gram negatif (*coccus* dan batang).

Penerapan KD 3.5 dan 4.5 pada saat pembelajaran, guru perlu menghadirkan media yang tepat sehingga siswa dapat memahami serta mendukung kegiatan 5 M. Menurut Sudjana dan Rivai (2011), bahwa manfaat media pengajaran yaitu pengajaran akan lebih menarik perhatian siswa dan meningkatkan motivasi belajar siswa, bahan pengajaran menjadi lebih bermakna dan memungkinkan siswa menguasai tujuan pembelajaran,

metode pengajaran lebih bervariasi, sehingga siswa tidak mudah bosan dan mengefisienkan pembelajaran, siswa lebih aktif dalam melakukan 5 M tidak hanya mendengarkan uraian guru. Beberapa kendala terutama dalam kegiatan pembelajaran untuk KD 3.5 dan 4.5 pada kegiatan pembelajaran berdasarkan observasi pada SMA Shafta Surabaya bahwa pengamatan koloni bakteri dan sel bakteri dengan *pour plate*, *streak plate*, dan pewarnaan Gram yang kurang optimal. Guru hanya memanfaatkan media gambar, slide, buku ajar serta penjelasan verbal. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan alat dan fasilitas laboratorium untuk melakukan *pour plate*, *streak plate*, serta pewarnaan Gram bakteri. Selain itu, keterbatasan waktu dalam melakukan praktikum tersebut.

Berdasarkan hal tersebut dapat dihadirkan solusi untuk mengatasi kendala tersebut yaitu menyediakan kepraktisan media pembelajaran yang sangat baik yaitu media preparat pewarnaan Gram bakteri dan LKS yang dapat mendukung konsep Archaeobacteria dan Eubacteria, ciri, karakter, dan peranannya. Menurut Prastowo (2015), LKS merupakan bahan ajar cetak berupa lembar-lembar kertas yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk-petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan oleh peserta didik, yang mengacu pada kompetensi dasar yang harus dicapai. Penggunaan LKS yang tepat, bertujuan agar siswa dapat menyelesaikan tugas berdasarkan informasi pendukung dan laporan yang harus dikerjakan. Preparat pewarnaan Gram bakteri merupakan preparat awetan permanen yang berasal dari kultur murni bakteri dan diambil dari beberapa media hidup bakteri di alam bebas kemudian diisolasi, selanjutnya dilakukan pewarnaan Gram.

Oleh karena itu, guru membutuhkan media pembelajaran yang mampu mengakomodasi respon siswa dan melatih keterampilan proses. Penggunaan media preparat pewarnaan Gram permanen dapat mengakomodasi pengamatan gambar mikroskop berbagai bentuk bakteri secara nyata dan alami, selain itu bakteri dari kultur murni dan diperoleh dari sampel isolat di lingkungan sekitar siswa sehari-hari (eksplorasi). Preparat pewarnaan Gram mempermudah siswa dalam memvisualkan dan mengenali morfologi bakteri lebih mendetail. Penjelasan mengenai penggunaan preparat pewarnaan Gram bakteri diperjelas oleh Caprette (2000), bahwa metode pewarnaan Gram yang digunakan yaitu dengan membunuh bakteri, bertujuan mengurangi risiko infeksi oleh organisme patogen.

Teknik pewarnaan Gram yang tersedia memungkinkan siswa mampu membedakan jenis Gram bakteri serta mencapai indikator pengetahuan (KI-3) dan keterampilan (KI-4). Preparat yang dikembangkan berfokus pada pewarnaan Gram kelompok Eubacteria saja, dikarenakan pewarnaan Gram tidak digunakan untuk mengklasifikasikan *Archaea*, karena dalam pewarnaan ini mikroorganisme tersebut memberikan respon yang sangat variabel (Rao, 2007). Pengembangan LKS dan preparat pewarnaan Gram bakteri ini diharapkan mampu memfasilitasi siswa untuk saling mendukung ketercapaian KD 3.5 dan 4.5.

Kelebihan lainnya yaitu siswa memiliki pengalaman belajar secara langsung melalui pengamatan yang nantinya digunakan untuk mengklasifikasikan bakteri, media dapat digunakan berkali-kali dalam jangka waktu panjang, serta siswa mampu menggunakan preparat pewarnaan Gram bakteri dengan mudah dan aman. Selain itu, menurut Kardi dan Budipramana (1992), bahwa preparat pewarnaan Gram bakteri yang bersifat permanen akan tetap jelas terlihat perbedaan antara bakteri Gram positif dan Gram negatif berdasarkan pewarnaan Gram yang diberikan saat proses pembuatannya. Adanya LKS bertujuan mengarahkan serta membimbing siswa melakukan 5M pada konsep Archaeobacteria dan Eubacteria, ciri, karakter, dan peranannya.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah perlunya mengembangkan yang dapat menghasilkan dan mendeskripsikan kepraktisan preparat pewarnaan Gram bakteri dan LKS berdasarkan pengamatan penggunaan preparat dan LKS. Dengan adanya penelitian ini diharapkan membawa manfaat bagi siswa yaitu, tersedianya sumber belajar yang menarik, kontekstual, tidak patogen dan secara sistematis mudah dipahami. Selanjutnya bagi guru dan sekolah adalah meningkatkan kompetensi guru dalam melakukan proses pembelajaran dengan mengoptimalkan penggunaan media serta tersedianya sarana atau media pembelajaran untuk praktikum pada konsep Archaeobacteria dan Eubacteria, ciri, karakter, dan peranannya yang dapat digunakan secara berulang dan aman.

METODE

Penelitian kepraktisan preparat pewarnaan Gram dan LKS ini mengacu pada metode pengamatan atau observasi penggunaan media. Instrumen yang digunakan untuk mengambil dan mengumpulkan data adalah lembar pengamatan sikap siswa. Sasaran

penelitian ini adalah media preparat pewarnaan Gram bakteri yaitu preparat permanen pewarnaan bakteri yang diperoleh dari kultur murni bakteri *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Eschericia coli* dan *Staphylococcus aureus*, serta berasal dari isolat sampel air selokan, akar tanaman padi, dan usus ikan. LKS 1 dan 2 untuk konsep Archaeobacteria dan Eubacteria, ciri, karakter, dan peranannya yang akan diberikan pada siswa kelas X SMA. Media dan LKS ini diujicobakan secara terbatas di SMA Shafta Surabaya pada 7 Juni 2016 kepada siswa kelas X peminatan Matematika dan Ilmu Alam berjumlah 15 orang yang heterogen. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar pengamatan penggunaan media dan LKS serta lembar pengamatan sikap. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode observasi. Berdasarkan kriteria interpretasi skor, bahwa dinyatakan kepraktisan baik berdasarkan pengamatan aktivitas siswa selama penggunaan preparat dan LKS jika memperoleh **persentase sebesar $\geq 61\%$ dan siswa menunjukkan sikap mengagumi ciptaan Tuhan, teliti, kerjasama, dan proaktif dengan kategori baik dan sangat baik $\geq 61\%$.**

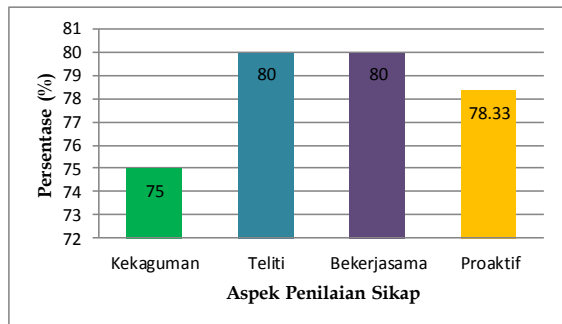
HASIL

Data yang diperoleh dari penelitian ini yaitu data kepraktisan preparat pewarnaan Gram dan LKS berdasarkan pengamatan penggunaan produk tersebut. Data aktivitas siswa berupa respons siswa terhadap penggunaan preparat dan LKS (Tabel 1) serta hasil pengamatan sikap siswa (Gambar 1).

Tabel 1. Respons siswa terhadap penggunaan preparat dan LKS

No.	Aspek pengamatan	Jumlah siswa yang melakukan aktivitas sesuai aspek	Persentase keaktifan siswa dan kategori
1	Siswa membaca tujuan pembelajaran	15	100 sangat baik
2	Siswa membaca petunjuk LKS	15	100 sangat baik
3	Siswa membaca materi	15	100 sangat baik
4	Siswa melakukan kegiatan mengamati dengan cara membaca artikel dengan cermat.	14	93.33 sangat baik
5	Siswa melakukan kegiatan menanya dengan cara menuliskan pertanyaan dugaan dari artikel yang telah dibaca. Siswa melakukan kegiatan mencoba sesuai petunjuk pengamatan dengan teliti, bekerja sama, dan proaktif,	15	100 sangat baik
6	Siswa melakukan kegiatan mencoba sesuai petunjuk pengamatan dengan teliti, bekerjasama, dan proaktif, meliputi: Mengamati dan mengidentifikasi reaksi gram bakteri. Menuliskan hasil pengamatan pada tabel hasil pengamatan.	15	100 sangat baik
7	Siswa melakukan kegiatan mengasosiasikan dengan cara menjawab pertanyaan yang menuntun siswa menemukan ciri-ciri, peran, dan pendapat tentang keagungan Tuhan menciptakan berbagai jenis bakteri.	15	100 sangat baik
8	Siswa melakukan kegiatan mengkomunikasikan secara tertulis.	15	100 sangat baik
Persentase keaktifan siswa selama proses pembelajaran			99.26 sangat baik

Berikut merupakan hasil pengamatan sikap siswa yang ditunjukkan pada Gambar 1. Selama mengikuti pembelajaran menggunakan preparat dan LKS yang dikembangkan diperoleh hasil bahwa seluruh siswa telah menunjukkan sikap kekaguman, teliti, bekerjasama, dan proaktif baik.



Gambar 1. Persentase Hasil Pengamatan Sikap Siswa dengan Kategori Baik

PEMBAHASAN

Perolehan hasil pengamatan penggunaan preparat dan LKS antara lain, data pengamatan sikap terhadap penggunaan media preparat pewarnaan Gram bakteri dan LKS. Selama proses pembelajaran, siswa diamati oleh 3 pengamat. Pengamatan penggunaan media dan LKS meliputi kegiatan membaca tujuan pembelajaran, membaca petunjuk, membaca ringkasan materi, kegiatan mengamati, kegiatan menanya, kegiatan mencoba, kegiatan mengasosiasikan, dan kegiatan mengkomunikasikan (Tabel 1).

Akker *et al.* (1999) mengemukakan bahwa kepraktisan dapat dinyatakan dengan tingkatan bahwa produk yang dihasilkan dapat digunakan dengan baik dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil pengamatan mengenai penggunaan media dan LKS oleh siswa selama proses pembelajaran bahwa secara keseluruhan siswa telah membaca tujuan pembelajaran, membaca petunjuk, membaca ringkasan materi, melakukan kegiatan mengamati namun terdapat satu siswa yang tidak mengamati atau membaca artikel, seluruh siswa melakukan kegiatan menanya, melakukan kegiatan mencoba, melakukan kegiatan mengasosiasikan, dan melakukan kegiatan mengkomunikasikan. Hasil persentase pengamatan penggunaan media dan LKS oleh siswa sebesar 99,26% dengan kategori sangat baik. Selama mengikuti pembelajaran menggunakan media dan LKS yang dikembangkan diperoleh hasil bahwa seluruh siswa telah menunjukkan sikap kekaguman, teliti, bekerjasama, dan proaktif baik.

Sebanyak 75% siswa telah menunjukkan sikap kekaguman. Sikap teliti dan bekerjasama siswa selama pembelajaran menggunakan media preparat pewarnaan Gram bakteri dan LKS sebesar 80% dan sebanyak 78,33% siswa telah menunjukkan sikap proaktif (Gambar 1).

Kepraktisan media dan LKS dinilai berdasarkan penggunaan media dan LKS oleh siswa dan sikap siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Berdasarkan pengamatan tiga pengamat diperoleh hasil bahwa sebagian besar siswa telah melakukan kegiatan yang tercantum pada LKS, yaitu membaca tujuan pembelajaran, membaca petunjuk, membaca ringkasan materi, menuliskan pertanyaan, mengamati media preparat pewarnaan Gram bakteri, menuliskan hasil pengamatan, mengasosiasikan, dan mengkomunikasikan meskipun terdapat satu siswa yang tidak melakukan kegiatan mengamati dengan cara membaca artikel dengan cermat. Dengan demikian, penggunaan media preparat pewarnaan Gram bakteri yang dipandu dengan LKS *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* 1 dan 2 dapat diaplikasikan dengan sangat baik oleh siswa yaitu memperoleh persentase 99,26%. Hal tersebut menunjukkan peran pemilihan dan penggunaan media pembelajaran yang tepat. Menurut Prastowo (2015), menjelaskan bahwa LKS berfungsi sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik namun lebih mengaktifkan siswa, mempermudah siswa dalam memahami materi, ringkas dan beberapa tugas untuk berlatih, serta memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada siswa. Berdasarkan pengamatan para pengamat mengenai sikap selama proses pembelajaran, diketahui bahwa seluruh siswa telah menunjukkan sikap teliti dan kerjasama, sedangkan sikap yang masih kurang ditunjukkan siswa adalah sikap kekaguman yaitu 75% dan proaktif yaitu sebanyak 78,33%. Sikap kekaguman ditunjukkan dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan mengenai ciptaan-Nya (*Archaeobacteria* dan *Eubacteria*), menunjukkan raut muka kagum dalam mempelajari penciptaan bakteri, dan menjaga dengan sebaik-baiknya (tidak merusak media preparat pewarnaan Gram bakteri). Beberapa siswa tidak terbiasa menunjukkan raut muka kagum terhadap penciptaan bakteri. Namun, secara keseluruhan siswa bersikap baik dalam menunjukkan sikap kekaguman terhadap ciptaan Tuhan. Sikap proaktif ditunjukkan dengan berperan aktif melakukan pengamatan, tidak menyalahkan keadaan ataupun kondisi lingkungan jika seandainya ada yang tidak sesuai dengan

keinginannya, serta memberikan banyak kontribusi inisiatif seperti ide dan gagasan solutif dalam berdiskusi kelompok. Pada pengamatan saat pembelajaran beberapa siswa mendapat penilaian cukup baik dalam bersikap proaktif. Berdasarkan pengamat, pada kelompok 3 dan 5 yaitu setelah pembagian jobdesc/tugas pengerjaan LKS hanya beberapa siswa saja yang menunjukkan proaktif (komunikasi dua arah saja) anggota kelompok jarang saling berdiskusi.

Sikap teliti dan kerjasama memperoleh presentase yang sama yaitu 80%. Sikap teliti ditunjukkan dengan melakukan semua kegiatan sesuai petunjuk dan instruksi yang diberikan, tidak ceroboh saat pengamatan dan mengerjakan LKS, melakukan pengamatan, mencatat data, dan mendeskripsikan hasil pengamatan secara seksama dan sistematis. Berdasarkan pengamat, secara keseluruhan siswa antusias dalam melakukan pengamatan menggunakan mikroskop dan mengerjakan LKS 1 dan 2 dengan baik. Beberapa siswa memerlukan usaha yang lebih untuk terampil dalam melakukan pengamatan preparat menggunakan mikroskop cahaya. Sedangkan sikap bekerjasama ditunjukkan dengan adanya pembagian tugas dalam kelompok, setiap anggota saling membantu dalam menyelesaikan masalah, tidak menunjukkan adanya konflik antar anggota yang mengganggu pembelajaran selama melakukan kegiatan. Menurut pengamatan, setiap kelompok memiliki manajemen tersendiri dalam pengerjaan LKS seperti pembagian tugas kelompok dan pengaturan waktu. Secara keseluruhan siswa baik dalam bekerjasama antar anggota kelompok. beberapa bentuk proaktif siswa ditunjukkan dengan memberi saran untuk menambah waktu pengerjaan LKS dikarenakan banyak soal dan deskripsi pengamatan yang harus dikerjakan. Oleh karena itu, guru harus mengontrol dan memastikan siswa mengetahui alokasi waktu yang sudah tercantum pada LKS agar siswa dapat memanfaatkan waktu dengan baik dalam mengerjakan LKS 1 dan 2.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kepraktisan media pembelajaran ini diperoleh simpulan bahwa kepraktisan preparat pewarnaan Gram dan LKS

dinyatakan sangat baik berdasarkan penggunaan media dan LKS oleh siswa (persentase 99,26%) dan baik berdasarkan sikap siswa. Seluruh siswa yang menunjukkan sikap kekaguman, teliti, bekerjasama, dan proaktif selama pembelajaran lebih dari 70%.

DAFTAR PUSTAKA

- Akker, J., Branch, R.M., Gustafson, K., Nieveen, N., dan Plomp, T. 1999. *Design Approaches and Tools in Education and Training*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Caprette, D. R. 2000. Laboratory Studies in Applied Microbiology. Diakses melalui <http://www.ruf.rice.edu/~bioslabs/bios318/staining.html> pada 30 Juli 2015.
- Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T., & Williams, S. T. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Ninth Edition. Baltimore USA: Williams & Wilkins.
- Kardi, S & Budipramana, L.S. 1992. *Mikroteknik dan Pembuatan Peraga Biologi*. Surabaya: University Press IKIP Surabaya.
- Kemendikbud, 2013. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 81A, tentang Implementasi Kurikulum Pedoman Umum Pembelajaran. Jakarta.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Dunlap, P. V., Clark & David P. 2009. *Biology of Microorganisms*. Twelfth Edition. San Fransisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Prastowo, A. 2015. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Cetakan VIII. Jogjakarta: DIVA Press.
- Rao, S. 2007. **Gram's Staining**. Dept of Microbiology JJMC, Davangere. Diakses melalui. www.Microrao.com pada 15 Desember 2015.
- Riduwan. 2013. *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Smaldino, Sharon E., Lowther, Deborah L., dan Russell, James D. 2011. *Instructional Technology and Media for Learning: Teknologi Pembelajaran dan Media untuk Belajar*. (Edisi Kesembilan). Jakarta: Kencana Prenadamedia Group.
- Sudjana, N dan Rivai, A. 2011. *Media Pengajaran*. Cetakan X. Bandung: Sinar Baru Algesindo.

Peningkatan Hasil Belajar dan Literasi Sains melalui Penerapan Pendekatan Saintifik Berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) Materi Pencemaran Lingkungan Siswa Kelas VII A SMP Negeri 1 Ngoro Mojokerto

Khusnul Mudawamah
SMP Negeri 1 Ngoro Mojokerto
E-mail: khusnulmudawamah@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar dan literasi sains siswa kelas VII A SMP Negeri 1 Ngoro Mojokerto melalui penerapan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues* materi pencemaran lingkungan. *Socio-scientific Issues* adalah isu-isu sosial yang berhubungan dengan sains. Jenis penelitian ini adalah Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang terdiri dari dua siklus. Siklus 1 terdiri dari perencanaan, tindakan, observasi, refleksi, dan revisi. Hasil dari refleksi pada siklus 1 dianalisis dan selanjutnya diadakan revisi sebagai tindak lanjut untuk diadakan penyempurnaan pada siklus 2. Hasil penelitian menunjukkan adanya kenaikan secara signifikan hasil belajar siswa pada siklus 1 rata-rata 67, pada siklus 2 rata-rata 83. Hasil keterampilan proses sains siswa pada siklus 1 rata-rata 75,39, sedangkan pada siklus 2 rata-rata 93,15. Literasi sains siswa juga mengalami peningkatan level. Persentase keterlaksanaan RPP pada siklus 1 96%, sedangkan pada siklus 2, 97%, aktivitas siswa aktif dalam pembelajaran, respon siswa positif terhadap pembelajaran dengan menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*. Penerapan pendekatan saintifik juga meningkatkan minat siswa untuk belajar IPA lebih lanjut. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran dengan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues* dapat meningkatkan hasil belajar dan literasi sains siswa kelas VII A SMP Negeri 1 Ngoro Mojokerto pada materi pencemaran lingkungan.

Kata kunci : Hasil Belajar, Literasi Sains, Pendekatan Saintifik, *Socio Scientific Issues*, Materi Pencemaran Lingkungan

PENDAHULUAN

Abad XXI disebut sebagai abad teknologi. Berbagai terobosan dan kemajuan dalam bidang sains dan teknologi telah membawa perubahan besar dalam meningkatkan kualitas hidup manusia di berbagai penjuru dunia. Namun seiring dengan perkembangan tersebut muncul permasalahan baru terkait dengan etika, moral, dan isu-isu global yang justru mengancam martabat dan kelangsungan hidup manusia, seperti isu-isu tentang pencemaran lingkungan, berkurangnya ketersediaan air bersih, berkurangnya ketersediaan udara bersih dan munculnya berbagai bentuk polusi. Permasalahan ini tidak saja mengkhawatirkan individu perorangan tapi juga masyarakat global dan masalah tersebut hanya dapat diselesaikan melalui sarana komunikasi dan kerjasama antar masyarakat global. Sebagai masyarakat global, dituntut memiliki pemahaman tentang ide-ide ilmiah, kemampuan intelektual, kreativitas, penalaran, dan juga memiliki kepedulian terhadap *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan masalah yang terjadi di alam sehingga mereka juga dapat menjaga kelestarian lingkungan, kesehatan, dan dapat mengambil keputusan tentang kebijakan sosial

untuk diri sendiri dan masyarakat global. Harapan ini dapat tercapai jika masyarakat memiliki literasi sains (*scientific literacy*).

Literasi sains adalah kemampuan seseorang untuk memahami sains, dan kemampuan seseorang untuk menerapkan pengetahuan sains, untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan fakta dan data (DeBoer, 2000; Holbrook, 2009; Laugksch, 2000). *National Science Education Standards* (dalam Anjarsari, 2014), menyatakan bahwa penekanan literasi sains bukan hanya pengetahuan dan pemahaman terhadap konsep sains, tetapi juga diarahkan bagaimana seseorang dapat membuat keputusan dan berpartisipasi dalam kehidupan bermasyarakat, budaya, dan pertumbuhan ekonomi. Masyarakat berliterasi sains berarti masyarakat tersebut memiliki pengetahuan dan memahami konsep-konsep serta proses ilmiah yang diperlukan untuk membuat keputusan, mampu menyadari dan berpartisipasi aktif dalam diskusi serta memiliki rasa peduli dan mampu membuat keputusan terhadap SSI yang terjadi di masyarakat dan dunia global.

Kesimpulan dari definisi literasi sains di atas, bahwa literasi sains merupakan hal yang sangat penting untuk dikuasai oleh siswa. Literasi sains merupakan bekal siswa untuk berpartisipasi lebih cerdas (*intelligently*) dalam kehidupan sosial masyarakat (Laugksch, 2000). Literasi sains penting untuk dimiliki siswa dalam kaitannya agar siswa mampu memahami lingkungan hidup, kesehatan, ekonomi, dan masalah-masalah lain yang dihadapi oleh masyarakat modern yang sangat bergantung pada teknologi dan kemajuan, serta perkembangan ilmu pengetahuan (Toharudin, 2013).

Hasil analisis PISA tahun 2012, kemampuan literasi sains siswa Indonesia menempati peringkat 64 dari 65 negara peserta. Menurut PISA hal ini diduga disebabkan karena kurikulum, pembelajaran, dan asesmen di Indonesia masih menitikberatkan pada dimensi konten namun melupakan dimensi proses dan konteks sains (Firman, 2007; dalam Rahayu, 2014). Oleh karena itu, pembelajaran sains di sekolah perlu menekankan dimensi konten, konteks, dan proses yang seimbang agar mampu mengembangkan dan meningkatkan literasi sains siswa Indonesia. Faktor penyebab rendahnya literasi sains siswa juga karena proses pembelajaran yang belum memfasilitasi literasi sains siswa. Pembelajaran yang berlangsung kurang melibatkan siswa secara aktif dalam mengonstruksi pengetahuannya. Selain itu proses pembelajaran kurang bisa memfasilitasi kemampuan intelektual siswa. Faktor lain yang menyebabkan rendahnya literasi sains siswa Indonesia adalah kurang terlatihnya siswa dalam menyelesaikan soal-soal dengan karakteristik berpikir tingkat tinggi/*High Order Thinking Skills* (HOTS) seperti soal-soal PISA (Kemendiknas, 2011).

Guru sebagai komponen utama dalam penyelenggaraan pendidikan perlu dibekali dengan pemahaman dan keterampilan yang baik untuk mengimplementasikan pembelajaran yang mengembangkan literasi sains siswa. Pendekatan Saintifik (*Scientific approach*) merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang mampu melibatkan siswa berperan lebih aktif dalam mengonstruksi pembelajaran dan keterampilan, mendorong siswa melakukan penyelidikan guna menemukan fakta-fakta dari suatu fenomena atau kejadian. Pendekatan saintifik mampu menyediakan berbagai pengalaman belajar untuk memahami konsep dan proses sains yang meliputi keterampilan mengamati, mengajukan pertanyaan, mengumpulkan data-data, mengasosiasi, dan mengomunikasikan atau dikenal dengan 5 M

(Kemendikbud 2013). Metode pembelajaran yang bersifat partisipatif, kolaboratif, dan kooperatif salah satunya adalah pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues* (SSI). *Socio-Scientific Issues* adalah strategi yang bertujuan untuk menstimuli perkembangan intelektual, moral, dan etika serta kesadaran perihal hubungan antara sains dengan kehidupan social (Zeidler, 2009). SSI merupakan representasi isu-isu atau persoalan dalam kehidupan social secara konseptual berkaitan dengan sains (Anagun & Ozden, 2010). Merujuk pada Zeidler (2009), sebagai salah satu target kemampuan yang dapat dikembangkan lewat pembelajaran IPA berbasis SSI adalah kemampuan berpikir kritis, dan kemampuan berpikir kreatif yang menunjukkan tingkat perkembangan literasi seseorang dalam hal mengumpulkan dan menganalisis informasi atau data dari beragam sumber. Hal ini sesuai dengan salah satu hakikat IPA, bahwa IPA sebagai dimensi cara berpikir (*a way of thinking*) yang menjadi substansi dasar pentingnya pembelajaran IPA yang mengembangkan proses ilmiahnya untuk pembentukan pola pikir siswa. Pada pembelajaran ini, sebuah masalah atau isu disampaikan dan dibahas penyelesaiannya. Dalam proses pembelajaran, siswa mengutamakan diskusi dalam kelompok untuk mengkonstruksi pengetahuan secara kolaboratif. Hal ini sesuai dengan tujuan dari pendidikan sains dalam jangka panjang adalah menciptakan insan-insan yang memiliki literasi sains. Oleh sebab itu pembelajaran sains harus mencakup empat dimensi yaitu konten, proses, nilai, dan konteks.

Materi penelitian adalah pencemaran lingkungan. Materi ini merupakan bagian dari KD Interaksi Makhluk hidup dan Lingkungannya. Materi ini menjadi focus penelitian karena mempertimbangkan berbagai hal, antara lain adalah SMP Negeri 1 Ngoro Mojokerto terletak di salah satu daerah kawasan industry di Kabupaten Mojokerto. Harapan peneliti, setelah mempelajari materi ini siswa memperoleh sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang baik dalam upaya ikut serta menjaga kelestarian lingkungan.

Subjek penelitian adalah siswa kelas VII A SMP Negeri 1 Ngoro Mojokerto Tahun Pelajaran 2015-2016 yang berjumlah 32 siswa yang terdiri dari 11 siswa laki-laki dan 21 siswa perempuan. Rata-rata kemampuan akademik siswa adalah golongan menengah. Nilai rata-rata siswa pada setiap mata pelajaran berada pada batas KKM sekolah. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan literasi sains dengan menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues* (SSI).

Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Purwanti dkk (2013) menunjukkan bahwa model *integrated science* berbasis *socio-scientific issues* dapat mengembangkan thinking skills dalam mewujudkan *21st Century skills*. Subiantoro dkk (2013), pembelajaran materi ekosistem dengan *Socio-Scientific Issues* dan pengaruhnya terhadap *reflektif judgment* siswa, Lukman dkk (2014), pengaruh pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis Blended Learning terhadap literasi sains dan hasil belajar siswa kelas XI SMA Negeri 5 Malang.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas (*Classrom Action Research*) yang terdiri dari dua siklus, masing-masing siklus 1 kali pertemuan. Kegiatan yang peneliti lakukan pada masing-masing siklus meliputi perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi (pengamatan), dan refleksi. Tahap perencanaan, peneliti dibantu guru mitra menentukan tujuan pembelajaran, dilanjutkan pembuatan perangkat pembelajaran yang berupa RPP, LKS, BAS, soal tes yang mengacu pada soal-soal literasi sains PISA dan TIMSS, dan menyusun instrument penelitian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Lembar Pengamatan Keterlaksanaan Pembelajaran; 2) Lembar Respon Siswa terhadap Pembelajaran; 3) Lembar Aktivitas Siswa; 4) Lembar Tes Kemampuan Hasil Belajar dan Literasi sains (soal). Teknik analisis data adalah deskriptif kualitatif.

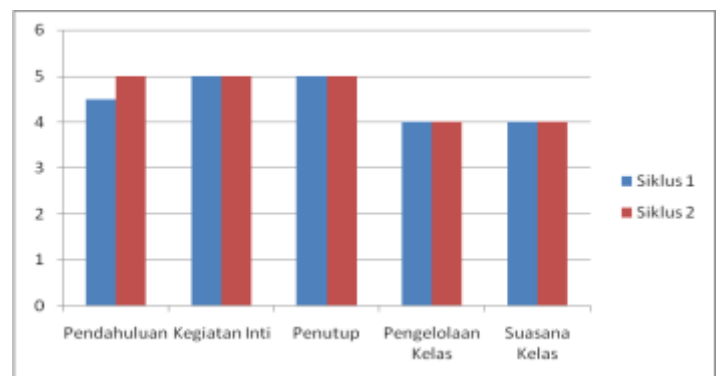
Siklus 1 dilaksanakan pada hari Senin tanggal 18 April 2016 pukul 10.10-11.30, siklus 2 pada hari Kamis 21 April 2016 mulai pukul 07.00-09.00. Kegiatan pembelajaran terdiri dari tiga bagian, yaitu pendahuluan, kegiatan inti, dan penutup. Kegiatan pendahuluan, peneliti bersama siswa berdoa untuk memulai pembelajaran, peneliti menghubungkan materi yang akan dibahas dengan materi terdahulu dengan mengajukan beberapa pertanyaan, memotivasi siswa, dan menyampaikan tujuan pembelajaran dan menyampaikan teknik penilaian yang akan digunakan. Kemudian peneliti membagi siswa menjadi 8 kelompok yang masing-masing kelompok anggotanya 4. Kegiatan inti, siswa mengamati *Socio-Scientific Issues* yang ada pada LKS. Dari pengamatan yang dilakukan, siswa diminta untuk membuat pertanyaan. Siswa melakukan diskusi dalam kelompok untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada LKS. Setelah siswa melakukan diskusi, peneliti memandu membahas hasil diskusi siswa. Selesai pembahasan, siswa dalam kelompok melakukan diskusi untuk membuat kesimpulan dari hasil pengamatan dan diskusi. Dengan dimoderatori peneliti, satu kelompok mempresentasikan hasil diskusinya, sedangkan kelompok lain diminta memberikan komentarnya untuk menyempurnakan hasil kerja diskusinya.

Kegiatan penutup, peneliti beserta siswa menyimpulkan hasil pembelajaran.

Socio-Scientific Issues (SSI) yang diberikan pada masing-masing pertemuan adalah SSI tentang pencemaran air, pencemaran tanah pada siklus 1, sedangkan pada siklus 2 tentang pencemaran udara dan global warming. Akhir masing-masing siklus, peneliti memberikan soal yang harus dikerjakan siswa untuk mengetahui hasil belajarnya. Hasil belajar pada siklus 1 dan siklus 2 dianalisis untuk mengetahui peningkatan hasil belajarnya. Analisis hasil belajar juga digunakan untuk mengetahui peningkatan level kemampuan literasi sains siswa. Level kemampuan literasi sains siswa mengacu pada framework PISA tahun 2015. Setelah pelaksanaan tindakan pada siklus 2 berakhir, siswa diberi angket yang bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*.

HASIL dan PEMBAHASAN

Keterlaksanaan RPP menunjukkan seberapa praktis RPP jika diterapkan di dalam kelas. Faktor utama yang mempengaruhi kesempatan siswa untuk belajar adalah sejauh mana rencana pelaksanaan yang disusun terlaksana dan factor seberapa banyak waktu yang sesungguhnya digunakan siswa untuk belajar (Muijs & David, 2008). Hasil pengamatan keterlaksanaan RPP, aktivitas siswa, dan hambatan-hambatan yang dialami pada saat proses pembelajaran, diamati oleh seorang pengamat selama dua kali siklus. Hasil pengamatan keterlaksanaan pembelajaran disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pengamatan Keterlaksanaan RPP

Penilaian keterlaksanaan RPP meliputi keterlaksanaan: a) kegiatan pendahuluan, b) kegiatan inti pembelajaran, c) kegiatan penutup, d) pengelolaan waktu, e) suasana kelas. Kegiatan inti pembelajaran, meliputi kegiatan: 1) mengamati, 2) menanya, c) mengumpulkan data-data, 4) mengasosiasi, dan 5)

mengomunikasikan (Kemendikbud; 2013). Kegiatan pendahuluan dimulai dengan mengucapkan salam, doa bersama yang dipimpin oleh ketua kelas. Hal ini sesuai dengan KI 1, menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya. Melakukan apersepsi yaitu menghubungkan materi pelajaran yang sudah dipelajari sebelumnya dengan materi yang akan dipelajari. Hal ini sesuai dengan pendapat Bybee (2006), bahwa siswa membuat hubungan antara masa lalu mereka dengan pengalaman belajar saat ini. Selanjutnya peneliti memberi motivasi belajar kepada siswa. Pada siklus 1, siswa diberi motivasi membandingkan gerak membuka dan menutupnya insang ikan pada air bersih dan air tercemar. Pada siklus 2, siswa diberi motivasi dengan melakukan demonstrasi mengukur pH asap tisu yang dibakar. Bagian kedua dari kegiatan pembelajaran adalah kegiatan inti yang terbagi lagi menjadi 5 tahap yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan data-data, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Kegiatan inti diawali peneliti dengan membagi siswa menjadi delapan kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari empat siswa. Peneliti membagikan LKS kepada masing-masing kelompok. Peneliti membimbing siswa apa yang harus dikerjakan siswa mulai dari tahap mengamati sampai tahap terakhir pendekatan saintifik yaitu mengomunikasikan beserta sistem penilaian yang digunakan. Proses pembelajaran yang menerapkan pendekatan saintifik, akan menyentuh tiga ranah, yaitu sikap (afektif), pengetahuan (koqnitif), dan keterampilan (psikomotorik). Dengan proses pembelajaran demikian, diharapkan pembelajaran akan melahirkan siswa yang produktif, kreatif, inovatif, dan afektif melalui pengamatan sikap, keterampilan, dan pengetahuan secara terintegratif.

Menurut Sujarwanta (2012), pembelajaran yang menggunakan pendekatan saintifik adalah pembelajaran yang menekankan pada pemberian pengalaman secara langsung baik melalui observasi, eksperimen, maupun cara lainnya sehingga realitas yang akan berbicara sebagai informasi atau data yang diperoleh selain valid juga dapat dipertanggungjawabkan. Gagne (dalam Sujarwanta, 2012), menyebutkan bahwa dengan mengembangkan keterampilan sains yang terdapat pada langkah-langkah pendekatan saintifik, siswa dibuat kreatif, dan mampu mempelajari sains di tingkat yang lebih tinggi dalam waktu yang relative singkat. Dengan menggunakan keterampilan-keterampilan sains, siswa akan mampu menemukan dan mengembangkan

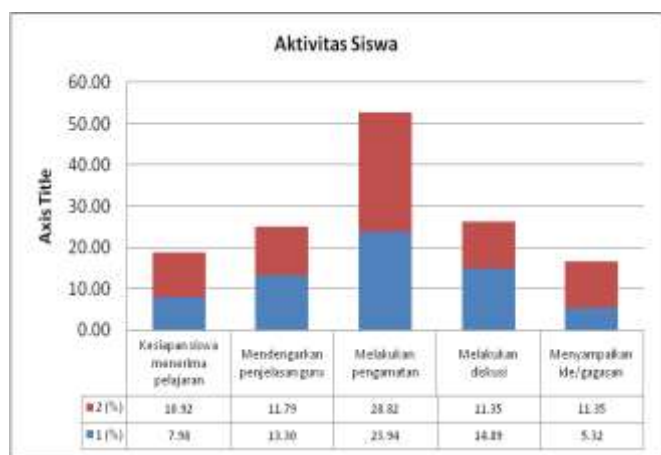
sendiri fakta dan konsep serta menumbuhkan dan mengembangkan nilai dan sikap.

Langkah-langkah pembelajaran pada kegiatan inti adalah langkah-langkah pada pendekatan saintifik yaitu 5M. Langkah pertama adalah mengamati *socio-scientific issues* tentang pencemaran lingkungan. Langkah kedua adalah menanya. Dari hasil pengamatan, siswa diminta untuk membuat pertanyaan. Langkah ketiga adalah mengumpulkan data-data yaitu dengan melakukan diskusi dalam kelompok untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada LKS, mulai dari penyebab pencemaran, dampak pencemaran terhadap makhluk hidup dan ekosistem, upaya-upaya untuk mengurangi terjadinya pencemaran. Langkah ke empat adalah mengasosiasi. Siswa berdiskusi dalam kelompok untuk mengaitkan konsep yang dipelajari dengan *socio-scientific issues*, mengkaitkan antara konsep, proses, dan nilai dengan kehidupan sehari-harinya serta menggunakan konsep, proses, dan nilai sains untuk memecahkan isu-isu sosial yang berkembang. Bagian akhir dari kegiatan pembelajaran adalah membuat kesimpulan dari kegiatan siswa. Siswa memperluas apa yang telah mereka pelajari, menghubungkan dengan konsep lain dan menerapkan informasi baru untuk kehidupan mereka dengan cara yang baru dan berbeda. Siswa menunjukkan pemahaman yang benar atau pengalaman belajar melalui tugas kinerja. Siswa menggunakan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*, HOTS) (Bloom, 1980; Krathwohl & Anderson, 2001) untuk mengevaluasi, menganalisis, dan mensintesis informasi untuk mengatasi masalah yang sedang dibahas.

Proses pembelajaran berbasis *socio-scientific issues* menurut Bybee (2006), merupakan tempat yang ideal untuk proses belajar, karena: a) melibatkan siswa, siswa membuat hubungan antara masa lalu mereka dengan pengalaman belajar saat ini; b) siswa aktif menyelidiki melalui pembelajaran berbasis penemuan, siswa mengajukan pertanyaan, menganalisis data, dan menggunakan keterampilan pola berpikir kritis; c) siswa mengomunikasikan apa yang telah mereka pelajari, dan mencoba untuk mencari tahu di mana mereka belajar dalam hal skema; d) siswa memperluas apa yang mereka pelajari, menghubungkan dengan konsep lain dan menerapkan informasi baru untuk kehidupan mereka dengan cara yang baru atau berbeda; e) siswa menunjukkan pemahaman yang benar atau pengalaman belajar melalui tugas kinerja; f) siswa

menggunakan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*, HOTS).

Aktivitas siswa yang diamati pada setiap Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) meliputi: mendengarkan dan memperhatikan penjelasan guru, melakukan pengamatan, bertanya kepada guru atau teman, melakukan diskusi, menyampaikan idea tau gagasan, mempresentasikan hasil diskusi atau pengamatan, mendengarkan dan menyimak presentasi, menyimpulkan pembelajaran, dan perilaku tidak relevan. Aktivitas siswa yang paling tinggi pada siklus 1 dan siklus 2 adalah mendengarkan dan memperhatikan penjelasan guru, sedangkan yang terendah baik pada siklus 1 dan 2 adalah perilaku yang tidak relevan dalam pembelajaran. Aktivitas siswa disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Aktivitas Siswa dalam Kegiatan Pembelajaran

Pembelajaran dengan menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*, membuat siswa memiliki rasa ingin tahu yang besar untuk menerima pelajaran. Rasa ingin tahu siswa sangat penting, karena ketika siswa mempunyai rasa ingin tahu, maka pelajaran akan lebih mudah masuk ke memori siswa. Ketika siswa mempunyai rasa ingin tahu yang besar, maka siswa serius untuk mendengarkan penjelasan guru. Siswa juga berusaha menjawab dari rasa ingin tahunya, dengan melakukan pengamatan-pengamatan. Siswa akan berusaha membangun pengetahuannya sendiri dengan melakukan diskusi, bertanya kepada teman lain atau guru, mendengarkan dan memperhatikan temannya waktu presentasi. Pembelajaran dengan menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues* sejalan dengan tujuan dari pendidikan sains jangka panjang yaitu

menciptakan insan-insan yang memiliki literasi sains. Literasi sains diartikan sebagai kemampuan memahami konsep sains, mengaitkan antara konsep, proses, dan nilai sains untuk memecahkan isu-isu sosial yang berkembang. Pembelajaran ini juga memberikan peluang kepada siswa untuk belajar terlibat dengan isu-isu sosial yang berkembang di masyarakat dengan memberikan ide atau gagasan untuk menyelesaikan suatu masalah.

Rerata nilai siswa pada siklus 1 67, level kemampuan literasi sains siswa 3 sedangkan pada siklus 2, rerata nilai perolehan siswa 83 dengan level kemampuan literasi sains siswa 4, $N-GA/N$ 0,81 dengan kriteria tinggi sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil belajar siswa dan kemampuan literasi sains siswa pada siklus 1 dan siklus 2

No.	Nama Siswa	Siklus 1	Level Literasi	Siklus 2	Level Literasi
1	Adinda Najma Rosyada	63	2	95	5
2	Ain Nuha Rifa	75	3	98	5
3	Alvin Subastian	88	5	84	4
4	Angela Aivel Alan Putri	56	2	89	5
5	Angelina Dita Rohmatul L.	56	2	84	4
6	Aria Maftukh Dayrobi	56	2	84	4
7	Aryogi Prasetyo Bhekti	63	2	79	4
8	Dea Febrianti	69	3	84	4
9	Dita Fauziah Nugraeni	69	3	90	5
10	Dwi Maharani	69	3	84	4
11	Dya Nur Latifah	44	1a	79	4
12	Elma Fatkhurin	75	3	84	4
13	Faiq Aqillah Arsyia Putri	69	3	90	5
14	Hidayatullah Maulana A	69	3	95	5
15	Kara Cahyani Larasati W.	69	3	79	4
16	Kiki Nur Indiarti	63	2	63	3
17	Krisdova Rio Alvonsa	69	3	79	4
18	Laili Alfianti	63	2	84	4
19	Luthfia Amalia	63	2	95	5
20	Maulidah Khasanah	56	2	84	4
21	Muhammad Zamroni	69	3	90	5
22	Nikmah Rohmatul Hidayat	56	2	84	4
23	Nisrina Labibah	63	2	90	5
24	Pramesti Dwi Rahayu M.	56	2	68	3
25	Rangga Yudha Saifullah	69	3	84	4
26	Riska Widyawati	56	2	90	5
27	Riski Awwaluddin	63	2	84	4
28	Rizki Handayani	63	2	79	4
29	Salsabila Fitriisa Al	81	4	90	5

No.	Nama Siswa	Siklus 1	Level Literasi	Siklus 2	Level Literasi
Farid					
30	Sulkhan Faza	75	4	74	3
	Ilhamsyah				
	Syalu Indriana	63	2	90	5
	Rata-rata	67	3	83	4

Penerapan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*, siswa dapat menggunakan pengetahuan (isi/konten, prosedur, dan epistemik) untuk mendukung penjelasan, mengevaluasi, dan menginterpretasi data dalam berbagai situasi kehidupan yang kompleks yang memerlukan tingkatan kognitif yang tinggi. Mereka menjelaskan inferensi dari sumber data yang kompleks, berbagai macam konteks, dan menjelaskan beberapa hubungan sebab akibat. Siswa dapat mengubah representasi data ke dalam bentuk grafik. Dari hasil penelitian, siswa yang memperoleh level 5 sebanyak 12 siswa (38,7%), yang memperoleh level 4 sebanyak 16 siswa (51,6%), dan yang memperoleh level 3 sebanyak 3 siswa (9,7%), pada siklus 2, sedangkan pada saat siklus 1 level tertinggi yang dicapai siswa adalah level 5 sebanyak 1 siswa (3,2%), level 4 2 siswa (6,4%), level 3 11 siswa (36,7%), level 2, 16 siswa (51,6%), level 1a 1 siswa (3,2%). Ada kenaikan pencapaian level kemampuan yang signifikan dengan menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues* untuk meningkatkan literasi sains siswa.

Kenaikan pencapaian level kemampuan literasi sains siswa yang signifikan menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues* materi pencemaran lingkungan dapat meningkatkan hasil belajar dan literasi sains siswa. Hal ini sesuai dengan kerangka dasar PISA 2015 yang menyatakan bahwa untuk mencapai kompetensi yang ada, siswa mengetahui konteks dari pengetahuan yang dipelajari, baik itu pengetahuan isi/konten, procedural, maupun epistemic. Di samping itu, untuk mencapai kompetensi literasi sains 2015, siswa harus mempunyai sikap peduli terhadap lingkungan. Pembelajaran dengan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues* memfasilitasi siswa untuk mencapai kompetensi literasi sains siswa PISA 2015. Penelitian serupa sudah dilakukan oleh Purwanti dkk (2013) menunjukkan bahwa model *integrated science* berbasis *socio-scientific issues* dapat mengembangkan *thinking skills* dalam mewujudkan *21st Century skills*. Subiantoro dkk (2013), pembelajaran materi ekosistem dengan *Socio-Scientific Issues* dan pengaruhnya terhadap *reflektif judgment*

siswa, Lukman dkk (2014), pengaruh pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis Blended Learning terhadap literasi sains dan hasil belajar siswa kelas XI SMA Negeri 5 Malang.

Akhir pembelajaran pada siklus 2, siswa juga diminta untuk melakukan penilaian diri. Penilaian diri digunakan untuk mengetahui sejauh mana peran siswa menjaga kesehatan diri-sendiri dan menjaga kelestarian lingkungan. Hasil penilaian diri menunjukkan bahwa setelah mengikuti pembelajaran dengan menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*, siswa lebih meningkatkan rasa syukur atas semua nikmat Tuhan YME dengan sikap peduli terhadap lingkungan. Siswa diharapkan lebih menjaga kebersihan diri sendiri dan lingkungan sekitar, lebih gemar menanam pohon yang tadinya tidak pernah atau jarang menanam pohon. Peneliti menghubungkan hasil penilaian diri dengan ayo kita lakukan yang ada pada buku siswa, yaitu pentingnya menanam pohon. Hanya tumbuhan yang mampu menyerap CO₂ di udara untuk proses fotosintesis, sementara penghasil CO₂ semakin meningkat. Ayo kita renungkan, peneliti mengajak siswa untuk berpikir sejenak, betapa besar nikmat yang sudah diberikan Tuhan Yang Maha Esa kepada hambaNya. Dengan mengetahui nikmat yang sudah diberikan Tuhan, peneliti mengharap siswa untuk selalu bersyukur kepada Tuhan YME dengan belajar lebih giat dan berperan serta menjaga kelestarian lingkungan.

Hasil penelitian, siswa memberikan respon positif terhadap ketertarikan penerapan pembelajaran, kebaruan pembelajaran, kemudahan pembelajaran, kelanjutan pembelajaran, peran guru dalam mengajar, serta kemudahan pembelajaran untuk menjawab pertanyaan soal test. Respon tersebut menunjukkan bahwa siswa dapat menerima dengan baik semua komponen pembelajaran yang meliputi buku siswa, LKS, materi pembelajaran, suasana belajar, dan guru mengajar. Hal ini terlihat pada setiap pertemuan siswa menggunakan buku siswa sebagai sumber informasi untuk menyelesaikan tugas. Siswa memberikan respon persentase 100% hampir pada semua pernyataan. Hal ini disebabkan siswa belum pernah mendapatkan pembelajaran dengan menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*. Respon siswa tentang pembelajaran yang sudah berlangsung, yaitu pembelajaran menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*, 100 %, siswa memberikan respon bahwa pembelajaran yang sudah berlangsung dapat meningkatkan rasa syukur kepada Tuhan YME

yang telah menciptakan langit dan bumi beserta isinya. Hal ini dikarenakan siswa mengetahui betapa pentingnya lingkungan yang sehat dan terbebas dari polusi bagi makhluk hidup dan ekosistem. Meningkatkan minat siswa untuk belajar IPA lebih lanjut, karena pembelajaran dengan menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*, siswa berperan aktif dalam pembelajaran sementara guru hanya sebagai fasilitator. Siswa diberikan peluang untuk menjelaskan masalah dalam kehidupan mereka, menganalisis penyebab masalah, memprediksi dampak masalah terhadap makhluk hidup dan ekosistem, serta merumuskan upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Siswa diperlakukan sebagai seorang ilmuwan yang dalam memecahkan masalah menggunakan pendekatan saintifik.

Pembelajaran yang sudah berlangsung juga meningkatkan rasa ingin tahu tentang penerapan IPA dalam kehidupan sehari-hari, meningkatkan manfaat mempelajari IPA dalam kehidupan sehari-hari, meningkatkan keterlibatan siswa untuk berperan dalam menjaga kelestarian lingkungan, meningkatkan komitmen siswa untuk menjaga kelestarian lingkungan, dan meningkatkan kreativitas siswa dalam upaya menjaga kelestarian lingkungan. Hal ini salah satunya diwujudkan dengan pembuatan poster sebagai tugas proyek. Pembuatan poster bertema untuk mengajak orang lain berperan serta menjaga kelestarian lingkungan. Selain mengisi angket, siswa juga menuliskan beberapa komentarnya. Adapun komentar siswa mengatakan bahwa pembelajaran yang menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*, dapat mempermudah belajar IPA, pembelajaran yang serupa dapat diterapkan pada materi lain atau mata pelajaran lain. Pembelajaran dengan menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*, dapat mempermudah pemikiran dan pemahaman serta dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan, dapat menambah minat belajar di bidang IPA. Siswa juga berkomentar dengan menggunakan pembelajaran yang telah berlangsung (penerapan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*), belajar menjadi lebih mudah untuk dipahami dan menyenangkan.

Temuan-temuan selama penelitian pembelajaran dengan menerapkan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*, dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Keterlaksanaan RPP pada siklus 1 dan 2 di kelas VII SMP Negeri 1 Ngoro Mojokerto terlaksana dengan

sangat baik. Hal ini dilihat dari rata-rata keterlaksanaan kedua RPP adalah 97% dengan kriteria sangat baik.

- 2) 2). Aktivitas siswa berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan keaktifannya dengan pembelajaran
- 3) penerapan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*.
- 4) 3). Penerapan pembelajaran dengan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues*, dapat
- 5) meningkatkan literasi sains siswa. Peningkatan kemampuan literasi sains dapat dilihat dari *n-gain*
- 6) siswa.
- 7) 4) Respon siswa sangat positif terhadap pembelajaran dengan menerapkan pendekatan saintifik
- 8) berbasis *socio-scientific issues*

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, diskusi, dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dengan pendekatan saintifik berbasis *socio-scientific issues* dapat meningkatkan hasil belajar dan literasi sains siswa kelas VII A SMP Negeri 1 Ngoro Mojokerto materi pencemaran lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Holbrook, J., & Rannikmae, M. 2009. The meaning of Scientific Literacy International. *Journal of Environment & Science Teaching*, 4 (3). 275-278.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2013) *Permendikbud RI No. 81 A. (2013)*. Implementasi kurikulum. Jakarta.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). *Kurikulum 2013 Kompetensi Dasar Sekolah Menengah Pertama (SMP)/Madrasah Tsanawiyah (MTs)*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2014). *Permendikbud RI No. 103 Tahun 2014 tentang pedoman pelaksanaan pembelajaran pendidikan dasar dan menengah*. Jakarta: Kemendikbud.
- Muijs, Daniel and David Reynold. (2008). *Effective Teaching Evidence and Practice*. London: Sage Publication Ltd London.
- OECD. (1999) *Measuring Student Knowledge and skills; A New Framework for Assesment*, Paris, OECD.
- OECD. (2015) *Measuring Student Knowledge and skills; A New Framework for Assesment*, Paris, OECD.
- Rahayu, S. (2014). **"Menuju Masyarakat Berliterasi Sains: Harapan dan Tantangan Kurikulum 2013. Makalah utama, Semnas Kimia dan Pembelajarannya. Inovasi**

Pembelajaran Kimia dan Perkembangan Riset Kimia di Jurusan Kimia FMIPA UM, September 2014.

Rahayu, S. (2015). "Meningkatkan Profesionalisme Guru dalam Mewujudkan Literasi Sains Siswa melalui Pembelajaran Kimia/IPA Berkonteks Isu-Isu Sosiosaintifik (*Socio-Scientific Issues*)". *Makalah Utama Seminar Pendidikan Kimia dan Sains Kimia FPMIPA FKIP Universitas Negeri Udayana*, 8 Mei 2015.

Sujarwanta, A.(2012), "Mengkondisikan pembelajaran IPA dengan Pendekatan Saintifik". *Jurnal Nuansa Kependidikan Vol. 16 No. 1*, November 2012.

Toharudin, U., Rustaman, A., dan Herawati, S. 2011. *Membangun Literasi Sains Peserta Didik*. Bandung: Humaniora

Widodo, W., Suryanda, A., Cahyana, U., Rachmadiarti, F., Hidayati, S.,N., Kistinah, I., Anifah, A. & Suryatin, B., dkk. 2013. *Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas VII Buku Guru*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Problem Based Learning Berbasis TIK dalam Pembelajaran Biologi sebagai Sarana Meningkatkan *Soft Skill* dan Keterampilan Literasi TIK

Enny Kristinawati¹, Herawati Susilo², Abdul Gofur³

¹ Pendidikan Biologi Pascasarjana Universitas Negeri Malang

^{2,3} Jurusan Biologi – FMIPA – Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5, Malang

¹e-mail: ennykris@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan kehidupan di abad 21 yang didukung dengan kemajuan teknologi menuntut generasi muda menguasai keterampilan *soft skill* dan literasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Dunia pendidikan berperan dalam membelajarkan keterampilan tersebut dengan menerapkan model pembelajaran yang sesuai. *Problem Based Learning* (PBL) merupakan proses pembelajaran yang bersifat kontekstual dengan menyajikan masalah-masalah yang terjadi di kehidupan nyata untuk memicu minat siswa dalam belajar secara aktif dan mandiri. Siswa belajar merumuskan masalah, mencari informasi dan membangun pengetahuan serta belajar menyelesaikan masalah. Kegiatan PBL dapat dibantu dengan memanfaatkan TIK). Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk melihat bagaimana penerapan TIK dalam PBL dan bagaimana PBL berbasis TIK dapat membelajarkan *soft skill* dan keterampilan literasi TIK pada siswa. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif berupa telaah pustaka dalam melakukan analisis dari beberapa artikel ditemukan bahwa aplikasi TIK dalam PBL dapat berupa presentasi multimedia dan video yang digunakan untuk penyajian masalah, pencarian informasi dengan memanfaatkan internet sebagai sumber belajar dan sarana untuk menemukan pengetahuan baru, dan presentasi hasil pemecahan masalah dengan menggunakan *power point* atau multimedia. PBL dapat memfasilitasi siswa dalam meningkatkan *soft skills* berupa kemampuan bekerja sama dalam tim, tanggungjawab untuk belajar secara mandiri, berkomunikasi, dan kemampuan untuk berbagi pengetahuan. Keterampilan literasi TIK yang dapat dibelajarkan melalui model PBL berbasis TIK mencakup kompetensi *define, manage, access, integrate, evaluate, create* dan *communicate*. Disimpulkan bahwa PBL berbasis TIK dapat digunakan sebagai sarana meningkatkan *soft skill* dan keterampilan literasi TIK.

Kata kunci: PBL; TIK; *Soft skill*; Literasi TIK

PENDAHULUAN

Pendidikan di abad 21 menuntut siswa untuk menguasai keterampilan yang membekali siswa dalam kehidupan yang dikenal dengan *soft skills*. *Soft skills* diperlukan dalam dunia kerja dan hidup bermasyarakat (Majid *et al.*, 2012). Kemajuan teknologi di abad 21 yang pesat juga menuntut generasi muda menguasai keterampilan teknologi yang dikenal dengan literasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Literasi TIK merupakan dasar dari semua disiplin ilmu dan lingkungan belajar yang merupakan keterampilan *lifelong-learning* (Lant, 2001). Keterampilan hidup yang berupa *soft skill* dan keterampilan literasi TIK dapat dibelajarkan kepada siswa dalam rangkaian kegiatan pembelajaran di kelas termasuk pembelajaran biologi. Pembelajaran Biologi memiliki karakteristik memahami fenomena alam, berpikir kritis, kreatif, kolaboratif dan menyelesaikan masalah. Karakteristik tersebut dapat

dibelajarkan dengan menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL).

Pelaksanaan PBL dapat didukung dengan memanfaatkan TIK sebagai sumber belajar ataupun alat belajar. Beberapa penelitian yang telah dilakukan melaporkan bahwa penggunaan TIK dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan kualitas siswa dari segi pengetahuan, cara berpikir dan keterampilan presentasi dengan berbagai macam cara (Lemke dan Edward, 1998). Penelitian juga menunjukkan penggunaan TIK dapat memfasilitasi terciptanya pembelajaran kolaboratif dan konstruktif yang akan mendukung kemampuan akademis siswa (Bindu, 2016). Adanya tuntutan abad 21 di dalam dunia pendidikan dan pentingnya peranan TIK dalam mendukung proses pembelajaran dan memberikan kesempatan pada siswa untuk menguasai keterampilan literasi TIK, menjadi dasar penulis menyajikan sebuah artikel telaah pustaka. Tujuan dari penulisan artikel ini adalah

untuk membahas bagaimana pemanfaatan TIK pada model PBL dan bagaimana model PBL berbasis TIK dapat mendukung proses pembelajaran siswa dalam menguasai *soft skill* dan keterampilan TIK pada siswa.

METODE

Penulisan artikel ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan melakukan *review* terhadap beberapa artikel yang berkaitan dengan *Problem Based Learning*, pemanfaatan TIK di bidang pendidikan, pentingnya *soft skill* dan manfaat keterampilan literasi TIK. Hasil *review* disajikan dalam bentuk pemaparan deskriptif dengan menganalisis hubungan antara teori-teori yang ditemukan pada artikel yang direview.

HASIL

Hasil analisis dari beberapa artikel menyajikan pemaparan tentang *Problem Based Learning*, pemanfaatan TIK dalam PBL, keterampilan literasi TIK, dan *soft skills* yang dibelajarkan dari proses PBL berbasis TIK.

Problem Based Learning

Problem Based Learning adalah pembelajaran yang menyajikan masalah sebagai stimulus dan fokus siswa dalam kegiatan pembelajaran (Boud and Felitti, 1991). PBL diartikan sebagai strategi pembelajaran yang menghadapkan siswa pada masalah kontekstual, masalah-masalah yang berkaitan dengan penyakit, dan menuntut siswa untuk menemukan penyelesaian yang bermakna (Rhem, 1998). Permasalahan berupa peristiwa yang terjadi di kehidupan nyata dan harus disajikan secara terstruktur sehingga menimbulkan rasa ingin tahu siswa tentang apa saja yang ingin mereka ketahui lebih banyak untuk mengerti dan memahami permasalahan tersebut, melakukan penyelidikan untuk membangun pengetahuan baru hingga tahap penyelesaian permasalahan (Utecht, 2003).

Pembelajaran biologi berkaitan erat dengan alam dan kehidupan nyata sehingga model PBL sesuai untuk diterapkan. Karakteristik pembelajaran biologi yang menuntut siswa untuk berpikir kritis, kreatif, mandiri, aktif, kolaboratif dan menyelesaikan masalah dapat difasilitasi dengan penerapan model PBL. Dalam PBL, siswa bekerja secara kolaboratif dalam kelompok kecil untuk mencari informasi dan membangun pengetahuan dalam menyelesaikan masalah. Guru bertindak sebagai fasilitator yang membimbing siswa melalui tahap-tahap pembelajaran (Hmelo, 2004). Tahap-tahap pembelajaran tersebut antara lain.

1. Penyajian masalah dalam bentuk skenario

2. Siswa mengidentifikasi fakta-fakta dari skenario dan merumuskan masalah
3. Siswa membangun hipotesis tentang penyelesaian masalah berdasarkan fakta-fakta yang diperoleh sementara.
4. Siswa mencari informasi melalui berbagai sumber untuk memperoleh pengetahuan baru. Dalam kegiatan ini siswa belajar secara mandiri.
5. Siswa membangun pengetahuan baru dan menyelesaikan masalah serta mengevaluasi hipotesis.

PBL didesain untuk membantu siswa dalam membangun pengetahuan dasar yang luas dan fleksibel, mengembangkan kemampuan *problem-solving*, mengembangkan kemandirian dan keterampilan *lifelong learning*, bekerja sama dalam tim secara efektif, dan menumbuhkan motivasi untuk belajar (Barrow and Kelson, 1995). Sintaks PBL dikemukakan oleh Arends (2013: 114) sebagai berikut.

1. Tahap 1. Orientasi siswa terhadap masalah
2. Tahap 2. Mengorganisasi siswa untuk belajar
3. Tahap 3. Membimbing penyelidikan individual
4. Tahap 4. Membimbing analisis data
5. Tahap 5. Membimbing, membangun dan menyajikan karya
6. Tahap 6. Menganalisis data dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

Pemanfaatan TIK Dalam *Problem Based Learning*

Teknologi dapat membantu pelaksanaan PBL di dalam kelas dengan memanfaatkan internet sebagai sumber belajar yang luas dan memanfaatkan tools pada komputer untuk menganalisis data dan memecahkan masalah (Utecht, 2003). Pemanfaatan TIK dalam PBL mampu memfasilitasi lingkungan belajar siswa lebih luas tidak sebatas di dalam kelas dan hanya dengan guru sebagai sumber belajar, tetapi membantu siswa menjadi aktif dan mandiri dalam mencari informasi dan membangun pengetahuan (Lim, 2005). Penggunaan komputer dalam menyediakan lingkungan belajar PBL meningkatkan kemampuan kognitif siswa dalam menemukan ide-ide baru dan penyelesaian masalah (Arts *et al.*, 2002).

Tan (2003) memaparkan penerapan TIK dalam PBL meliputi beberapa tahapan, yaitu.

- 1) Program induksi dengan memanfaatkan *web portal* yang bisa diakses oleh siswa untuk memberikan pengenalan tentang aktivitas PBL seperti petunjuk pelaksanaan PBL dan kriteria penilaian. Program induksi ini penting bagi siswa yang baru pertama kali melakukan proses PBL. Pemanfaatan

authorware dan hypermedia dapat membantu siswa untuk melakukan simulasi tahap-tahap pemecahan masalah (Uribe *et al.*; 2003 dan Martin, 2004). Pada tahap ini siswa diberi arahan tentang pemanfaatan TIK dalam pembelajaran serta penggunaan internet sebagai sarana mencari informasi dengan tepat.

- 2) Penyajian masalah dan fakta dengan memanfaatkan video, multimedia presentasi interaktif dan *live chats*. Kelebihan PBL adalah adanya permasalahan yang relevan dengan kehidupan nyata dan akan menarik minat siswa untuk belajar jika disajikan dalam bentuk video atau animasi multimedia. Penggunaan TIK sebagai sarana media interaktif mampu meningkatkan minat dan motivasi siswa untuk belajar (Liu, *et al.*; 2002).

Dalam pembelajaran biologi penyajian masalah dapat dilakukan dengan menampilkan fenomena-fenomena atau isu terkini dalam bentuk video rekaman ataupun video yang dibuat oleh guru diseduaikan dengan materi yang sedang dipelajari.

- 3) Perumusan masalah, hipotesis, penyelidikan, diskusi dan pemecahan masalah. Perumusan masalah dilakukan siswa setelah mengumpulkan fakta-fakta yang ada pada permasalahan yang disajikan dan membangun hipotesis. TIK digunakan dalam kegiatan penyelidikan, yaitu siswa dapat menggunakan internet sebagai sarana mencari informasi. Terdapat berbagai informasi dan sumber belajar di web yang mudah untuk diakses oleh siswa (Donnelly, 2005: 10). Generasi muda saat ini banyak menghabiskan waktu dengan internet untuk bermain game, berkomunikasi, mencari informasi dan kebiasaan tersebut dapat dimanfaatkan untuk menarik perhatian siswa dengan menerapkannya dalam pembelajaran (Branstorm, 2011). Internet memfasilitasi siswa untuk melakukan diskusi lebih luas tidak hanya di kelas dengan kelompoknya atau guru, tetapi memungkinkan siswa untuk berdiskusi dengan ahli via email atau forum diskusi *online* sehingga informasi yang didapat sangat luas dan dapat membantu mereka dalam membangun pengetahuan baru. Semua informasi yang mereka peroleh disajikan dengan menggunakan *spreadsheet* atau *word processing*.

- 4) Presentasi pemecahan masalah dengan menggunakan *power point*, *web-pages*, portofolio digital atau multimedia. Tahap ini memunculkan

keaktifan siswa dalam mempresentasikan pengetahuan baru dan memungkinkan mereka untuk saling berbagi pengetahuan dengan siswa lain. Media presentasi yang diunggah secara online dapat diakses dengan mudah oleh orang lain sehingga memungkinkan mereka untuk mendapatkan feedback yang bermanfaat untuk merefleksi hasil belajar mereka.

Aplikasi TIK dalam pelaksanaan PBL ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Aplikasi TIK dalam PBL (Tan, 2003: 123)

PBL berbasis TIK dalam pembelajaran biologi dapat diterapkan dengan menggabungkan aplikasi TIK yang disajikan oleh Tan (2003) ke dalam sintaks PBL yang dikemukakan oleh Arends (2013). Penerapan PBL berbasis TIK tersebut disajikan dalam Tabel 1. Tahap keenam dari sintaks PBL dapat dilakukan dengan mengunggah hasil karya ke situs yang dapat diakses oleh banyak pihak sehingga akan memperoleh *feedback* yang dapat digunakan untuk refleksi dan evaluasi.

Tabel 1. Penerapan PBL berbasis TIK

Sintaks PBL	Aplikasi TIK
Tahap 1. Orientasi siswa terhadap masalah	Video rekaman, video kumpulan fenomena, dan Animasi multimedia
Tahap 2. Mengorganisasi siswa untuk belajar	Internet, live chats, email, spreadsheet, dan word processing
Tahap 3. Membimbing penyelidikan individual	
Tahap 4. Membimbing analisis data	
Tahap 5. Membimbing, membangun dan menyajikan karya	Power point, video, portofolio digital, web-pages
Tahap 6. Menganalisis data dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	

Salah satu keterampilan yang harus dikuasai siswa di abad 21 adalah keterampilan literasi TIK. Literasi TIK adalah kemampuan untuk menggunakan teknologi digital, alat-alat komunikasi, jaringan untuk mengakses berbagai informasi, mengatur dan mengolah, mengintegrasikan, mengevaluasi informasi untuk menciptakan pengetahuan baru (ETS, 2002). Literasi TIK penting untuk dikuasai karena meningkatkan kemampuan kognitif siswa (ETS, 2007). Literasi TIK terdiri dari tujuh kompetensi, antara lain: 1) *define*; 2) *access*; 3) *manage*; 4) *integrate*; 5) *evaluate*; 6) *create*; dan 7) *communicate* (ETS, 2005). Tujuh kompetensi tersebut dapat dibelajarkan dengan menerapkan PBL berbasis TIK. Literasi informasi penting untuk dibelajarkan karena perkembangan internet sebagai sumber informasi sangat pesat dan siswa perlu dibekali dengan keterampilan dalam memilih informasi dengan tepat dan menggunakan informasi dengan benar.

Penerapan PBL berbasis TIK memfasilitasi siswa untuk menguasai keterampilan literasi TIK. Kegiatan penyelidikan dengan memanfaatkan internet sebagai sumber informasi dapat membelajarkan kompetensi *define*, *access*, dan *evaluate*. Pada kegiatan tersebut, siswa menentukan alat teknologi yang akan dipakai untuk mencari informasi, mengumpulkan informasi dengan memilih sumber yang tepat dan menentukan informasi yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah. Kompetensi *manage* dan *integrate* diperoleh siswa pada kegiatan analisis data, diskusi dan membangun hasil karya. Siswa dapat menggunakan spreadsheet untuk mengatur informasi yang mereka dapat sehingga memudahkan analisis data dan menyajikan data mereka dalam bentuk power point atau multimedia. Penggunaan media yang efektif dan dibagikan kepada teman lain di luar kelas melalui web-pages atau media sosial merupakan kegiatan yang membelajarkan kompetensi *create* dan *communicate*. Dengan kompetensi tersebut, siswa dapat berbagi dengan publik dan dapat melakukan refleksi dan evaluasi terhadap penyelesaian masalah yang mereka temukan.

PBL berbasis TIK dan *Soft Skill*

Dunia pendidikan memiliki tujuan untuk membekali siswa dengan keterampilan yang dibutuhkan dalam kehidupan bermasyarakat dan dunia kerja. Era globalisasi dan kemajuan teknologi menuntut siswa menguasai *soft skills* sehingga mereka cekatan, dapat beradaptasi, dan bekerja dalam tim dengan baik. *Soft skills* yang perlu dikuasai siswa meliputi

kolaborasi, komunikasi, kreatifitas dan berpikir kritis (Greenberg dan Nilssen, 2015). *Soft skills* yang dibutuhkan dalam dunia kerja meliputi kemampuan berkomunikasi, *problem solving*, motivasi diri, pengambilan keputusan dan manajemen waktu (Majid et al, 2012).

PBL merupakan model pembelajaran yang dapat mencakup beberapa disiplin ilmu. PBL memiliki dasar adanya kolaborasi dan integrasi antara beberapa konteks yang menuntut kemampuan siswa untuk bekerja sama, mengidentifikasi dan menganalisis masalah, serta menemukan pemecahan masalah (Camp, 1996). PBL berbasis TIK memperluas kesempatan siswa untuk mengembangkan kemampuan berkomunikasi mereka dan memungkinkan siswa melakukan kolaborasi dengan banyak pihak di luar lingkungan kelas. *Soft skills* yang diperoleh siswa dalam penerapan PBL berbasis TIK sebagai berikut.

- 1) Bekerja dalam tim. Kegiatan ini membelajarkan siswa untuk melakukan pembagian tugas dalam kelompok, menentukan langkah bersama dan mengajarkan siswa untuk membuat kesepakatan (Peterson, 1997).
- 2) Kolaborasi yang diperoleh dari kegiatan diskusi dan penyelidikan dengan memanfaatkan berbagai sumber informasi dan teknologi. Pemanfaatan teknologi untuk kolaborasi dapat membuat siswa lebih aktif dan termotivasi (Greenberg dan Nilssen, 2015).
- 3) Kreatifitas diperoleh siswa pada kegiatan menyajikan hasil diskusi dan pemecahan masalah yang mereka temukan. Kreatifitas diperlukan dalam menyajikan presentasi yang menarik dan mudah dipahami oleh orang lain.
- 4) *Problem solving* dikuasai saat siswa menyatukan semua informasi dan membangun pengetahuan baru.
- 5) Komunikasi dilakukan siswa pada saat kegiatan diskusi baik dengan teman satu tim ataupun dengan pihak lain. Komunikasi tidak sebatas menyampaikan pendapat dan menemukan kesepakatan dalam membangun pengetahuan baru, tetapi berbagi pengetahuan baru kepada pihak lain dan publik. Teknologi memperluas kesempatan siswa untuk berkomunikasi dan mendapatkan *feedback*.

SIMPULAN

Penerapan model *Problem Based Learning Berbasis TIK* dilakukan dengan mengintegrasikan alat-alat digital, alat komunikasi dan internet sebagai sarana untuk mengumpulkan informasi, melakukan diskusi, menganalisis dan membangun pengetahuan baru, menyajikan informasi dan pemecahan masalah serta melakukan refleksi dan evaluasi. Serangkaian tahapan PBL berbasis TIK memfasilitasi siswa untuk menguasai keterampilan literasi TIK yang terdiri dari *define, access, manage, integrate, evaluate, create dan communicate*. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam pelaksanaan PBL berbasis TIK juga membantu siswa mengembangkan *soft skills*, antara lain keterampilan berkomunikasi, kolaborasi, bekerjasama dalam tim, kreativitas, dan *problem solving*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, R. 2013. *Belajar Untuk Mengajar*. Terjemahan oleh Made Frida Yulia. Jakarta: Salemba Humanika.
- Arts JAR, Gijsselaers WH dan Segers MSR, 2002. Cognitive effects of an authentic computer-supported problem-based learning environment. *Instructional Science*, Vol. 30: 465-495.
- Barrows H dan Kelson AC, 1995. *Problem-Based Learning in Secondary Education and the Problem-Based Learning Institute (Monograph 1)*. Problem-Based Learning Institute, Springfield, IL (online) diakses pada 20 Januari 2017.
- Brandstorm C, 2011. *Using the Internet in Education-Strengths and Weaknesses: A Qualitative Study of teachers' opinions on the Use of Interet in Planning and Instruction*, Hogskalan, Gavle.
- Bindu CN, 2016. Impact of ICT on Teaching and Learning: A Literature Review. *International Journal of Management and Commerce Innovations*, Vol. 4: 24-31.
- Boud D dan Feletti G, 1991. *The Challenge of Problem Based Learning*. St. Martin's Press, New York
- Camp G, 1996. Problem-based learning: A paradigm shift or a passing fad?. *Med Educ Online*. Diakses melalui <http://www.utmb.edu/meo.pdf> pada 15 Januari 2017
- Donnelly R, 2005. Using T echnology to Support Project and Problem-based Learning. In T . Barrett & I. McClelland (Eds.) *Handbook of Enquiry and Problem-based Learning : Irish Case Studies and International Perspectives*: 157-178. NUI Galway . online diakses pada 20 Januari 2017.
- ETS (Educational Testing Service), 2002. *Digital Transformation: A Framework for ICT Literacy*. A Report of the International ICT Literacy Panel, Educational Testing Service. Princeton, NJ. (online) diakses pada: 10 April 2016.
- ETS (Educational Testing Service). 2005. *ICT Literacy: Equipping Students to Succeed in an Information Rich, Technology-Based Society*. A Report of the International ICT Literacy Panel, Educational Testing Service. Princeton, NJ. Akses pada: 8 September 2016.
- ETS (Educational Testing Service), 2007. *Digital Transformation: A Framework for ICT Literacy*. A Report of the International ICT Literacy Panel, Educational Testing Service. Princeton, NJ. diakses pada: 18 Januari 2017.
- Greenberg AD dan Nilssen AH, 2015. *The Role of Education in Building Soft Skill*. Wainrose Research, LLC. Diakses melalui <http://smartteh.com/media/research/wainhouse.pdf> pada tanggal 15 Januari 2017
- Hmelo-Silver CE, 2004. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?. *Educational Psychology Review*, Vol. 16: 235-266.
- Lant, K. M. 2001. *Information Literacy and Teaching With Technology*. Illinois: University of Illinois Faculty.
- Lemke C dan Edward CC, 1998. Technology in American Schools: Seven Dimensions for Gauging Progress. APolicymaker's Guide (online) www.mff.org/pnbs/ME158.pdf. diakses pada 15 Januari 2017.
- Lim C, 2005. *Integration Of Information Technology In The Problem-Based Learning Process* (online) melalui http://www.tp.edu.sg/staticfiles/TP/files/centres/pbl_cynthia_lim.pdf pada 18 Januari 2017
- Liu M, Williams D dan Pedersen S, 2002. Alien Rescue: A Problem-Based Hypermedia Learning Environment for Middle School Science. *Journal pf Educational Technology Systems*, Vol. 30: 255-270.
- Majid S, Liming Z, Tong S, dan Raihana S, 2012. Importance of Soft Skills for Education and Career Success. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education*, Vol. 2: 1036-1042.
- Martin F, 2004. Teaching Legal Problem Solving: A Problem-based Learning Approach Combined with a Computerised Generic Problem. *Legal Education Review*, Vol. 4: 77-92.

Peterson, Michael, 1997. *Skill to enhance problem based learning*. Med Educ Online. Diakses melalui <http://www.utmb.edu/meo> pada 15 januari 2017

Rhem J, 1998. Problem-Based Learning: An Introduction. The National Teaching & Learning Form (online) diakses melalui <http://www.ntlf.com> pada 18 januari 2017.

Tan OS, 2003. *Problem-based Learning Innovation: Using Problems to Power Learning in the 21st Century*. Singapore: Thomson Learning.

Uribe D, Klein JD dan Sullivan H, 2003. The effect of computer-mediated collaborative learning on solving ill-defined problems. *Journal of educational technology research and development*, Vol. 51: 5-19.

Utecht J, 2003. *Problem-Based Learning in the Student Centered Classroom (online)*. Diakses melalui <http://www.jeffutecht.com/docs/PBL.pdf> pada 18 januari 2017.





Jurusan Biologi FMIPA UNESA

ISBN 978-602-0951-16-4

