

E-ISSN: 2614-1558

P-ISSN: 2614-154X



BIOEDUSCIENCE

JURNAL PENDIDIKAN BIOLOGI & SAINS



Diterbitkan oleh:

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA



VOLUME 4

NOMOR 1

JUNI 2020

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Puji dan Syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, atas berkah dan karuniaNya, sehingga kami dapat menyelesaikan dan menerbitkan Jurnal BIOEDUSCIENCE, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.

Jurnal BIOEDUSCIENCE diterbitkan dua kali setahun pada bulan Juni dan Desember. Artikel yang dimuat merupakan hasil karya ilmiah dosen dan peneliti dalam bidang pendidikan biologi dan biologi. Kami berharap Jurnal BIOEDUSCIENCE dapat dimanfaatkan secara optimal oleh seluruh dosen, peneliti dan akademisi di seluruh Indonesia.

Kami mengucapkan terima kasih kepada Rektor beserta para Wakil Rektor, Para Pimpinan Fakultas, Direktur Sekolah Pascasarjana, Para Ketua Lembaga, Para Kepala Biro Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada para Editor dan Reviewer atas bantuannya dalam menyelesaikan terbitan ilmiah jurnal BIOEDUSCIENCE Volume 04 Nomor 01 tahun 2020. Kami menyadari dalam pembuatan jurnal elektronik ini masih terdapat kekuarangan, maka dari itu kami mengharapkan krtik dan saran dari berbagai pihak guna kebaikan jurnal ini.

Semoga jurnal ini memberi manfaat yang sebaik-baiknya, dan dapat memberikan sumbangan bagi pengembangan ilmu pengetahuan di Indonesia. Terima kasih

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Jakarta, Juni 2020
Chief Editor,

Susilo, Msi.

Dewan Editor

Chief Editor : Susilo, S.Pd., M.Si.

Editor : Suci Lestari, M.Pd
: Ranti An Nisa, M.Pd
: Rosi Ritonga, M.Pd

Copy Editor : Khotrunida, S.Pd
: Siti Zaenap, S.Pd
: Dina Hizhwati, S.Pd

Editorial Board : Meitiyani, M.Si
: Maryanti Setyaningsih, M.Si

1. Meitiyani, M.Si
2. Rizkia Suciati, M.Pd
3. Yuni Astuti, M.Pd
4. Maryanti Setyaningsih, M.Si

Reviewer

1. Prof. Dr. Yaya Rukayadi, Universitas Putra Malaysia
2. Sang Putu Kaler Surata, Universitas Mahasaraswati Denpasar
3. Rizkia Suciati, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka Jakarta, Indonesia
4. Yohanes Bare, Universitas Nusa Nipa, Indonesia
5. Ervan Johan Wicaksana, Universitas Jambi, Indonesia
6. Dr.Retno Widowati, Universitas Nasional Jakarta, Indonesia
7. Dewi Elfidasari, Universitas Al-Azhar Jakarta, Indonesia
8. Natalia Rosa Keliat, Universitas Kristen Satya Wacana, Surakarta, Indonesia
9. Dasrieny Pratiwi, Universitas Muhammadiyah Metro, Indonesia
10. Ilmi Zajuli Ichsa, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia
11. nsar Damopolii, Universitas Papua, Indonesia
12. Rivo Hasper Diment, Universitas Labuhan batu, Indonesia
13. Novi Febrianti, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, Indonesia
14. Diana Hernawati, Universitas Siliwangi, Indonesia
15. Hasria Alang, STKIP Pembangunan Indonesia, Makasar, Indonesia
16. Anip Dwi Saputro, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Indonesia
17. Turhadi, Pusat Penelitian Bioteknologi & Bioindustri Indonesia, Indonesia

Informasi jurnal

BIOEDUSCIENCE (p-ISSN: 2614-154X, e-ISSN: 2614-1558) adalah Open Access Journal yang diterbitkan oleh Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Fokus dan ruang lingkup jurnal **BIOEDUSCIENCE** mencakup seluruh bidang Pendidikan dan Ilmu Biologi (Bioscience), seperti keanekaragaman hayati, botani, zoologi, mikrobiologi, ekologi, bioteknologi, dan bidang terkait. **BIOEDUSCIENCE** dimaksudkan untuk mengkomunikasikan penelitian asli dan isu terkini mengenai bidang pendidikan biologi dan biologi.

Waktu Terbit : 30 Juni 2020

Alamat Redaksi : **Pendidikan Biologi,**
FKIP - Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
Jl. Tanah Merdeka, Pasar Rebo Jakarta Timur.

Telp. : 0817220185

Email : bioeduscience@uhamka.ac.id



© 2019 Oleh authors. Lisensi Bioeduscience, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Berdasarkan keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia
Nomor: 30/E/KPT/2019, Tanggal 11 November 2019, Jurnal BIOEDUSCIENCE:
Jurnal Pendidikan Biologi & Sains Terakreditasi Peringkat 3 (SINTA 3).**

DAFTAR ISI

Identifikasi dan Analisis Ketahanan terhadap Penyakit Embun Tepung pada Melon (<i>Cucumis melo</i> L.) Kultivar Meloni <i>Muhammad Alif Ishak, Budi Setiadi Daryono</i>	1-10
Catatan Beberapa Jamur Makro di Pulau Belitung: Deskripsi dan Potensinya <i>Ivan Permana Putra</i>	11-20
Hubungan antara Efikasi Diri dan Pengetahuan Lingkungan dengan Perilaku Bertanggung Jawab terhadap Lingkungan <i>Asrar Habibie</i>	21-26
Analisis Miskonsepsi Peserta Didik pada Materi Sistem Saraf Menggunakan <i>Four-Tier Diagnostic Test</i> <i>Tezar Rivaldo Pakpahan, Diana Hernawati, Ryan Ardiansyah</i>	27-36
Struktur 3D Protein Struktural VP1 pada <i>Enterovirus A71</i> Menggunakan Swiss-Model <i>Suprianto, I Made Budiarsa, Fatmah Dhafir</i>	37-47
Interaksi Molekuler Peptida Antimikrobia Lendir Kulit Ikan Lele Kuning (<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>) terhadap <i>Penicillin-Binding Protein 3</i> (PBP3) pada <i>Escherichia coli</i> secara <i>In silico</i> <i>Taufik Muhammad Fakih, Mentari Luthfika Dewi</i>	48-55
Hubungan Pelaksanaan Praktikum dan Keterampilan Generik Sains terhadap Hasil Belajar Peserta Didik <i>Berti Yolida, Ranthy Ajeng Damarwulan, Darlen Sikumbang</i>	56-65
Pengaruh Ekstrak Daun Tahi Kotok (<i>Tagetes erecta</i>) terhadap Mortalitas Nyamuk <i>Aedes</i> sp. sebagai Sumber Belajar Biologi dalam Bentuk Modul <i>Suharno Zen, Notty Elmar Yusup, Marlina Kamelia</i>	66-72
Keanekaragaman Jenis Paku-Pakuan (<i>Pteridophyta</i>) dan Kajian Potensi Pemanfaatannya di Cagar Alam Ulolanang Kecubung <i>Muhammad A'tourrohman, M. Akmal Surur, Riza Eka Nabila, Sinta Dewi Rahmawati, Siti Fatimah, Dian Naili Ma'rifah, Lianah</i>	73-82
Analisis Keterampilan Berpikir Kritis: Pengaruh Model Pembelajaran SiMaYang Berbantuan Concept Map Pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan <i>Laila Puspita, Reva Antika Putri, Komarudin</i>	83-90
Efektivitas Isolat <i>Actinomycetes</i> dari Tanah Kebun Raya Bogor sebagai Antifungi terhadap Pertumbuhan <i>Candida albicans</i> secara <i>In Vitro</i> <i>Rizqi Aminnullah, Meiskha Bahar, Hikmah Muktamiroh, Oktania Sandra</i> ...	91-97
Mengidentifikasi Miskonsepsi Mahasiswa Pendidikan Biologi pada Konsep Bioteknologi Hewan <i>Hilarius Jago Duda, Rahayu Esti Wahyuni, Antonius Edy Setyawan</i>	98-105

Identifikasi dan Analisis Ketahanan terhadap Penyakit Embun Tepung pada Melon (*Cucumis melo* L.) Kultivar Meloni

Identification and Analysis of Powdery Mildew Resistance in Melon (Cucumis melo L.) Cultivar Meloni

Muhammad Alif Ishak¹, Budi Setiadi Daryono^{1*}

¹Laboratorium Genetika dan Pemuliaan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Jalan Teknik Selatan, Sekip Utara, Yogyakarta, Indonesia, 55281

*Email Korespondensi: bs_daryono@mail.ugm.ac.id

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/411-104725>

Received: 02 Maret 2020 / Accepted: 31 Mei 2020 / Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Background: Kultivar tanaman melon yang tahan terhadap penyakit embun tepung diperlukan dalam upaya meningkatkan hasil produksi buah melon di Indonesia. Meloni merupakan kultivar melon unggul persilangan antara ♀ SL-3 dan ♂ PI 371795 hasil rakitan Laboratorium Genetika dan Pemuliaan, Fakultas Biologi UGM. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan tingkat ketahanan tanaman Meloni terhadap infeksi penyakit embun tepung dan mengidentifikasi jamur embun tepung yang menginfeksi tanaman Meloni berdasarkan karakter morfologisnya. **Metode:** Benih melon kultivar Meloni dikedambahkan dan ditanam di *screenhouse* PIAT UGM. Jamur embun tepung diinokulasikan ke daun setelah tanaman berusia ±2 minggu. Daun terinfeksi jamur embun tepung diskoring menggunakan *gridline* 3 hari sekali selama 6 minggu. Hasil skoring dikonversi ke *diseases index score*. Selanjutnya, jamur embun tepung diidentifikasi menggunakan karakter morfologis. **Hasil:** Berdasarkan hasil skoring diperoleh persentase tingkat infeksi jamur embun tepung terhadap tanaman Meloni berkisar 0,02 % hingga 32,18%. Hasil konversi ke *diseases index score* menunjukkan bahwa tanaman meloni memiliki tingkat ketahanan berkisar ke dalam skala 1-3. Berdasarkan hasil pengamatan karakter morfologis jamur embun tepung diperoleh 47 karakter, 14 karakter bersifat kuantitatif dan 33 karakter bersifat kualitatif. **Kesimpulan:** Melon kultivar Meloni mempunyai tingkat ketahanan yang bersifat toleran terhadap infeksi penyakit embun tepung. Berdasarkan karakter morfologis adanya *fibrosin bodies*, bentuk konidia ovoid dan posisi *germ tube* dibagian lateral konidia, jamur embun tepung yang menginfeksi tanaman Meloni diduga adalah *Podosphaera xanthii*. Melon kultivar Meloni diharapkan menjadi salah satu alternatif benih melon unggul asli Indonesia yang tahan terhadap infeksi hama dan penyakit tanaman khususnya penyakit embun tepung.

Kata kunci: Embun tepung; ketahanan; meloni; *Podosphaera xanthii*

Abstract

Background: A powdery mildew-resistant cultivar of melon is needed to increase melon yield crops. Meloni is a superior melon cultivar bred through a crossing between ♀ SL-3 and ♂ PI 371795, resulted in the Laboratory of Genetics and Breeding, Faculty of Biology, UGM. This study aimed to determine the level resistance of Meloni to powdery mildew infection and to identify the powdery mildew species that infected Meloni based on morphological characters. **Methods:** Meloni seeds were germinated and planted in the greenhouse of PIAT UGM. Powdery mildew spores were inoculated into the leaves after ±2 weeks of age. Leaf infected were scored using the gridline every 3 days for 6 weeks. Scoring results were converted to the disease index score. Furthermore, powdery mildew species were identified using morphological characters. **Results:** Based on the results of the scoring were obtained the percentage of powdery mildew infection rates against Meloni ranged from 0.02% to 32.18%. The results of the conversion to disease index score revealed that Meloni had a resistance level ranged from 1-3 scales. Based on observations of the morphological characters of powdery mildew were observed 47 characters, consisting of 14 quantitative characters and 33 qualitative characters. **Conclusions:** Meloni had a tolerance level of resistance to the powdery mildew infection. Based on the morphological characters with fibrosin bodies, conidia ovoid-shape and the position

of the germ tube in the lateral part of the conidia, powdery mildew that infected Meloni was expected as *P. xanthii*. Meloni can be expected as an alternative to superior melon seeds resistant to pest and disease infections especially powdery mildew.

Keywords: Meloni, *P. xanthii*, powdery mildew, resistance

Cara citasi: Ishak, M.A., Daryono, B.S. 2020. Identifikasi dan Analisis Ketahanan terhadap Penyakit Embun Tepung pada Melon (*Cucumis melo* L.) Kultivar Meloni. *BIOEDUSCIENCE*, 04(01): 01-10. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/411-104725>



© 2020 Oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Penyakit embun tepung (Inggris: *powdery mildew*) merupakan salah satu penyakit tanaman melon yang disebabkan oleh jamur Ordo *Erythiphales* dari Filum *Ascomycota*. Anggota Ordo ini sekitar 900 spesies dari 18 Genus yang hampir ditemukan di seluruh belahan dunia kecuali Antartika (Braun & Cook, 2012; Marmolejo, Siahhaan, Takamatsu, & Braun, 2018; Takamatsu, 2018). Ada 8 spesies jamur embun tepung dilaporkan menginfeksi tanaman melon di Asia, yaitu *Golovinomyces cichoracearum*, *G. orontii*, *Erysiphe pisi*, var. *pisi*, *E. polygoni*, *Leveillula taurica*, *Podosphaera xanthii*, *P. fuliginea*, dan *P. fusca* (Farr & Rossman, 2020). Sementara 2 diantara spesies tersebut yaitu *P. xanthii* dan *G. cichoracearum* pernah dilaporkan di Indonesia (Hong, Hossain, Kim, Park, & Nou, 2018; Kasiamdari, Riefani, & Daryono, 2016). Infeksi penyakit embun tepung dapat menyebabkan kemampuan berkembang pada tanaman menjadi berkurang dan menurunkan hasil panen seperti berkurangnya ukuran, jumlah dan kualitas dari buah (Junior, Nunes, Michereff, Pereira, & Guomaraes, 2011). Sebagian besar petani masih menggunakan fungisida untuk mengendalikan penyakit ini. Namun, penggunaan bahan kimia menjadi tidak efektif karena dapat menyebabkan jamur menjadi resisten. Pemakaian fungisida yang berlebihan untuk mengatasi infeksi ini mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan manusia dan menyebabkan pembengkakan biaya produksi.

Salah satu solusi efektif yang dapat dilakukan untuk mengontrol penyakit embun tepung adalah melalui pemuliaan tanaman dengan menggunakan kultivar tanaman yang resisten terhadap penyakit ini (Rabelo et al., 2017). Penelitian mengenai analisis ketahanan tanaman melon terhadap infeksi penyakit embun tepung sudah dilaporkan oleh beberapa peneliti (Aristya, Suryanto, Kasiamdari, & Daryono, 2013; C. Hong, Weiping, Junfen, & Jiping, 2015;

McCreight & Coffey, 2011). Berdasarkan Aristya & Daryono, (2013) dilakukan uji ketahanan terhadap penyakit embun tepung menggunakan tanaman melon kultivar Tacapa, PI 371795 dan Action 434. Tacapa merupakan melon kultivar unggul hasil *tescross* persilangan antara PI 371795 yang tahan terhadap infeksi jamur embun tepung dengan Action 434 yang tidak tahan terhadap jamur embun tepung tetapi memiliki kualitas buah yang baik. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, melon kultivar Tacapa tahan terhadap penyakit embun tepung yang diwariskan oleh PI 371795.

Pemuliaan terhadap tanaman melon telah berhasil dikembangkan di Laboratorium Genetika dan Pemuliaan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada (UGM) dengan menciptakan kultivar melon baru *Cucumis melo* L. cv. Meloni. Meloni merupakan hasil persilangan antara indukan melon betina SL-3 yang merupakan melon Sun Lady generasi ke-3 dengan indukan jantan PI 371795 (Daryono, El, & Al-Mughni, 2018). Sun Lady memiliki keunggulan yaitu rasa daging buah yang manis, tebal, buah keras, serat halus, dan beraroma harum (Ishak & Daryono, 2018). Sementara PI 371795 memiliki keunggulan sifat tahan terhadap infeksi penyakit embun tepung, namun memiliki rasa buah yang pahit (Aristya & Daryono, 2013). Persilangan antara ♀ SL-3 dan ♂ PI 371795 diharapkan mampu menghasilkan kultivar melon baru yang mewarisi karakter unggul dari kedua induknya terutama sifat ketahanan terhadap penyakit embun tepung.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan tingkat ketahanan tanaman Meloni terhadap infeksi penyakit embun tepung dan juga mengidentifikasi jamur penyebab penyakit embun tepung berdasarkan karakter morfologinya.

MATERI DAN METODE

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian ini meliputi benih melon kultivar Meloni yang diperoleh dari Laboratorium

Genetika dan Pemuliaan, Fakultas Biologi UGM, daun melon kultivar Hikapel Aromatik terinfeksi jamur embun tepung yang dikoleksi dari *screenhouse* di Pusat Inovasi Agroteknologi (PIAT) UGM, tanah, *polybag*, kompos, pupuk NPK, air kran, gliserol, *trypan blue*, tisu, dan kutex.

Alat yang digunakan antara lain nampan, koran, plastik mulsa, batang bambu, tali rafia, gembor, gunting, kertas mika, gelas benda dan penutup, jarum ose, kamera dan mikroskop.

Prosedur Penelitian

Pengecambahan, Penanaman dan Perawatan Tanaman Melon

Benih melon kultivar Meloni direndam dalam air kran selama satu malam. Kemudian diletakkan pada nampan yang diberi koran dan dibasahi dengan air kran, lalu diinkubasi selama 2-4 hari di ruangan tanpa cahaya hingga muncul akar primer (radikula). Setelah itu dipindahkan ke dalam *polybag* yang berisi campuran tanah dan kompos. Benih dibiarkan tumbuh dalam *polybag* hingga muncul daun selama ± 5-7 hari dan dipindahkan ke lahan yang sudah diolah. Kemudian dilakukan pemupukan dengan NPK pada setiap tanaman sampai masa pemanenan. Perawatan tanaman meliputi penyiraman, pemupukan, dan pencabutan gulma.

Inokulasi Jamur Embun Tepung dan Skoring

Inokulasi dilakukan setelah tanaman Meloni berusia ± 14 hari setelah tanam (HST). Inokulasi dilakukan pada 6 individu tanaman Meloni dengan mengusapkan daun yang terinfeksi jamur embun tepung dari daun Melon kultivar Hikapel PIAT UGM ke masing-masing 2 daun

pada setiap tanaman melon uji secara acak. Semua daun yang telah terinfeksi kemudian dilakukan skoring untuk menentukan tingkat infeksi 3 hari sekali selama 6 minggu. Skoring dilakukan dengan menggunakan *grid line* yang terbuat dari kertas mika berukuran 10 x 10 cm dan 20 x 20 cm. Kertas mika tersebut dibuat kotak-kotak kecil berukuran 0,5 x 0,5 cm.

Skoring dilakukan dengan menempelkan *grid line* pada daun yang telah terinfeksi jamur embun tepung. Persentase yang dihitung meliputi persentase tingkat infeksi daun, tanaman dan populasi (Daryono & Qurrohman, 2009).

Setelah diperoleh hasil skoring kemudian dicatat dalam tabel pengamatan dan ditentukan skala infeksi sesuai dengan Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Tingkat ketahanan tanaman melon terhadap infeksi jamur embun tepung pada uji sifat ketahanan (Fukino et al., 2004)

Diseases index score	Gejala
0	Tidak bergejala
1	1% - 10% luas daun bergejala
2	11% - 30% luas daun bergejala
3	31% - 50% luas daun bergejala
4	51% - 80% luas daun bergejala
5	81% - 100% luas daun bergejala

Berdasarkan skala *disease index* (DI) *score*, ketahanan suatu tanaman terhadap infeksi jamur embun tepung dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu *resistant group* (resisten) dengan skala DI *score* 0-1 atau dengan tingkat infeksi berkisar 0-10%, *moderately resistance group* (toleran) dengan skala DI *score* 2-3 atau dengan tingkat infeksi berkisar 11-50%, dan *susceptible group* (rentan) dengan DI *score* 4-5 atau dengan tingkat infeksi berkisar 51-100% (Fukino, Kunihiya, & Matsumoto, 2004).

$$\% \text{ infeksi pada daun} = \frac{\text{Jumlah kotak yang terinfeksi}}{\text{Jumlah kotak daun seluruhnya}} \times 100\%$$

$$\text{Tingkat infeksi pada 1 tanaman} = \frac{\text{Jumlah infeksi pada masing-masing daun}}{\text{Jumlah daun dalam 1 tanaman}} \times 100\%$$

$$\text{Tingkat infeksi pada 1 populasi} = \frac{\text{Jumlah infeksi pada masing-masing tanaman}}{\text{Jumlah tanaman dalam 1 populasi}} \times 100\%$$

Identifikasi Jamur Embun Tepung pada Melon Secara Morfologi

Pembuatan preparat jamur dimulai dengan menyiapkan gelas benda dan meneteskan 1 tetes

gliserol. Miselium jamur embun tepung diambil dari tanaman inang dengan jarum ose dan diletakkan pada tetesan gliserol. Hifa yang menggumpal dipisahkan, kemudian 1 tetes larutan

pewarna *trypan blue* ditetaskan dan dicampur secara merata dengan gliserol, didiamkan selama beberapa menit dan ditutup dengan gelas penutup. Pewarna yang keluar dari gelas penutup dihisap dengan tisu, kemudian di sekelilingnya diberi kutex agar preparat bertahan lama. Preparat diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 100x dan 400x.

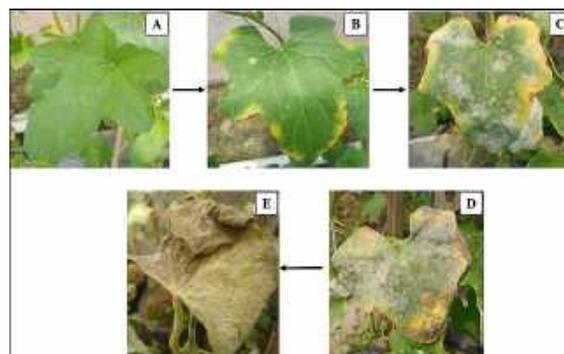
Hasil pengamatan dicatat berdasarkan karakter morfologisnya, antara lain warna dan pola koloni pada permukaan daun; letak dan sifat miselium pada daun; bentuk; warna; bentuk percabangan; ukuran; (rentangan panjang dan lebar) hifa; bentuk, jumlah dan letak posisi *hyphal appressoria*; kehadiran septa pada hifa; karakteristik konidiofor; misalnya ukuran (rentangan panjang dan lebar), bentuk, arah tumbuh dan warna konidiofor, bentuk dari sel kaki, ukuran (rentangan panjang dan lebar), bentuk dan warna konidia; bentuk dan kehadiran konidia primer (*primer conidia*) dan konidia sekunder (*second conidia*); kehadiran *fibrosin bodies*; ukuran (rentang panjang), jumlah, dan posisi *germ tube conidial*; ukuran (rentang panjang dan lebar) (Kasiamdari et al., 2016). Dilakukan dokumentasi dengan foto. Identifikasi dilakukan dengan mencocokkan pada gambar, jurnal-jurnal yang berhubungan dengan jamur embun tepung dan buku identifikasi.

HASIL

Uji Ketahanan Tanaman Meloni terhadap Infeksi Penyakit Embun Tepung

Analisis ketahanan tanaman Meloni terhadap infeksi jamur embun tepung dilakukan di *screenhouse* PIAT UGM. Hasil inokulasi jamur embun tepung terhadap melon kultivar Meloni ditunjukkan dengan kemunculan koloni jamur berwarna putih pada permukaan daun (Gambar 1).

Dari hasil pengamatan diperoleh persentase tingkat infeksi daun pada skoring pertama sebesar 0,375% dan sampai skoring terakhir tidak mengalami kenaikan yang signifikan yaitu 13,72%. Begitu pula dengan hasil pengamatan infeksi jamur embun tepung pada tingkat tanaman dan populasi. Pada tingkat tanaman, persentase tingkat infeksi pada skoring hari terakhir memperlihatkan hasil sebesar 1,82%. Sementara untuk tingkat populasi, persentase infeksi pada skoring terakhir menunjukkan hasil sebesar 32,18% (Tabel 2).



Gambar 1. Tahapan infeksi jamur embun tepung pada melon kultivar Meloni, A) daun melon sehat B) infeksi jamur embun tepung berawal hanya pada satu titik C) infeksi menyebar luas pada permukaan daun D) seluruh permukaan daun tertutup jamur embun tepung E) daun yang terinfeksi jamur embun tepung mengering

Kemudian persentase infeksi jamur embun tepung pada tingkat daun, tanaman, dan populasi dikonversi ke dalam *DI score* untuk mengetahui apakah tanaman Meloni termasuk ke dalam kategori resisten, toleran atau rentan terhadap infeksi penyakit embun tepung.

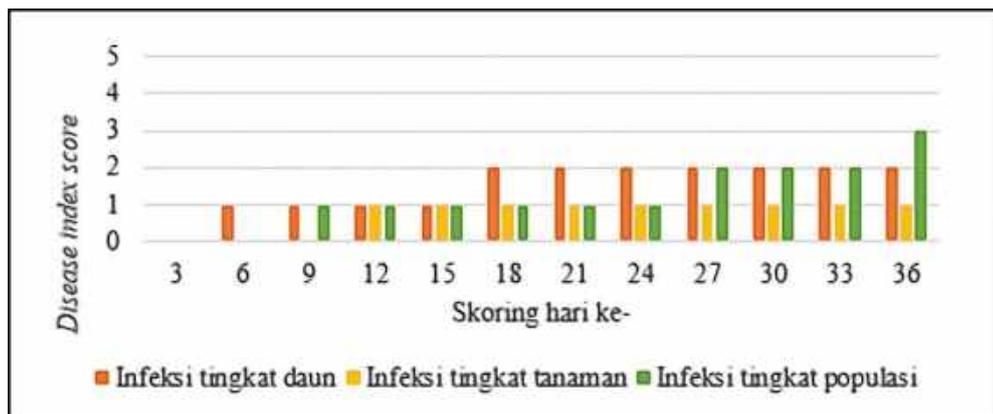
Tabel 2. Persentase infeksi jamur embun tepung pada tingkat daun, tanaman dan populasi melon kultivar Meloni (17-53 HST)

Skoring hari ke-	% Infeksi pada tingkat daun	% Infeksi pada tingkat tanaman	% Infeksi pada tingkat Populasi
3	0,375	0,02	0,06
6	1,85	0,14	0,52
9	7,15	0,66	2,88
12	9,64	1,03	5,41
15	10,96	1,19	7,58
18	11,80	1,22	8,11
21	12,22	1,22	8,90
24	12,23	1,25	10,92
27	12,62	1,26	15,79
30	12,86	1,29	19,72
33	12,99	1,57	24,88
36	13,72	1,82	32,18

Berdasarkan hasil konversi ke dalam *DI score* menunjukkan bahwa pengamatan hari ke-3 pada infeksi tingkat daun belum terlihat adanya gejala sehingga dapat diketahui tanaman masih resisten terhadap infeksi jamur embun tepung. Kemudian untuk pengamatan hari ke-6 sampai terakhir terlihat adanya gejala dengan tingkat ketahanan berkisar dalam skala 1-2. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa pada infeksi tingkat daun, tanaman Meloni toleran terhadap infeksi penyakit embun tepung. Kemudian pada infeksi tingkat tanaman menunjukkan bahwa pengamatan hari

ke-3 hingga ke-9 belum terlihat adanya gejala sehingga dapat diketahui tanaman masih resisten terhadap infeksi jamur embun tepung. Sementara untuk pengamatan hari ke-12 sampai terakhir memperlihatkan adanya gejala dengan tingkat ketahanan yang berkisar pada skala 1-2. Berdasarkan hasil ini, dapat diketahui bahwa pada tingkat tanaman, melon kultivar Meloni masih toleran terhadap infeksi penyakit embun tepung. Sementara pada infeksi tingkat populasi menunjukkan bahwa pengamatan hari ke-3 dan ke-6 belum terlihat adanya gejala sehingga memperlihatkan hasil bahwa tanaman masih

resisten terhadap infeksi jamur embun tepung. Kemudian untuk pengamatan hari ke-9 sampai ke-33 mulai menunjukkan adanya gejala dengan tingkat ketahanan yang berkisar pada skala 1-2. Berdasarkan hasil ini, tanaman Meloni masih toleran terhadap infeksi jamur embun tepung. Sementara pada pengamatan terakhir, infeksi meningkat dengan adanya gejala dengan tingkat ketahanan skala 3. Berdasarkan hasil ini dapat diketahui bahwa infeksi pada tingkat populasi, tanaman Meloni toleran terhadap infeksi penyakit embun tepung (Gambar 2).



Gambar 2. Diseases index score tanaman Meloni terhadap infeksi penyakit embun tepung pada tingkat daun, tanaman dan populasi

Identifikasi Jamur Embun Tepung pada Tanaman Meloni Secara Morfologis

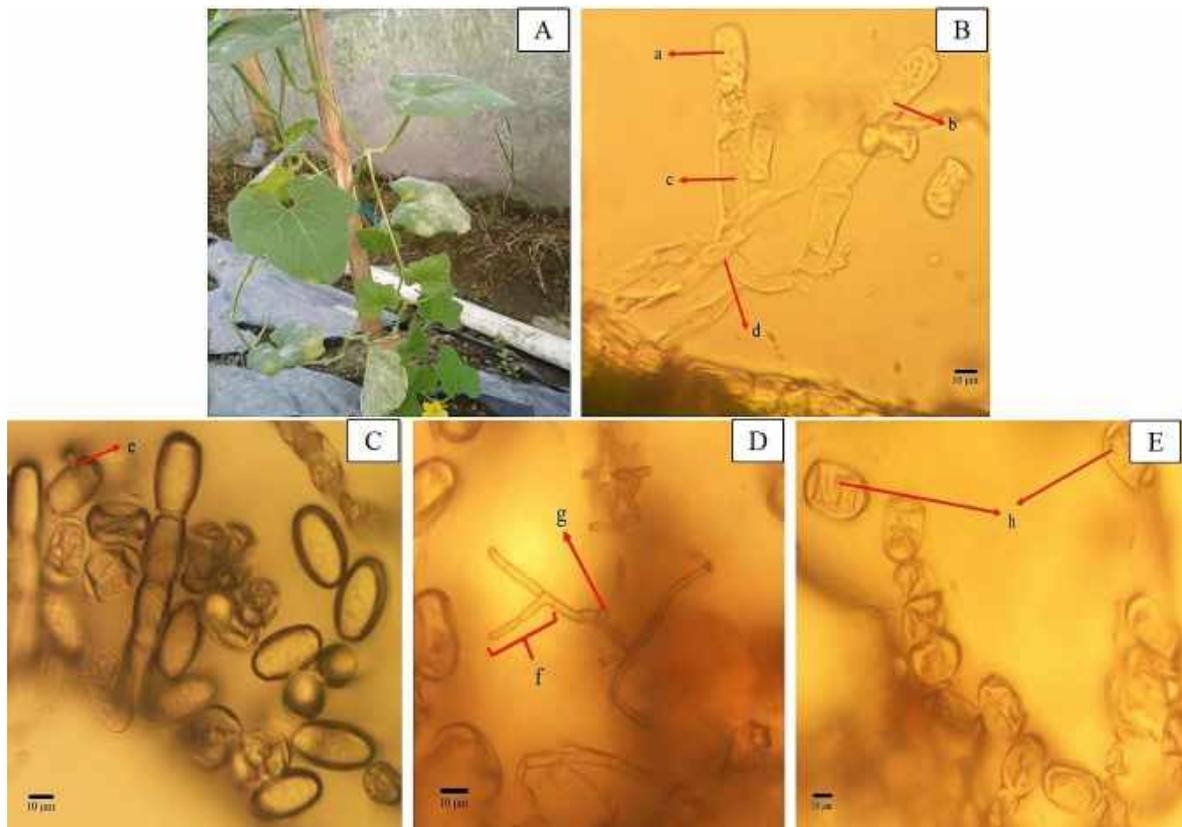
Identifikasi karakteristik morfologis jamur embun tepung yang diinfeksi ke tanaman Meloni dilakukan di Laboratorium Sistematika Tumbuhan, Fakultas Biologi UGM. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh 47 karakter yang terdiri dari 14 karakter bersifat kuantitatif dan 33 karakter bersifat kualitatif (Tabel 3). Berdasarkan hasil pengamatan memperlihatkan bahwa koloni jamur embun tepung berwarna putih sampai coklat, pola tidak teratur, miselium *epifil* (menumpang pada daun tanaman), *amphigenous* (tumbuh pada semua sisi), *hypophyllous* (tumbuh pada sisi bawah daun), *epiphyllous* (tumbuh pada sisi atas daun), hifa jelas bersekat, bentuk filamen, bercabang tidak teratur, bentuk lurus sampai bergelombang (*flexuous*), halus, transparan, terang, hialin (tidak berwarna), panjang 20,35-62,37 µm, lebar 2,62-3,81 µm, *appressoria* kecil, tunggal dan berbentuk *nipple* (puting), konidiofor tegak, lurus, tidak bercabang, panjang 49,93-77,07 µm, lebar 12,34-15,40 µm, konidiofor diikuti dengan 1-2 sel kaki pendek, sel kaki lurus sampai membengkok, bentuk silinder, panjang 63,29-

106,23 µm, lebar 6,41-8,37 µm, konidia satu sel, dinding tipis, halus sampai bergelombang, transparan, terang, hialin, 3-5 sel konidia menggabung dalam rantai pendek linier (*catenate*), konidia primer dan sekunder pada konidiofor, transparan, terang, hialin, bentuk *ellipsoid* (elips) sampai *ovoid* (bulat telur), konidia primer dan sekunder yang sudah lepas, bentuk mengkerut sampai membengkak, konidia tidak berflagella, *fibrosin bodies* didalam konidia, konidia berbentuk *ellipsoid* (elips), *ovoid* (bulat telur), sampai *doliiform* (agak silindris dengan bagian tengah memuncung), panjang 20,08-33,23 µm, lebar µm, dan ditemukan *germ tube* tunggal pada saat pengamatan dengan panjang 16,16-23,63 µm.

Berdasarkan hasil pengamatan karakter morfologis jamur embun tepung isolat Meloni PIAT UGM dan dibandingkan dengan isolat Berbah dari penelitian Kasiamdari et al., (2016), jamur embun tepung yang menyerang tanaman Meloni diduga sebagai spesies *P. xanthii*. Hal ini dikarenakan kemiripan karakter-karakter morfologis yang telah diamati. Karakter-karakter itu antara lain, adanya hifa yang memiliki *appressoria* kecil, tunggal dan berbentuk *nipple*,

konidia dalam rantai pendek linier (*catenate*), adanya *fibrosin bodies* pada konidia dan lain-lain (Gambar 3). Perbedaan jamur embun tepung pada sampel terletak pada panjang dan lebar hifa,

panjang dan lebar konidiofor, panjang dan lebar sel kaki pada basal konidiofor, panjang dan lebar konidia dan panjang *germ tube*.



Gambar 3. Karakter morfologis jamur embun tepung isolat PIAT UGM, A) tanaman yang terserang jamur embun tepung, B),C),D),E) karakter morfologi mikroskopis; a) konidia primer, b) konidia sekunder, c) konidiofor, d) sel kaki, e) *germ tube*, f) hifa bersekat, g) *appressoria*, h) *fibrosin bodies*; Bars 10 µm

Tabel 3. Hasil pengamatan karakter morfologis jamur tepung pada sampel PIAT UGM (1), *P. xanthii* isolat Berbah (Kasiamdari et al., 2016) (2)

No	Karakter	Sampel	
		Isolat 1	Isolat 2
1	Koloni Warna koloni Pola koloni pada daun	Putih-coklat Tidak teratur	Putih-coklat Tidak teratur
2	Miselium Sifat tumbuh miselium terhadap daun Letak tumbuh miselium	Epifil <i>Amphigenous</i> <i>Hypophyllous</i> <i>Epiphyllous</i>	Epifil <i>Amphigenous</i> <i>Hypophyllous</i> <i>Epiphyllous</i>
3	Hifa Bentuk hifa Ada/tidak percabangan hifa Bentuk percabangan hifa Ada/tidaknya septa Warna hifa Permukaan hifa Panjang (µm) Lebar (µm)	Filament Bercabang Bercabang Ada Hialin Lurus- <i>flexuous</i> 0,35-62,37 2,62-3,81	Filament Bercabang Bercabang Ada Hialin Lurus- <i>flexuous</i> 29-50 2-7,7
4	Appressoria hifa Ada/tidak adanya appressoria Jumlah Bentuk Letak tumbuh miselium	Ada Tunggal <i>Nipple</i> Salah satu sisi	Ada Tunggal <i>Nipple</i> Salah satu sisi

5	Sel kaki	Ada/tidak adanya sel kaki	Ada	Ada
		Permukaan	Lurus- <i>flexuosus</i>	Lurus- <i>flexuosus</i>
		Bentuk	Silinder	Silinder
		Jumlah	1-2	1-2
		Panjang (μm)	63,29-106,23	40-106
6	Konidiofor	Lebar (μm)	6,41-8,37	9-14,5
		Ada/tidak adanya konidiofor	Ada	Ada
		Arah tumbuh	Tegak lurus	Tegak lurus
		Warna konidiofor	Hialin	Hialin
		Bentuk percabangan	Tidak bercabang	Tidak bercabang
7	Konidia	Panjang (μm)	49,93-77,07	66,4-85,6
		Lebar (μm)	12,34-15,40	12,9-14,6
		Warna konidia	Hialin	Hialin
		Bentuk susunan konidia	Rantai linier	Rantai linier
		Jumlah sel konidia	3-5	3-5
		Dinding konidia	Tipis-halus-bergelombang	Tipis-halus-bergelombang
		Ada/tidak konidia primer & sekunder	Ada	Ada
		Letak konidia primer	Dipuncak rantai konidia	Dipuncak rantai konidia
		Bentuk konidia primer	Elips-ovoid-doliiform	Elips-ovoid-doliiform
		Warna konidia primer	Hialin	Hialin
		Letak konidia sekunder	Dipuncak rantai konidia	Dipuncak rantai konidia
		Bentuk konidia sekunder	Elips-ovoid-doliiform	Elips-ovoid-doliiform
		Warna konidia sekunder	Hialin	Hialin
		Panjang konidia (μm)	20,08-33,23	27-32
8	Germ tube	Lebar konidia (μm)	16,16-23,63	14,6-19
		Ada/tidak adanya <i>fibrosin bodies</i>	Ada	Ada
		Ada/tidak adanya <i>flagella</i>	Tidak ada	Tidak ada
8	Germ tube	Ada/tidak adanya germ tube	Ada	Ada
		Panjang (μm)	8,49	5,3-6,4
		Letak tumbuh	Lateral	Lateral
		Jumlah	Tunggal	Tunggal

PEMBAHASAN

Ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit merupakan faktor utama untuk menghasilkan produk yang maksimal. Tanaman yang memiliki kemampuan berproduksi tinggi tetapi rentan terhadap hama dan penyakit tidak dapat menghasilkan produk secara optimal. Melalui program persilangan, sifat ketahanan yang dibawa oleh gen-gen ketahanan dapat diwariskan dan digunakan secara efektif dalam mengembangkan kultivar yang tahan terhadap hama dan penyakit (Crowder, 1990; Daryono & Qurrohman, 2009; Fukino et al., 2004; Welsh, 1991). Meloni merupakan kultivar melon unggul yang dikembangkan oleh peneliti Laboratorium Genetika dan Pemuliaan, Fakultas Biologi, UGM. Meloni memiliki karakter buah berbentuk lonjong, ukuran buah besar dengan rata-rata panjang 18,04 cm dan lebar 11,07 cm, kulit buah halus tanpa net, warna kulit buah oranye kekuningan (Yellow Orange Group RHS 18 C), warna daging buah oranye terang (Orange Group RHS 26 D), dan memiliki tingkat kemanisan buah yang tinggi (7-16 °Brix) (Gambar 4) (Surat Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia, 2017).

Salah satu tujuan diciptakannya melon kultivar Meloni adalah untuk menghasilkan tanaman melon yang memiliki sifat ketahanan terhadap penyakit embun tepung. Oleh karena itu, uji ketahanan tanaman Meloni terhadap infeksi penyakit embun tepung dilakukan.



Gambar 4. Buah melon kultivar Meloni

Berdasarkan hasil skoring baik untuk tingkat infeksi pada daun, tanaman dan populasi menunjukkan bahwa kultivar Meloni tergolong ke dalam kelompok tanaman yang toleran terhadap infeksi penyakit embun tepung. Infeksi jamur embun tepung mulai meningkat seiring mendekati

masa panen. Hal ini disebabkan karena faktor fisiologis tanaman yang sudah tidak optimal. Infeksi dimulai dari daun yang paling tua dan semakin tua daun tanaman maka semakin cepat dan mudah tingkat infeksinya. Hal ini berhubungan dengan kemampuan regenerasi sel pada daun lebih tua yang tidak optimal sehingga semakin tua selnya semakin cepat rusak dan mati.

Mekanisme pertahanan tanaman Meloni terhadap infeksi penyakit embun tepung belum diketahui. Tumbuhan menggunakan berbagai macam mekanisme pertahanan untuk melawan infeksi dan penyakit oleh berbagai macam organisme patogen. Perlindungan secara mekanis atau kimiawi di lapisan epidermis atau jaringan tanaman merupakan perlindungan pertama untuk mencegah pertumbuhan dan perkembangan berbagai macam patogen. Patogen yang melewati perlindungan pertama ini menyebabkan adanya interaksi spesifik antara gen resisten tanaman dengan gen *Avirulence* (*Avr*) patogen yang menginduksi berbagai macam sistem pertahanan, antara lain kematian sel (*hypersensitive response*), lignifikasi dan pembentukan kalus, menghasilkan berbagai macam senyawa antimikrobia dan lainnya (Eckardt, 2004). Beberapa mekanisme pertahanan terhadap infeksi penyakit embun tepung pada melon sudah diusulkan. McCreight & Coffey, (2011) melaporkan bahwa melon kultivar PI 312970 memiliki 3 mekanisme pertahanan, yaitu mengurangi perkecambahan konidia dan pembentukan appressorium, *hypersensitive response*, dan *resistant blisters*. Rivera, Codina, Olea, de Vicente, & Perez-Garcia, (2002) menemukan bahwa terjadi induksi awal transkripsi enzim hidolitik β -1, 3-glucanase pada kultivar melon PMR-6 yang resisten terhadap infeksi penyakit embun tepung. Enzim ini dapat mendegradasi dinding sel dan menyebabkan kematian patogen.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan (Aristya & Daryono, 2013; Aristya et al., 2013; Daryono & Qurrohman, 2009), melaporkan bahwa tanaman PI 371795 memiliki sifat ketahanan yang resisten terhadap infeksi penyakit embun tepung. Hasil ini juga didukung penelitian Daryono, Aristya, & Kasiamdari, (2011) yang memberikan informasi bahwa gen resisten terhadap penyakit embun tepung (*Pm I*) berhasil terdeteksi pada melon PI 371795 sementara pada tanaman SL-3 tidak ditemukan. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa sifat ketahanan terhadap penyakit embun tepung pada melon kultivar PI 371795 berhasil diwariskan ke melon kultivar Meloni.

Penyakit embun tepung merupakan salah satu penyakit pada tanaman melon yang dapat mengurangi tingkat keberhasilan petani bahkan menyebabkan gagal panen dalam produksi buah melon dalam negeri. Agen penyebab jamur embun tepung yang telah dilaporkan menginfeksi tanaman melon di Indonesia ada dua, yaitu *P. xanthii* dan *G. cichoracearum* (Kasiamdari et al., 2016). Kedua spesies jamur ini memiliki perbedaan dalam tingkat virulensinya saat menyerang tanaman melon dan berbeda dalam tingkat sensitivitasnya terhadap fungisida (Davis, Levi, Wehner, & Pitrat, 2006). Oleh karena itu sangat penting dilakukan identifikasi karakteristik morfologis jamur embun tepung untuk mengetahui pengendalian yang efektif dari penyakit ini.

Berdasarkan hasil pengamatan karakteristik morfologis jamur embun tepung isolat Meloni, karakter yang dapat diamati berupa tahapan *anamorph* (aseksual) dan untuk tahapan *teleomorph* (seksual) seperti keberadaan askus, klestotesium, askospora, dan *appendages* tidak dapat teramati. Hal ini dikarenakan daur hidup jamur embun tepung di daerah tropis tidak mempunyai stadium sempurna yang membentuk askokarp (tubuh buah yang mengandung askospora) yang berguna untuk mempertahankan diri pada musim dingin. *Anamorph P. xanthii* dan *G. cichoracearum* sama yaitu *Oidium* spp., (Stadnik, M. J., Kobori, R. F., & Bettioli, 2001). Namun, kedua spesies ini dapat dibedakan secara morfologis dengan pengamatan pada karakter bentuk konidia, posisi munculnya *germ tube* pada konidia dan kehadiran *fibrosin bodies* (Stadnik, M. J., Kobori, R. F., & Bettioli, 2001; Vakalounakis, Klironomou, & Papadakis, 1994). Kehadiran *fibrosin bodies* di konidia merupakan karakteristik penting untuk mengidentifikasi spesies *P. xanthii* (Ramos, Maruthachalam, K. McCreight, & Estrada, 2012). Kehadiran *fibrosin bodies* menunjukkan bahwa spesies jamur embun tepung teridentifikasi adalah *P. xanthii*, sedangkan *G. cichoracearum* tidak memiliki *fibrosin bodies*. Berdasarkan bentuk konidianya, *P. xanthii* mempunyai bentuk konidia ovoid, sedangkan *G. cichoracearum* secara umum mempunyai bentuk konidia yang silindris memanjang. Sementara berdasarkan posisi *germ tube* pada konidia, *P. xanthii* memiliki *germ tube* dibagian lateral/sisi konidia, sedangkan *germ tube* pada *G. cichoracearum* berada dibagian apikal baik sisi atas atau bawah konidia (Xue-zheng, Ping, Fei-shi, Hong-yan, & Ying-yuan, 2013). Cho, Choi, Han, & Shin (2017) juga berhasil mengidentifikasi

spesies *P. xanthii* pada tanaman *Peperomia tetragona* yang memiliki karakter morfologis yang sama menyerang pada tanaman Meloni antara lain, mempunyai bentuk hifa lurus hingga *flexuous* (bergelombang) serta bercabang, *appressoria* hifa berbentuk *nipple*, konidiofor tegak muncul dari bagian atas hifa, menghasilkan 2-5 konidia dalam suatu rantai, sel kaki konidiofor lurus, berbentuk silinder, konidia tidak berwarna (*hyalin*) berbentuk ellipsoid-ovoid, mengandung *fibrosin bodies*, dan memiliki *germ tube* sederhana yang muncul dari sisi lateral konidia.

Kasiamdari et al., (2016) melakukan karakterisasi secara molekular (filogenetik) untuk memastikan bahwa spesies jamur isolat Berbah merupakan *P. xanthii* dengan metode ITS rDNA menggunakan primer ITS 1 dan ITS 4. Dari hasil karakterisasi molekular tersebut diperoleh hasil *sequences* rDNA dengan panjang 562 bp hingga 704 bp. Hasil *sequences* ini dikonfirmasi pada *GenBank* dan didapatkan bahwa spesies jamur embun tepung yang ada di Pulau Jawa memiliki tingkat similaritas 98% hingga 99% dengan *sequences* jamur embun tepung yang berasal dari USA yang teridentifikasi sebagai *P. xanthii*.

Potensi melon kultivar Meloni sebagai melon yang tahan terhadap infeksi penyakit embun tepung dapat dikaji lebih lanjut dengan mempelajari pola pewarisan sifat ketahanan tanaman dan penggunaan kontrol positif dan negatif terhadap infeksi penyakit ini. Mempelajari mekanisme pertahanan tanaman dan deteksi gen ketahanan terhadap infeksi penyakit embun tepung pada melon kultivar Meloni perlu dilakukan. Selain itu, identifikasi spesies jamur embun tepung secara molekular diperlukan untuk memastikan bahwa jamur embun tepung yang ditemukan adalah *P. xanthii*.

KESIMPULAN

Melon kultivar Meloni mempunyai tingkat ketahanan yang toleran terhadap infeksi penyakit embun tepung. Berdasarkan karakter morfologisnya diketahui bahwa spesies jamur embun tepung yang menginfeksi tanaman Meloni memiliki karakter yang mirip dengan *P. xanthii*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai melalui Program Pengembangan Teknologi Industri-PPTI 2017, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi RI No. 4/II/PPK/E/E4/2017. Ucapan terimakasih disampaikan kepada Djoko Sulis Setiyono yang telah membantu dalam proses

pengambilan data dan teman-teman Tim Gama Melon yang telah membantu dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Aristya, G. R., & Daryono, B. S. (2013). Pengembangan dan Pewarisan Sifat Ketahanan Penyakit *Powdery Mildew* pada Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.) var. Tacapa. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pemerintah Daerah DIY*, 7(7), 47–52.
- Aristya, G. Z., Suryanto, E., Kasiamdari, R. S., & Daryono, B. S. (2013). Seleksi Ketahanan Kultivar Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.) Terhadap Jamur Tepung (*Powdery Mildew*) Isolat Ngawi. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan*, 8(8), 15–30.
- Braun, U., & Cook, R. T. A. (2012). *Taxonomic Manual of the Eryshipales (Powdery Mildews)*. Utrecht: CBS KNAW fungal Biodiversity Center.
- Cho, S. E., Choi, I. Y., Han, K. S., & Shin, H. D. (2017). First record of *Podosphaera xanthii* on *Peperomia tetragona*. *Australasian Plant Diseases Notes*, 12(1), 31.
- Crowder, L. V. (1990). *Genetika Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Daryono, B. S., Aristya, G. R., & Kasiamdari, R. S. (2011). Development of random amplified polymorphism DNA markers linked to powdery mildew resistance gene in Melon. *Indonesian Journal of Biotechnology*, 16(2), 76–82. <https://doi.org/10.22146/ijbiotech.7837>
- Daryono, B. S., El, V. A., & Al-Mughni, E. W. (2018). Phenotypic characters stability of melon (*Cucumis melo* L. Meloni cultivar). *The Proceeding of the 2nd International Conference on Tropical Agriculture*, 141–149. Yogyakarta.
- Daryono, B. S., & Qurrohman, M. T. (2009). Pewarisan sifat ketahanan tanaman melon (*Cucumis melo* L.) terhadap *powdery mildew* (*Podosphaera xanthii* (Castag.). Braun et Shishkoff). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 15(1), 1–6. <https://doi.org/10.22146/jpti.11758>.
- Davis, A. R., Levi, A., Wehner, T., & Pitrat, M. (2006). PI 525088-PMR, a melon race 1 powdery mildew resistant watermelon line. *HortScience*, 41(7), 1527–1528. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.7.1527>
- Eckardt, N. A. (2004). Aminotransferases confer “enzymatic resistance” to downy mildew in melon. *Journal of Experimental Botany*, 54(384), 1069–1074.
- Farr, D. F., & Rossman, A. Y. (2020). Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections,.

- Retrieved March 20, 2020, from ARS, USDA. website: <https://nt.ars-grin.gov/fungalatabases/>
- Fukino, N., Kunihiya, M., & Matsumoto, S. (2004). Characterization of recombinant inbred lines derived from crosses in melon (*Cucumis melo* L.), 'PMAR NO.5' x 'Harukei No.3'. *Breeding Science*, 54(2), 141–145.
- Hong, C., Weiping, K., Junfen, L., & Jiping, L. (2015). Analysis of powdery mildew resistance in wild melon MLO mutants. *Horticultural Plant Journal*, 1(3), 165–171.
- Hong, Y.-J., Hossain, M. R., Kim, H.-T., Park, J.-I., & Nou, I.-S. (2018). Identification of two new races of *Podosphaera xanthii* causing powdery mildew in melon in South Korea. *The Plant Pathology Journal*, 34(3), 182–190. Retrieved from <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.12.2017.0261>
- Ishak, M. A., & Daryono, B. S. (2018). Kestabilan karakter fenotip melon (*Cucumis melo* L. 'Sun Lady') hasil budidaya di dusun Jamusan, Prambanan, D.I.yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek III*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah.
- Junior, R. S., Nunes, G. H., Michereff, S. J., Pereira, E. W. L., & Guomaraes, I. M. (2011). Reaction of families and lines of melon to powdery mildew. *Horticultura Brasileira*, 29(3), 382–386.
- Kasiandari, R. S., Riefani, M. K., & Daryono, B. S. (2016). The occurrence and identification of powdery mildew on melon in Java, Indonesia. *AIP Conference Proceeding 1744, 0200050(2016)*. Retrieved from <https://doi.org/10.1063/1.4953524>
- Marmolejo, J., Siahaan, S. A. S., Takamatsu, S., & Braun, U. (2018). Three new records of powdery mildews found in Mexico with one genus and one new species proposed. *Mycoscience*, 59(1), 1–7. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.myc.2017.06.010>
- McCreight, J. D., & Coffey, M. D. (2011). Inheritance of resistance in melon PI 313970 to cucurbit powdery mildew incited by *Podosphaera xanthii* race s. *HortScience*, 46(6), 838–840. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.6.838>
- Rabelo, H. O., Santos, L. S., Diniz, G. M., Marin, M. V., Braz, L. T., & D., M. J. (2017). Cucurbits powdery mildew race identity and reaction of melon genotypes. *Pesq. Agropec. Trop*, 47(4), 440–447.
- Ramos, C. B., Maruthachalam, K. McCreight, J. D., & Estrada, R. S. G. (2012). *Podosphaera xanthii* but not *Golovinomyces cichoracearum* infects cucurbits in a greenhouse at Salinas, California. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 33(1), 24–28.
- Rivera, M. E., Codina, J. C., Olea, F., de Vicente, A. D., & Perez-Garcia, A. (2002). Differential expression of β -1,3-glucanase in susceptible and resistant melon cultivars in response to infection by *Sphaerotheca fusca*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 61(5), 257–265. <https://doi.org/10.1006/pmpp.2002.0436>
- Stadnik, M. J., Kobori, R. F., & Bettiol, W. (2001). (2001). *Oídios de curcubitáceas*. In M. J. Stadnik, M. C. Rivera (Ed.), *Oídios*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente.
- Surat Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia, M. (2017). *Deskripsi Melon Varietas Meloni*. Jakarta: Direktur Jenderal Hortikultura.
- Takamatsu, S. (2018). Studies on the evolution and systematics of powdery mildew fungi. *Journal of General Plant Pathology*, 84, 422–426. <https://doi.org/10.1007/s10327-018-0805-4>
- Vakalounakis, D. J., Klironomou, E., & Papadakis, A. (1994). Species spectrum, host range and distribution of powdery mildews on cucurbitaceae in Crete. *Plant Pathology*, 43(6), 813–818.
- Welsh, J. R. (1991). *Dasar-Dasar Genetika dan Pemuliaan Tanaman* (J. P. Mogeia, Ed.). Jakarta: Erlangga.
- Xue-zheng, W., Ping, X. B. W., Fei-shi, L., Hong-yan, M., & Ying-yuan, M. (2013). Identification of powdery mildew pathogen and ribosomal DNA-ITS sequence analysis on melon. *Journal of Northeast Agricultural University*, 20(4), 10–18.

Catatan Beberapa Jamur Makro di Pulau Belitong: Deskripsi dan Potensinya

Note on Macro Fungi on Belitong Island: Description and Potential

Ivan Permana Putra^{1*}

¹ Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Indonesia

*Email Koresponden: ivanpermanaputra@apps.ipb.ac.id

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4111-204416>

Received: 20 Februari 2020 | Accepted: 16 Mei 2020 | Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Background: Penelitian jamur makro dilaksanakan di hutan Desa Kelubi, Pulau Belitong. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyediakan informasi mengenai keberadaan jamur-jamur makro di Pulau Belitong dan studi mengenai potensi pemanfaatannya di masa mendatang. **Metode:** Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap penelitian yaitu observasi, identifikasi, dan studi literatur potensi jamur makro yang berhasil dideskripsikan. **Hasil:** Sebanyak 12 jamur makro berhasil diidentifikasi dan dideskripsikan pada penelitian ini. Jamur tersebut terbagi ke dalam 6 ordo dan 12 famili. Seluruh jamur termasuk kedalam dua filum, Basidiomycota dan Ascomycota yakni : *Cyathus* sp., *Bolbitius* sp., *Cortinarius* sp.1, *Cortinarius* sp.2, *Entoloma* sp., *Cyptotrampa* sp., *Collybia* sp., *Auricularia* sp., *Gastroboletus* sp., *Craterellus* sp., *Lentinus* sp., dan *Daldinia* sp. Jamur yang ditemukan diketahui memiliki potensi bahan pangan, obat, mikobion pembentuk mikoriza, dan juga berperan penting sebagai dekomposer di ekosistem. **Kesimpulan:** Pulau Belitong memiliki kekayaan jenis jamur yang unik dan belum pernah di deskripsikan dalam bentuk laporan ilmiah. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan pada berbagai wilayah guna mengetahui keragaman dan potensi pemanfaatan jamur yang ada.

Kata kunci: Jamur makro; deskripsi; potensi; Pulau Belitong

Abstract

Background: This research was carried out in the forest of Kelubi Village, Belitong Island. The purpose of this research aimed to provide information about the presence of macroscopic fungi in Belitong Island and study of its potential utilization in the future. **Methods:** This research was divided into three stages namely: observation, identification, and study of macroscopic fungi in term of potential utilization. **Results:** A total of 12 macro fungi were identified and described in this study. The macro fungi were divided into 6 order and 12 famili. All mushrooms included in the two phyla, Basidiomycota and Ascomycota, namely: *Cyathus* sp., *Bolbitius* sp., *Cortinarius* sp.1, *Cortinarius* sp.2, *Entoloma* sp., *Cyptotrampa* sp., *Collybia* sp., *Auricularia* sp., *Gastroboletus* sp., *Craterellus* sp., *Lentinus* sp., and *Daldinia* sp. The macro fungi found is known to have potential for food, medicine, mycorrhizal, and also plays an important role as a decomposer in the ecosystem. **Conclusions:** Belitong Island has unique types of macro fungi and has never been described in the form of scientific reports. Therefore, further research is needed in various regions in order to determine the diversity and potential use of the existing macro fungi.

Keywords: Macro fungi; description; potency; Belitong Island

Cara citasi: Putra, I.P. 2020. Catatan Beberapa Jamur Makro di Pulau Belitong: Deskripsi dan Potensinya. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 04(01): 21-20. Doi: <http://dx.doi.org/110.29405/j.bes/4111-204416>



© 2020 Oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Jamur merupakan organisme yang telah lama dikenal sebagai makhluk yang unik, ditemukan di berbagai ekosistem, dan umumnya sulit di teliti terkait dengan siklus hidup yang sangat singkat. Jamur makro adalah organisme heterotrof, kosmopolitan, bervariasi dalam bentuk, ukuran, fisiologi, dan reproduksinya. Jamur telah didefinisikan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Semua definisi yang ada merujuk kepada tubuh buah yang ukurannya cukup untuk dilihat dengan mata telanjang dan bisa di ambil dengan tangan (Anon, 2005). Secara taksonomi, jamur makro adalah anggota Ascomycota dan Basidiomycota (Mueller et al., 2007).

Informasi mengenai keragaman jamur makro merupakan bagian penting dari keragaman fungi di dunia. Estimasi mengenai jumlah keseluruhan spesies fungi yang ada adalah sebanyak 140.000 jenis dan hanya sepersepuluhnya yang sudah diidentifikasi (Hawksworth, 2001). Laporan tersebut diperbaharui oleh Blackwell, (2011) yang menyatakan bahwa sebanyak 70.000 spesies fungi telah diketahui dari sejumlah 1.500.000 jenis yang berada di alam. Sebagian besar informasi mengenai keragaman jamur dan buku panduan identifikasinya berasal dari negara empat musim.

Indonesia merupakan salah satu negara tropis dengan keanekaragaman organisme yang tinggi. Hawksworth, (2001) berasumsi bahwa keragaman jamur di tempat tropis jauh lebih tinggi dibandingkan dengan negara temperate, namun dokumentasinya belum dilakukan baik. Hingga saat ini, inventarisasi jamur di Indonesia belum dilaksanakan secara sistematis. Indonesia belum memiliki checklist jamur seperti yang sudah dilakukan oleh Malaysia (See et al., 2008) dan Vietnam (Kiet, 2008). Dari sudut pandang mikologiwan, keragaman jamur sering terabaikan dalam inventarisasi keragaman makhluk hidup pada berbagai ekosistem di Indonesia. Beberapa mikologiwan dan mikologiwati telah memulai upaya pencatatan jenis jenis jamur di Indonesia baik pada daerah hutan alamai ataupun wisata

(Putra, Amelya, Nugara, & Zamia, 2019; Putra, Mardiyah, Amalia, & Mountara, 2017; Putra, Sitompul, & Chalisya, 2018; Putra, Nasrullah, & Dinindaputri, 2019; Retnowati, 2004, 2007, 2011, 2015; Susan & Retnowati, 2018).

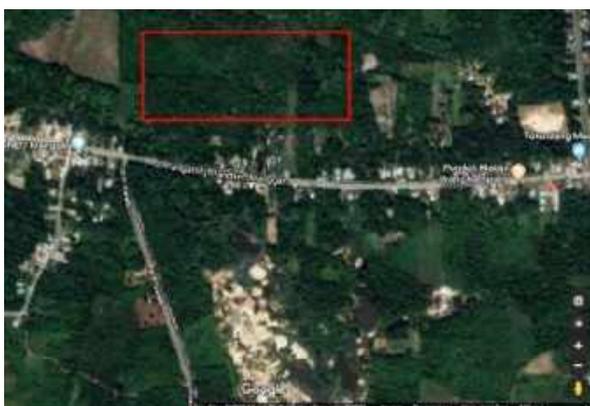
Di samping itu, jamur merupakan organisme yang memiliki peranan penting dalam ekosistem sebagai pendekomposer yang handal. Pemanfaatan jamur juga telah banyak dilakukan dalam bidang industri, pertanian, obat, makanan, tekstil, dan bioremediasi (Conley, 2002; Krzywinski et al., 2009; Manzi, Marconi, Aguzzi, & Pizzoferrato, 2004; Pagiotti et al., 2010). Sebagai langkah awal untuk mengoptimalisasikan pemanfaatan dan potensi jamur di Indonesia, maka pencatatan jamur perlu dilakukan di berbagai tempat di Indonesia.

Pulau Belitong merupakan salah satu pulau penghasil timah sekaligus objek destinasi wisata dunia saat ini. Kerusakan hutan akibat aktivitas penambangan dan mobilisasi wisatawan setiap tahunnya perlu diberikan perhatian lebih terutama pada keragaman jamur makro yang ada di pulau tersebut. Hingga saat ini, laporan ilmiah mengenai jamur di Pulau Belitong belum tersedia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyediakan informasi mengenai keberadaan jamur-jamur makro di Pulau Belitong dan studi mengenai potensi pemanfaatannya di masa mendatang.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di desa Kelubi, Pulau Belitong (Gambar 1) pada bulan Juni 2017. Pengumpulan data jenis jamur dilakukan dengan opportunistic sampling method. Identifikasi jamur dilakukan dengan menggunakan karakter makroskopik dengan bantuan loupe merujuk pada (Putra et al., 2018). Parameter identifikasi makroskopik meliputi cara tumbuh, bentuk tubuh buah, hygrophnous, warna tudung (cap) ketika tubuh buah muda dan tua, diameter cap, bentuk atas dan bawah pada cap, permukaan cap, tepian cap, margin cap, tingkat kebasahan, tipe himenofor (lamela, pori, gigi) meliputi : cara menempel pada stipe, panjang, jarak antar baris, dan margin. Karakter lain yang diobservasi adalah

bentuk stipe, warna stipe (ketika muda dan tua), diameter dan panjang stipe, permukaan stipe, posisi penempelan pada cap, tipe penempelan stipe pada substrat, penampang stipe, partial veil dan universal veil, tekstur tubuh buah, bau, rasa, serta informasi penggunaannya sebagai bahan pangan (edibel atau non edible) melalui wawancara dengan key person dan studi literatur untuk mendapatkan data mengenai pengetahuan lokal yang berhubungan dengan pemanfaatan jamur di kawasan tersebut. Sampel jamur diidentifikasi dengan menggunakan beberapa acuan identifikasi diantaranya Arora, (1986); Largent, (1977); dan Desjardin, Wood, & Stevens, (2015).



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

HASIL

Kondisi kelembapan relatif di lokasi penelitian ialah 76-80% dengan suhu berkisar

antara 27-30°C. Kondisi tersebut mampu mendukung pertumbuhan dan perkembangan jamur (Carlile, Watkinson, & Gooday, 2001). Sebanyak 12 jamur makro berhasil diidentifikasi dan dideskripsikan pada penelitian ini. Jamur tersebut terbagi ke dalam 6 ordo dan 12 Famili (Tabel 1). Seluruh jamur termasuk kedalam dua Filum yaitu *Basidiomycota* dan *Ascomycota*. Anggota *Basidiomycota* yang berhasil dikoleksi sebanyak 5 Ordo dan terdiri dari 11 Famili dan sisanya adalah *Ascomycota* (Tabel 1). Hasil identifikasi menunjukkan terdapat 11 jenis jamur *Basidiomycota* yaitu *Cyathus sp.*, *Bolbitius sp.*, *Cortinarius sp.1*, *Cortinarius sp.2*, *Entoloma sp.*, *Cyptotrama sp.*, *Collybia sp.*, *Auricularia sp.*, *Gastroboletus sp.*, *Craterellus sp.*, dan *Lentinus sp.* Anggota *Ascomycota* yang berhasil dikoleksi adalah *Daldinia sp.* Masing-masing jamur memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Penelitian ini dilaksanakan pada musim dimana jamur-jamur edibel liar yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat lokal belum tumbuh sehingga informasi mengenai potensi dilakukan dengan studi literatur. Tulisan ini merupakan laporan ilmiah pertama mengenai jamur makro di Pulau Belitung. Semua deskripsi jamur yang dituliskan merupakan hasil pengamatan pada penelitian ini. Berikut merupakan spesies yang diidentifikasi, potensi pemanfaatan, beserta karakter morfologi makroskopisnya.

Tabel 1. Posisi taksonomi jamur makro di Desa Kelubi, Pulau Belitung

Filum	Kelas	Ordo	Famili	Spesies
Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Agaricaceae	<i>Cyathus sp.</i>
			Bolbitiaceae	<i>Bolbitius sp.</i>
			Cortinariaceae	<i>Cortinarius sp.1</i>
			Cortinariaceae	<i>Cortinarius sp.2</i>
			Entolomataceae	<i>Entoloma sp.</i>
			Physalacriaceae	<i>Cyptotrama sp.</i>
			Tricholomataceae	<i>Collybia sp.</i>
		Auriculariales	Auriculariaceae	<i>Auricularia sp.</i>
		Boletales	Boletaceae	<i>Gastroboletus sp.</i>
		Cantharellales	Cantharellaceae	<i>Craterellus sp.</i>
		Polyporales	Polyporaceae	<i>Lentinus sp.</i>
Ascomycota	Sordariomycetes	Xylariales	Hypoxylaceae	<i>Daldinia sp.</i>

PEMBAHASAN

Cyathus sp.

Cyathus atau dikenal juga dengan nama jamur terompet atau jamur sarang burung sering ditemukan di berbagai ekosistem termasuk hutan. Tubuh buah *Cyathus sp.* yang ditemukan pada penelitian ini belum mencapai fase dewasa (gambar 2). Jamur ini tumbuh berkelompok dengan berbagai ukuran basidiokarp (0.5-2 cm) pada substrat berupa tanah berhumus. Tubuh buahnya memiliki peridium dengan warna dominan coklat dengan ornamen berupa sisik kecil yang meruncing (gambar 2). Ketika dewasa peridium akan terbuka dan didalamnya akan terlihat beberapa peridiol yang berisi basidiospora (Arora, 1986). Observasi lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi spesies dari pertelaan *Cyathus* pada penelitian ini. Hingga saat ini, belum ditemukan informasi mengenai penggunaan jamur ini oleh masyarakat lokal di lokasi penelitian ini. Beberapa penelitian telah mengkonfirmasi potensi dari jamur ini. Wei et al. (2018) melaporkan bahwa jenis *Cyathus africanus* memiliki aktivitas *anti-neuroinflammatory* sehingga sangat bermanfaat di bidang kesehatan.



Gambar 2. Karakter Identifikasi Makroskopis *Cyathus sp.*

Bolbitius sp.

Bolbitius sp. ditemukan tumbuh secara berkelompok dengan jarak yang berdekatan pada substrat tumbuhan pisang yang telah roboh (Gambar 3a). Jamur ini memiliki bentuk tubuh buah berupa tudung (*cap*) berlamela dan bertangkai (*stipe*). Tudung berwarna coklat, berdiameter kurang dari 1 cm saat muda (Gambar 3b) dan berkisar antara 3-4 cm saat dewasa (Gambar 3d). Tudung berbentuk *conical* saat

muda dan flat dengan *umbo* pada bagian tengah saat dewasa. Permukaan tudung berserat (*radially fibrillose*) dengan sisaan membran *universal veil* yang tersebar pada seluruh bagiannya. Tepian tudung sedikit bergerigi dengan margin sedikit melengkung (*incurved*) (Gambar 3c). Jamur ini memiliki tipe himenofor berupa lamela yang menempel pada stipe dengan jarak yang sempit, panjang lamela 1,5-2 cm, jarak antar baris rapat dengan margin rata (*entire*). Stipe sedikit membesar pada bagian bawah, berwarna krem, diameter 0,5-1 cm, panjang 3-4 cm, permukaan rata (*smooth*), menempel ke tudung pada posisi *central*, tipe penempelan pada substrat berupa *strigose*. Tekstur tubuh buahnya *cartilaginous* tanpa bau yang khas. Pushpa, Anand, Kasimaiah, & Pradeep (2013) melaporkan bahwa *B. vitellinus* memiliki aktivitas antimiroba terhadap bakteri *Escherichia coli* dan fungi *candida albicans* patogen. Gambar 3. Karakter identifikasi makroskopis *Bolbitius sp.*



Gambar 3. Karakter Identifikasi Makroskopis *Bolbitius sp.*

Cortinarius sp.1

Cortinarius sp.1 ditemukan tumbuh secara berkelompok dengan jarak yang berdekatan di sebelah pohon betor (*Callophylum sp.*) (Gambar 4a). Jamur ini memiliki bentuk tubuh buah berupa tudung (*cap*) berlamela dan bertangkai (*stipe*). Tudung berwarna coklat terang dengan warna lebih gelap pada bagian tengah, diameter berkisar 2-3 cm. Tudung berbentuk *conical*, permukaan halus, dengan sisaan membran *universal veil* yang tersebar pada bagian tepi tudung (gambar 4c). Tepian tudung rata dengan margin sedikit bergelombang (Gambar

4b). Jamur ini memiliki tipe himenofor berupa lamela (gambar 4b) yang menempel pada stipe dengan jarak yang sempit (*adnate to notched*), panjang lamela 1,5-2 cm, jarak antar baris medium dengan margin rata (*entire*). Stipe konsisten, berwarna krem kecoklatan, diameter 0,5-1 cm, panjang 9-10 cm, permukaan bermembran (*cobweb-like*), menempel ke tudung pada posisi *central*, tipe penempelan pada substrat berupa *rhizoid*. Tekstur tubuh buahnya berdaging Gambar 4. Karakter identifikasi makroskopis *Cortinariussp.1* tanpa bau yang khas.



Gambar 4. Karakter Identifikasi Makroskopis *Cortinarius sp. 1*

Cortinarius sp.2

Cortinarius sp.2 ditemukan tumbuh secara soliter pada lokasi penelitian (Gambar 5c). Rhizosfer yang merupakan tempat tumbuh *Cortinarius* pada penelitian ini menunjukkan adanya jalinan hifa yang terhubung pada akar tumbuhan (Gambar 5a). Jamur ini memiliki bentuk tubuh buah berupa tudung (*cap*) berlamela dan bertangkai (*stipe*). Tudung berwarna kuning gelap, berbentuk semi *conical*, permukaan tidak rata, dengan sisaan membran *universal veil* yang masih terlihat jelas pada bagian tepi tudung (gambar 5b). Stipe konsisten, berwarna kuning krem, diameter 1 cm, panjang 5 cm, permukaan bermembran (*cobweb-like*). Tekstur tubuh buahnya berdaging tanpa bau yang khas. Perbedaan mendasar dengan *Cortinarius sp. 1* adalah warna tudung (*cap*) yang sangat berbeda. Genus *Cortinarius* dibedakan dengan kelompok lainnya berdasarkan warna spora/lamelanya dengan tipikal kuning (Desjardin et al., 2015). Hampir semua Genus ini merupakan mikobion pembentuk ektomikoriza. Genus *Cortinarius* telah

dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri (Beattie et al., 2010) dan antikanker (Torres et al., 2016).



Gambar 5. Karakter Identifikasi *Cortinarius sp.2*

Entoloma sp.

Entoloma sp. tumbuh secara soliter hingga berkelompok dengan jumlah tubuh buah yang sedikit pada substrat batang yang telah mati (Gambar 6a). Jamur ini memiliki bentuk tubuh buah berupa tudung (*cap*) berlamela dan bertangkai (*stipe*). Tudung berwarna ungu (gambar 6b), berdiameter 0.5-3 cm. Tudung berbentuk *convex* saat muda dan rata saat dewasa, dan permukaannya *felty to hairy*. Tepian *undulate* dengan margin rata (Gambar 6b). Jamur ini memiliki tipe himenofor berupa lamela (gambar 6c) yang menempel pada stipe dengan jarak yang sempit (*adnate*), panjang lamela 1-1.5cm, jarak antar baris medium dengan margin rata (*entire*).



Gambar 6. Karakter Identifikasi Makroskopis *Entoloma sp.*

Stipe konsisten dengan bawah sedikit mengecil (*rooting*), berwarna ungu dengan warna kuning kecoklatan pada bagian *superior*, diameter stipe 0,5-1 cm, panjang 3-4 cm, permukaan *thread-like structure*, menempel ke tudung pada posisi *central*, tipe penempelan pada substrat

berupa *basal tomentum*. Tekstur tubuh buahnya berdaging tanpa bau yang khas. Beberapa spesies *Entoloma* memiliki aktivitas antioksidan (Acharya, Biswas, & Dasgupta, 2017; Dasgupta, Rai, & Acharya, 2015).

Cyptotrama sp.

Cyptotrama sp. tumbuh secara soliter di tanah (Gambar 7a). Jamur ini memiliki bentuk tubuh buah berupa tudung (*cap*) berlamela dan bertangkai (*stipe*). Tudung jingga cerah, berbentuk *hoody*, dan permukaannya bersisik dengan tipe piramid (gambar 7b). Himenofor tidak teramati, bentuk stipe konsisten, berwarna sama dengan tudung, diameter stipe 0.5 cm, panjang 2 cm, permukaan *cottony*, menempel ke tudung pada posisi *central*, tipe penempelan pada substrat berupa *basal tomentum*. Tekstur tubuh buahnya berdaging tanpa bau yang khas. *Cyptotrama* yang ditemukan pada penelitian ini memiliki karakter yang sangat dekat dengan *Cyptotrama asprata*, namun observasi lebih lanjut diperlukan untuk mengkonfirmasi hal tersebut. Njogu, Njue, Omolo, & Cheplogoi, (2010) melaporkan bahwa *Cyptotrama* memiliki aktivitas larvasidal untuk nyamuk *Aedes aegypti*.



Gambar 7. Karakter identifikasi makroskopis *Cyptotrama* sp.

Collybia sp.

Collybia sp. ditemukan tumbuh secara berkelompok namun tersebar dalam jarak yang pada tunggul tanaman (Gambar 8a). Jamur ini memiliki bentuk tubuh buah berupa tudung (*cap*) berlamela dan bertangkai (*stipe*). Tudung berwarna coklat keemasan, berdiameter 0.5-1 cm, dan berbentuk *convex*. Permukaan tudung kasar dengan papila halus yang tersebar pada seluruh

bagiannya. Tepian tudung rata dengan margin sedikit melengkung (*incurved*). Jamur ini memiliki tipe himenofor berupa lamela (gambar 8b) yang menempel pada stipe dengan jarak yang sempit, panjang lamela 0.3-0.5 cm, jarak antar baris medium dengan margin mengombak (*undulating*). Stipe silindris, *cartilaginous*, berwarna coklat keemasan, diameter 0.2-0.3 cm, panjang 0.5-1 cm, permukaan rata (*smooth*), menempel ke tudung pada posisi *central*, tipe penempelan pada substrat berupa *inserted*. Tekstur tubuh buahnya berdaging tanpa bau yang khas. *Collybia* dilaporkan memiliki aktivitas *anti-pruritic* (Gupta et al., 2016) dan sumber antibiotik (Engler, Anke, & Sterner, 1998).



Gambar 8. Karakter identifikasi makroskopis *Collybia* sp.

Auricularia sp.

Auricularia sp. atau yang lebih dikenal oleh masyarakat sebagai jamur kuping ditemukan secara berkelompok dengan jumlah tubuh buah yang bervariasi dan berdekatan (*gregarious*) pada substrat berupa batang pohon tumbang (gambar 9a). Jamur ini memiliki bentuk tubuh buah berupa *gelatinous*. Tudung berwarna coklat (gambar 9b). Tudung berdiameter 4-5 cm dengan bentuk bagian atas *flat* (rata) dan bentuk bagian bawah *semi ovoid*. Permukaan tudung halus dan licin. Tepian tudung bergelombang (*undulated*). Jamur ini memiliki tekstur tubuh buahnya berupa *jelly*. Jamur kuping telah banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia, namun jamur kuping belum menjadi makanan yang populer di Belitung. Selain sebagai sumber makanan, ekstrak jamur ini telah dilaporkan sebagai anti *quorum sensing* (Zhu, He, & Chu, 2011).



Gambar 9. Karakter Identifikasi Makroskopis *Auricularia* sp.

Gastroboletus sp.

Gastroboletus sp. ditemukan tumbuh secara soliter atau berkelompok dalam jumlah yang sedikit di sekitar akar pohon (Gambar 10a). Jamur ini memiliki bentuk tubuh buah berupa tudung (*cap*) berlamela dan bertangkai (*stipe*). Tudung berwarna coklat keunguan, berdiameter 1.5-2 cm, tebal, dan berbentuk *convex* hingga rata. Permukaan tudung halus, tepian tudung halus margin rata (Gambar 10a). Jamur ini memiliki tipe himenofor berupa pori dengan bentuk mengkerut (gambar 10b).



Gambar 10. Karakter identifikasi makroskopis *Gastroboletus* sp.

Stipe (gambar 10c) silindris, berwarna coklat keunguan, diameter 0.2-0.3 cm, panjang 1-1.5 cm, permukaan rata, menempel ke tudung pada posisi *central*, tipe penempelan pada substrat berupa *basal tomentum*. Tekstur tubuh buahnya berdaging tanpa bau yang khas. Hingga saat ini, belum ada laporan mengenai keberadaan *Gastroboletus* di Indonesia. *Gastroboletus* yang dideskripsikan pada penelitian ini memiliki ukuran tubuh buah yang lebih kecil dibandingkan

dengan deskripsi yang ada sebelumnya (4-8 cm) (Arora, 1986; Desjardin et al., 2015).

Craterellus sp.

Craterellus ditemukan tumbuh secara berkelompok dengan tubuh buah sangat berdekatan (*caespitose*) pada substrat berupa batang pohon yang telah mati (gambar 11a). Jamur ini memiliki bentuk tubuh buah berupa tudung (*cap*) berlamela dan bertangkai (*stipe*). Tudung berwarna coklat kehitaman, *depressed* dengan bentuk seperti terompet. Permukaan tudung *hairy*, tepian tudung halus, dengan margin melengkung ke arah dalam (gambar 11b). Jamur ini memiliki tipe himenofor berupa lamela yang menempel pada stipe sampai menurun (*decurrent*), jarak antar baris medium, dengan margin *crenate*. Pseudostipe menggembung, berwarna krem coklat, permukaannya *hairy*, menempel ke tudung pada posisi *central*, tipe penempelan pada substrat berupa basal tomentum. Tekstur tubuh buahnya berdaging tanpa bau khas Kosanić et al. (2019) melaporkan bahwa *Craterellus cornucopioides* merupakan sumber senyawa bioaktif yang sangat bermanfaat dalam bidang medis karena memiliki aktivitas antimikroba dan antikanker.



Gambar 11. Karakter identifikasi makroskopis *Craterellus* sp.

Lentinus sp.

Lentinus sp. ditemukan tumbuh secara berkelompok dengan stipe yang berasal dari basal yang sama (Gambar 12a) pada bongkahan kayu mati. *Lentinus* yang ditemukan memiliki karakteristik yang sama dengan *Lentinus sajor-caju*, namun observasi lebih lanjut diperlukan untuk mengkonfirmasi hal tersebut. *Lentinus sajor-caju* adalah nama terkini dari sebelumnya

Pleurotus sajor-caju (indexfungorum). Genus yang ditemukan pada lokasi penelitian memiliki bentuk tubuh buah berupa tudung (*cap*) berlamela dan bertangkai semu (*pseudostipe*). Tudung berwarna abu-abu saat muda dan putih cerah pada fase dewasa (gambar 12b). Diameter tudung berukuran 3-5 cm dan berbentuk *convex* hingga *falt* dengan bagian tengah yang menurun. Permukaan halus dengan tepian sedikit mengombak dan margin rata. Jamur ini memiliki tipe himenofor berupa lamela. *Pseudostipe* berwarna krem putih, panjang 2-3 cm, menempel ke tudung pada posisi *lateral*, tipe penempelan pada substrat berupa *basal tomentum*. Tekstur tubuh buahnya berdaging tanpa bau yang khas. Genus *Lentinus*, utamanya spesies *sajor-caju* telah dikultivasi di Indonesia karena merupakan salah satu jamur pangan. Sulistiany & Sudirman, (2015) telah melakukan optimalisasi kultivasi dengan menggunakan varian substrat tumbuh berbahan serbuk kayu sengon (*Albizia chinensis*) dan tandan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.).



Gambar 12. Karakter identifikasi makroskopis *Lentinus* sp.

Daldinia sp.

Daldinia sp. ditemukan hidup pada kayu mati secara berkelompok dengan struktur tubuh buah bulat tidak beraturan (Gambar 13a). Warna tubuh buah jamur ini adalah coklat terang saat masih menempel pada substrat dan menjadi coklat gelap beberapa waktu setelah diambil dari substrat tumbuhnya. Tubuh buah jamur ini berukuran 3-4 cm dan memiliki tekstur tubuh buah yang keras dengan bau seperti kayu. Ketika dibelah, terlihat jelas garis-garis tumbuh (Gambar 13b) yang sebenarnya merupakan askokarp (kumpulan askoma) yang berbentuk peritesium (gambar 13b).

Subbulaksmi & Kannan, (2016) melaporkan bahwa spesies jamur *Daldinia concentrica* merupakan sumber alkaloid, fenol, flavonoid, tanin, dan glikosida.



Gambar 13. Karakter identifikasi makroskopis *Daldinia* sp.

KESIMPULAN

Sebanyak 12 jamur makro berhasil diidentifikasi dan dideskripsikan secara morfologi pada penelitian ini. Jamur tersebut terbagi ke dalam 6 Ordo dan 12 Famili. Seluruh jamur termasuk kedalam dua Filum (Basidiomycota dan Ascomycota), yakni: *Cyathus* sp., *Bolbitius* sp., *Cortinarius* sp.1, *Cortinarius* sp.2, *Entoloma* sp., *Cyptotrama* sp., *Collybia* sp., *Auricularia* sp., *Gastroboletus* sp., *Craterellus* sp., *Lentinus* sp., dan *Daldinia* sp. Jamur yang ditemukan memiliki potensi sebagai bahan pangan (*Auricularia* dan *Lentinus*), bahan medis (*Craterellus*, *Bolbitius*, *Cyathus*, *Entoloma*) namun perlu dilakukan uji lebih lanjut untuk mengonfirmasi hal tersebut. Selain itu jamur yang ditemukan berperan sebagai mikobion pembentuk mikoriza (*Cortinarius*), dan seluruh jamur pada penelitian ini juga berperan penting sebagai dekomposer .

REFERENSI

- Acharya, K., Biswas, M. C., & Dasgupta, A. (2017). Physicochemical, Antioxidative and Cytotoxic Properties of *Entoloma lividoalbum*. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 9, 337–342.
- Anon. (2005). Termitomyces mushrooms: a tropical delicacy. *Mycologist*, 16(1), 9. Retrieved from [http://dx.doi.org/10.1016/s0269-915x\(07\)60014-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0269-915x(07)60014-7)
- Arora, D. (1986). *Mushrooms Demystified*. USA: Teen Speed Press.
- Beattie, K., Rouf, R., Gander, L., May, T., Ratkowsky, D., Donner, C., & Tiralongo, E. (2010).

- Antibacterial metabolites from Australian macrofungi from the genus *Cortinarius*. *Planta Medica*, 76(12). Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1264725>.
- Blackwell, M. (2011). The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? *American Journal of Botany*, 98(3), 426–438. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.1000298>.
- Carlile, M. J., Watkinson, S. C., & Gooday, D. W. (2001). *The Fungi*. London: Academic Press.
- Conley, D. (2002). The Daily Miracle: an introduction Angelini, P., Rubini, A., Gigante, D., Reale, L., Pagiotti, R., & Venanzoni, R. 2012. The endophytic fungal communities associated with the leaves and roots of the common reed (*Phragmites australis*) in Lake Trasimeno (P. *Fungal Ecology*, 5(6), 683–693. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.funeco.2012.03.001>.
- Dasgupta, A., Rai, M., & Acharya, K. (2015). Phytochemical analysis and in vitro antioxidant activity of a wild edible mushroom *Entoloma lividoalbum*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 8.
- Desjardin, D. E., Wood, M., & Stevens, F. A. (2015). *California mushrooms: The comprehensive identification guide*. Portland: Oregon.
- Engler, M., Anke, T., & Sterner, O. (1998). Production of Antibiotics by *Collybia nivalis*, *Omphalotus olearius*, a *Favolaschia* and a *Pterula* Species on Natural Substrates. *Zeitschrift Für Naturforschung C*, 53(5–6), 318–324. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1515/znc-1998-5-604>.
- Gupta, A., Gomes, I., Bobeck, E. N., Fakira, A. K., Massaro, N. P., Sharma, I., & Devi, L. A. (2016). Collybolide is a novel biased agonist of κ -opioid receptors with potent antipruritic activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 6041–6046. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1521825113>
- Hawksworth, D. L. (2001). The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*, 105(12), 1422–1432. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1017/s0953756201004725>.
- Kiet, T. T. (2008). Preliminary checklist of macrofungi of Vietnam. *Feddes Repertorium*, 109(3–4), 257–277. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1002/fedr.19981090309>.
- Kosanić, M., Ranković, B., Stanojković, T., Radović-Jakovljević, M., Ćirić, A., Grujičić, D., & Milošević-Djordjević, O. (2019). *Craterellus cornucopioides* Edible Mushroom as Source of Biologically Active Compounds. *Natural Product Communications*, 14(5), 1934578 X1984361.
- Krzywinski, M., Schein, J., Birol, I., Connors, J., Gascoyne, R., Horsman, D., & Marra, M. A. (2009). Circos: An information aesthetic for comparative genomics. *Genome Research*, 19(9), 1639–1645. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1101/gr.092759.109>.
- Largent, D. L. (1977). *How to Identify Mushrooms to Genus I: Macroscopic Features*. Eureka (CA): Mad River Press Inc.
- Manzi, P., Marconi, S., Aguzzi, A., & Pizzoferrato, L. (2004). Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry*, 84(2), 201–206. Retrieved from [http://dx.doi.org/10.1016/s0308-8146\(03\)00202-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0308-8146(03)00202-4)
- Mueller, G. M., Schmit, J. P., Leacock, P. R., Buyck, B., Cifuentes, J., Desjardin, D. E., ... Wu, Q. (2007). Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity and Conservation*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-006-9108-8>.
- Njogu, E., Njue, A., Omolo, J., & Cheplogoi, P. (2010). Larvicidal activity of (oxiran-2yl) methylpentanoate extracted from mushroom *Cyptotrama asprata* against mosquito *Aedes aegypti*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3(6). Retrieved from <http://dx/doi.org/10.4314/ijbcs.v3i6.53134>.
- Pagiotti, R., Angelini, P., Rubini, A., Tirillini, B., Granetti, B., & Venanzoni, R. (2010). Identification and characterisation of human pathogenic filamentous fungi and susceptibility to *Thymus schimperi* essential oil. *Mycoses*, 54(5), e364–e376.
- Pushpa, H., Anand, M., Kasimaiah, P., & Pradeep, P. J. V. S. (2013). Evaluation of antimicrobial activity of some of the selected basidiomycetous fungi. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 4, 964–971.
- Putra, I. P., Amelya, M. P., Nugara, N. H., & Zamia, H. Z. (2019). Notes of Some Macroscopic Fungi at IPB University Campus Forest: Diversity and Potency. *Biota*, 12(2), 57–71. Retrieved from <http://doi.org/10.20414/jb.v12i2.192>
- Putra, I. P., Mardiyah, E., Amalia, N. S., & Mountara, A. (2017). Ragam jamur asal serasah dan tanah di Taman Nasional Ujung Kulon Indonesia. *Jurnal Sumberdaya HAYATI*, 3(1), 1–7.
- Putra, I. P., Nasrullah, M. A., & Dinindaputri, T. A. (2019). Study on Diversity and Potency of Some Macro Mushroom at Gunung Gede Pangrango National Park. *Buletin Plasma Nutfah*, 25(2). Retrieved from <http://dx.doi.org/10.21082/blpn.v25n2.2019.p1-14>.
- Putra, I. P., Sitompul, R., & Chalisya, N. (2018). Ragam Dan Potensi Jamur Makro Asal Taman

- Wisata Mekarsari Jawa Barat. *Al-Kauniah: Jurnal Biologi*, 11(2), 133–150. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.15408/kauniah.v11i2.6729>
- Retnowati, A. (2004). Notes On Diversity Of Agaricales In Gunung Halimun National Park. *Berita Biologi*, 7(1), 51–55.
- Retnowati, A. (2007). Dua jamur Russula (Agaricales: Russulaceae) yang dapat dimakan dari Kalimantan Timur. *Floribunda*, 3(4), 109–112.
- Retnowati, A. (2011). On collections of garlic odorous *Marasmiellus ignobilis* (berk. & br.) Singer from Indonesia. *Floribunda*, 4(2), 57–61.
- Retnowati, A. (2015). *Lepiota viriditincta* (berk. & broome) sacc.: a species from bali with grey-green colour changing when dried. *Floribunda*, 5(3): 111-113., 5(3), 111–113.
- See, L. S., Horak, E., Alias, S. A. binti, Zainuddin, N., Kin, T. B., Nazura, Z., & Jones, E. B. G. (2008). Checklist of Literature on Malaysian Macrofungi. *Forest Research Institute Malaysia (FRIM)*.
- Subbulaksmi, M., & Kannan, M. (2016). Cultivation and phytochemical analysis of wild mushrooms *Daldinia concentrica* and *Pheolus schweinitzii* from Tamilnadu, India. *European Journal of Experimental Biology*, 6, 46–54.
- Sulistiany, H., & Sudirman, L. I. (2015). Pertumbuhan dan Produksi Jamur *Lentinus sajor-caju* isolat LSC9 pada Media Serbuk Gergajian Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Sumberdaya HAYATI*, 1(2), 41–46.
- Susan, D., & Retnowati, A. (2018). Catatan beberapa jamur makro dari Pulau Enggano: diversitas dan potensinya. *Berita Biologi*, 16(3). Retrieved from <http://dx.doi.org/10.14203/beritabiologi.v16i3.2939>.
- Torres, S., Cajas, D., Palfner, G., Astuya, A., Aballay, A., Pérez, C., & Becerra, J. (2016). Steroidal composition and cytotoxic activity from fruiting body of *Cortinarius xiphidipus*. *Natural Product Research*, 31(4), 473–476. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2016.1185717>.
- Wei, J., Guo, W.-H., Cao, C.-Y., Kou, R.-W., Xu, Y.-Z., Górecki, M., & Gao, J.-M. (2018). Polyoxygenated cyathane diterpenoids from the mushroom *Cyathus africanus*, and their neurotrophic and anti-neuroinflammatory activities. *Scientific Reports*, 8(1). Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-20472-4>.
- Zhu, H., He, C.-C., & Chu, Q.-H. (2011). Inhibition of quorum sensing in *Chromobacterium violaceum* by pigments extracted from *Auricularia auricular*. *Letters in Applied Microbiology*, 52(3), 269–274.
- Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1111/j.1472-765x.2010.02993.x>.

Hubungan antara Efikasi Diri dan Pengetahuan Lingkungan dengan Perilaku Bertanggung Jawab terhadap Lingkungan

Relationship between Self-Efficacy and Environment Knowledge with Responsibility Environment Behavior

Asrar Habibie^{1*}

¹Badan Pelatihan dan Pendidikan, Provinsi Gorontalo, Indonesia

*Email Korespondensi: asrar_habibie@yahoo.com

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4121-264805>

Received: 25 Maret 2020 | Accepted: 06 April 2020 | Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Background: Kepedulian dan rasa tanggung jawab manusia terhadap kelestarian lingkungan telah menarik minat peneliti dalam studi kesadaran lingkungan. Faktor-faktor yang berkaitan dengan kepedulian lingkungan juga berkontribusi dalam studi ini. **Metode:** Pendekatan survei dengan teknik korelasional yang menggambarkan hubungan antar variabel diadopsi dalam penelitian ini. Survei ini mencakup 100 responden yang diperoleh dari 20% populasi terjangkau. Sampel diuji dengan analisis regresi dan korelasi. **Hasil:** Penelitian ini mengkonfirmasi bahwa adanya hubungan antara pengetahuan lingkungan dan efikasi diri dengan perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan. **Kesimpulan:** Perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan sangat bergantung pada pengetahuan lingkungan dan efikasi diri baik parsial maupun simultan merupakan kesimpulan dari studi ini.

Kata kunci: Pengetahuan lingkungan; Efikasi diri; Tanggung Jawab

Abstract

Background: The environment has attracted researchers' interest in environmental awareness studies. Factors related to environmental concern also contributed to this study. **Methods:** Factors related to environmental concern also contributed to this study. A survey approach using correlational techniques that illustrates the relationship between variables was adopted in this study. This survey includes 100 respondents who obtained from 20% of the affordable population. Samples were tested by regression and correlation analysis. **Results:** This research confirms that there is a relationship between environmental knowledge and self-efficacy with environmentally responsible behavior. **Conclusions:** Responsible behavior towards the environment is very dependent on environmental knowledge and self-efficacy both partially and simultaneously is the conclusion of this study.

Keywords: Self Efficacy, Environmental Knowledge, Responsibility

Cara citasi: Habibie, A. 2020. Hubungan Antara Efikasi Diri dan Pengetahuan Tentang Lingkungan dengan Perilaku Bertanggung Jawab terhadap Lingkungan. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 04(01): 21-26. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4121-264805>



© 2020 Oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Tumbuhnya kesadaran manusia terhadap masalah lingkungan adalah hal vital yang dihadapi umat manusia saat ini (Sadik & Sadik, 2014).

Hal tersebut menjadi menarik karena manusia bukan satu-satunya yang menghuni bumi (Schutte & Bhullar, 2017). Makhluk hidup lain seperti tumbuhan, hewan, dan mikroba bukanlah

penghuni bumi yang netral dan pasif, melainkan terikat erat pada manusia (Sujarwanta, 2013). Artinya aktivitas manusia memiliki konsekuensi terhadap perubahan lingkungan hidup (Osman, Jusoh, Amlus, & Khotob, 2014).

Perilaku peduli lingkungan merupakan ekspansi dari pengetahuan manusia terhadap ekosistem disekitarnya (Osman et al., 2014). Konservasi sumber daya alam yang berhubungan dengan ekosistem dihadapkan pada kepunahan spesies yang mengancam kelangsungan hidup manusia (Saribas, Teksoz, & Ertepinar, 2014). Permasalahan lingkungan hidup berkaitan dengan pengetahuan, perilaku, dan sikap subjektif manusia (Slavoljub, Zivkovic, Sladjana, Dragica, & Zorica, 2015). Karenanya kelestarian lingkungan dapat diperoleh melalui pengetahuan, perilaku sosial dan perubahan sikap individu dan kelompok (Fischer, 2012; Schutte & Bhullar, 2017).

Rasa tanggung jawab mengenai masalah lingkungan berkaitan dengan norma pribadi yang didefinisikan sebagai perilaku seseorang dalam berbagai situasi (Slavoljub et al., 2015). Norma ini terdiri dari sikap tanggung jawab terhadap orang lain dan / atau alam (Abrahamse & Steg, 2009). Mengurangi konsekuensi negatif yang ditimbulkan terhadap lingkungan merupakan bentuk peduli lingkungan. Perilaku peduli lingkungan pada manusia dapat dimodifikasi melalui *self-efficacy* (efikasi diri) (Bandura, 2002; Taberero & Hernández, 2011). Efikasi diri dapat dijadikan langkah awal untuk mengetahui seberapa jauh kemampuan individu terhadap sesuatu (Puspitaningtyas, 2017).

Sikap peduli lingkungan masyarakat Kota Gorontalo menarik minat peneliti untuk melakukan studi lanjut peduli lingkungan. Fakta bahwa Kota Gorontalo menerima penghargaan piala Adipura dua tahun berturut-turut sebagai kategori kota sedang terbersih dengan Visi SMART (Sejahtera, Maju, Aktif, Religius Dan Terdidik) telah mengantarkan kota ini mendapatkan penghargaan adipura (Gorontalo

Pemprov, 2016). Penghargaan yang diperoleh tidak terlepas dari masalah lingkungan. Fakta keberadaan tumpukan sampah di sudut-sudut kota yang menimbulkan penyumbatan pada selokan-selokan air dan mengakibatkan banjir (Riawan, 2016).

Pencemaran laut juga menjadi masalah di daerah pesisir pantai dimulai dari membuang sampah ke laut dan masalah lain yang menyebabkan kerugian bagi masyarakat itu sendiri (Kadim & Pasingi, 2017). Permasalahan yang ada membuktikan bahwa visi yang bagus, belum sepenuhnya dipahami oleh masyarakat Kota Gorontalo baik di lingkungan keluarga, di lingkungan pendidikan, maupun di lingkungan kerja.

Uraian permasalahan yang terjadi di Kota Gorontalo, menarik peneliti untuk mengungkap perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan di Kota Gorontalo. Perilaku tanggung jawab terhadap lingkungan masyarakat Kota Gorontalo dapat diketahui dan dikembangkan melalui aspek pengetahuan tentang lingkungan dan efikasi diri.

Efikasi diri mengacu pada kepercayaan diri yang dimiliki individu pada kemampuan mereka, bahwa mereka dapat berhasil melakukan tugas tertentu (Mishra & Shanwal, 2014). Artinya pada studi ini, efikasi diri dapat mengubah perilaku individu sehingga berhasil menciptakan kelestarian lingkungan disekitarnya. Efikasi diri terhadap lingkungan berorientasi pada perubahan perilaku lingkungan individu seperti daur ulang, konservasi sumber daya atau penghijauan (Huang, 2016). Tercapainya efikasi diri terhadap lingkungan tidak terlepas dari pengelolaan dan perlindungan lingkungan hidup yang terstruktur dan terpadu, dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum (UU RI No. RI 32 Tahun 2010).

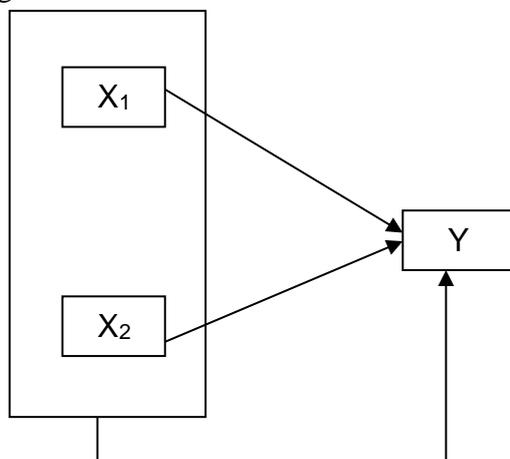
Penelitian efikasi diri yang dilakukan oleh (Osman et al., 2014) menjelaskan bahwa

pengetahuan lingkungan memiliki dampak signifikan terhadap perilaku sikap peduli lingkungan. Schutte & Bhullar, (2017) dalam penelitiannya juga menjabarkan bahwa pengetahuan lingkungan berimplikasi pada perubahan sikap individu terkait kelestarian lingkungan. Faktanya kesadaran manusia akan dirinya sebagai bagian dari ekosistem masih terbilang rendah. Peningkatan kesadaran dan kepedulian lingkungan dapat diwujudkan melalui studi efikasi diri terhadap lingkungan agar keselarasan antara manusia dengan lingkungan dapat terwujud (Simanjuntak, 2016).

Kesadaran lingkungan dan faktor-faktor pengembangan untuk tanggung jawab lingkungan di antara individu telah menjadi fokus dalam studi ini. Pemahaman mengenai perilaku individu yang berkaitan dengan kelestarian lingkungan dimaksudkan untuk mengidentifikasi efikasi diri setiap individu yang berkontribusi dalam kasus ini. Selanjutnya akan dinarasikan hubungan antara variabel dalam kasus ini yang berguna sebagai informasi dalam pengembangan kasus serupa.

MATERI DAN METODE

Metode survei dengan teknik korelasional telah digunakan dalam penelitian ini. Metode ini dapat menjelaskan fenomena-fenomena penelitian, yakni hubungan antar variabel penelitian. Secara skematik konstelasi masalah penelitian digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Konstelasi Masalah

X₁ : Efikasi diri

X₂ : Pengetahuan Lingkungan

Y : Perilaku Bertanggung Jawab terhadap Lingkungan

Lingkup Penelitian

Penelitian deskriptif disarankan menggunakan sampel antara 10% - 20% dari populasi terjangkau (Ary, Jacobs, Razavieh, & Sorensen, 2009). Sampel kasus ini sebanyak 100 masyarakat Kota Gorontalo yang diambil secara acak (20% populasi terjangkau).

Pengumpulan Data dan Analisis Data

Data diperoleh menggunakan kuesioner yang berisi pernyataan. Nilai akhir kuesioner digunakan untuk mengetahui korelasi antar variabel. Uji hipotesis dilakukan untuk menguji korelasi antara variabel-variabel juga untuk mengetahui seberapa besar korelasi antara variabel-variabel bebas dengan variabel terikat, melalui analisis regresi dan korelasi.

HASIL

Hubungan Efikasi Diri (X₁) dengan Perilaku Bertanggung Jawab terhadap Lingkungan (Y).

Uji keberartian persamaan regresi, harga F_{hitung} = 102,14 > F_{tabel} = 6,91. Hasil tersebut menunjukkan tolak Ho pada α = 0,05. Dengan demikian persamaan $\hat{Y} = 0,06 + 0,79X_1$ sangat signifikan. Untuk uji linearitas diperoleh harga F_{hitung} adalah 1,32 < F_{tabel} = 1,60. Hasil tersebut menunjukkan terima Ho pada α = 0,05. Dengan demikian persamaan regresi $\hat{Y} = 0,06 + 0,79X_1$ bersifat linier.

Berdasarkan interpretasi hasil uji diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian hipotesis kedua yang menyatakan “terdapat hubungan positif antara efikasi diri dengan perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan siswa kelas VIII SMP di Kota Ternate teruji”.

Hubungan Pengetahuan Lingkungan (X₂) dengan Perilaku Bertanggung Jawab terhadap Lingkungan (Y).

Uji keberartian persamaan regresi, harga F_{hitung} = 81,33 > F_{tabel} 6,91. Hasil tersebut

menunjukkan tolak H_0 pada $\alpha = 0,05$. Dengan demikian persamaan $\hat{Y} = 54,64 + 1,61X_2$ sangat signifikan. Untuk uji linearitas diperoleh harga F_{hitung} adalah $1,56 < F_{tabel} = 1,71$. Hasil tersebut menunjukkan terima H_0 pada $\alpha = 0,05$. Dengan demikian persamaan regresi $\hat{Y} = 54,64 + 1,61X_2$ bersifat linier.

Berdasarkan interpretasi hasil uji diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian hipotesis pertama yang menyatakan terdapat hubungan positif antara pengetahuan tentang lingkungan dengan perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan siswa kelas VIII SMP di kota Ternate teruji.

Hubungan Efikasi Diri (X_1), Pengetahuan Lingkungan (X_2) dengan Perilaku Bertanggung Jawab terhadap Lingkungan (Y).

Hasil uji signifikannya diperoleh harga $F_{hitung} = 80,84 > F_{tabel} = 4,82$. Hasil tersebut menunjukkan tolak H_0 pada $\alpha = 0,05$ yang berarti persamaan regresi $\hat{Y} = 9,83 + 0,97X_1 + 0,55X_2$ adalah signifikan. Berdasarkan hasil tersebut, terdapat hubungan positif antara pengetahuan tentang lingkungan (X_1), dan efikasi diri (X_2) bersama-sama dengan perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan (Y).

Koefisien determinasi dari korelasi ganda ($R^2_{y.12}$) sebesar 0,6244 dapat diinterpretasikan bahwa 62% proporsi varians perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan (Y) dapat dijelaskan secara bersama-sama oleh pengetahuan tentang lingkungan (X_1) dan efikasi diri (X_2).

PEMBAHASAN

Hipotesis kami dalam penelitian ini adalah bahwa adanya hubungan positif antara ketiga variabel penelitian yang telah disebutkan. Analisis regresi linier menegaskan bahwa responden memiliki ketergantungan linear positif yang tinggi dengan tanggung jawab lingkungan mereka.

Kuadrat koefisien korelasi antara pertama variabel (r^2_{y1}) sebesar 0,4529 dapat diinterpretasikan bahwa bila tidak dilakukan kontrol terhadap efikasi diri, maka 45% proporsi varians perilaku bertanggung jawab dapat

dijelaskan oleh tingkat pengetahuan tentang lingkungan. Fakta ini terjadi karena efikasi diri dipengaruhi oleh hubungan individu dengan masyarakat dan pengalamannya sendiri (Mishra & Shanwal, 2014)

Sedangkan dari bentuk hubungan antara pengetahuan tentang lingkungan (X_2) dengan perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan (Y) ditunjukkan oleh persamaan garis regresi $\hat{Y} = 54,64 + 1,61 X_2$. Persamaan garis regresi tersebut menunjukkan kebermaknaannya yang berarti pada taraf signifikansi 0,05. Persamaan garis tersebut dapat diinterpretasikan bahwa perubahan satu unit skor perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan akan diikuti oleh perubahan skor pengetahuan tentang lingkungan sebesar 1,61 unit pada arah yang sama dengan konstanta (intercept) sebesar 54,64.

Kedua, hasil pengujian hipotesis kedua dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan positif antara pengetahuan tentang lingkungan dengan perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan. Kesimpulan tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi pengetahuan lingkungan, akan semakin baik pula perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan.

Korelasi antara pengetahuan tentang lingkungan dengan perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan menunjukkan maknanya, baik melalui korelasi product moment maupun korelasi parsial. Hasil analisis ini memberikan petunjuk bahwa pengetahuan tentang lingkungan merupakan salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan. Dari hasil itu pula dapat diinterpretasikan bahwa peningkatan pengetahuan tentang lingkungan akan memberikan kontribusi yang berarti terhadap perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan secara seksama oleh peneliti, namun demikian peneliti merasa yakin bahwa tidak semua gagasan dan

pemikiran serta konsep-konsep yang seharusnya ada dapat dituangkan, sehingga peneliti mengakui bahwa penelitian ini mengandung berbagai keterbatasan-keterbatasan, terutama yang terkait dengan hal-hal berikut:

Pertama, variabel perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan ini tentunya dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor internal maupun eksternal yang saling berinteraksi secara kompleks. Namun karena kemampuan peneliti yang terbatas, maka hanya dapat dikaji dua variabel yang ternyata berkontribusi terhadap perilaku bertanggungjawab terhadap lingkungan..

Kedua, kesulitan dalam melakukan kontrol terhadap variabel lain, sebagai akibat sifat, metode, jenis dan pendekatan penelitian yang dilakukan. Hal inilah yang memungkinkan munculnya keterbatasan terutama yang terkait dengan validitas internal dalam arti sejauh mana hasil penelitian ini dapat diterima sesuai dengan desain penelitian yang telah direncanakan.

KESIMPULAN

Pengetahuan lingkungan dan efikasi diri menunjukkan perannya terhadap perubahan positif responden dalam bertanggung jawab terhadap lingkungan.

REFERENSI

- Abrahamse, W., & Steg, L. (2009). How do Socio-demographic and Psychological Factors Relate to Households' Direct and Indirect Energy Use and Savings. *Journal of Economic Psychology*, *30*, 711–720.
- Ary, D., Jacobs, L. C., Razavieh, A., & Sorensen, C. K. (2009). *Introduction to Research in Education* (Eighth). Belmont, USA: Wadsworth CENGAGE Learning.
- Bandura, A. (2002). *Environmental Sustainability by Sociocognitive Deceleration Of Population Growth*. in P. Schmuck & W. Schultz (Eds.), *The Psychology Of Sustainable Development*. Kluwer: Dordrecht, the Netherlands.
- Fischer, J. (2012). *Human Behavior and Sustainability*. *Frontiers in Ecology and the Environment*.
- Gorontalo Pemprov, P. G. (2016). TPA Talumelito Raih Penghargaan Plakat Adipura Terbaik Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup. Retrieved from 31 Agustus 2016 website: <https://www.gorontaloprov.go.id/informasi/berita/kota-gorontalo>
- Huang, H. (2016). Media use, environmental beliefs, self-efficacy, and pro-environmental behavior. *Journal of Business Research*, *69*(6), 2206–2212. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.12.031>
- Kadim, M. K., & Pasingi, N. (2017). Kajian kualitas perairan Teluk Gorontalo dengan menggunakan metode STORET. *Depik Jurnal*, *6*(3), 235–241. <https://doi.org/10.13170/depik.6.3.8442>
- Mishra, S., & Shanwal, V. K. (2014). Role of Family Environment in Developing Self Efficacy of Adolescents. *Integrated Journal of Social Sciences*, *1*(Supplement 1), 28–30. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1111/fcp.12370>
- Osman, A. D., Jusoh, Amlus, & Khotob, N. (2014). Exploring The Relationship Between Environmental Knowledge and Environmental Attitude Towards Pro-Environmental Behaviour: *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, *8*(8), 1–4. Retrieved from www.aensiweb.com/aejsa.html
- Puspitaningtyas, Z. (2017). Pengaruh Efikasi Diri Dan Pengetahuan Manajemen Keuangan Bisnis Terhadap Intensi Berwirausaha. *Jurnal Wira Ekonomi Mikroskil*, *7*(2), 141–150.
- Riawan, B. (2016). Volume Sampah Gorontalo Mulai Mengkhawatirkan. Retrieved from http://rri.co.id/post/berita/708531/daerah/volume_sampah_gorontalo_mulai_mengkhawatirkan.html
- Sadik, F., & Sadik, S. (2014). A Study on Environmental Knowledge and Attitudes of Teacher Candidates. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *116*, 2379–2385. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.577>
- Saribas, D., Teksoz, G., & Ertepinar, H. (2014). The Relationship between Environmental Literacy and Self-efficacy Beliefs toward Environmental Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *116*, 3664–3668. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.820>
- Schutte, N. S., & Bhullar, N. (2017). Approaching Environmental Sustainability: Perceptions of Self-Efficacy and Changeability. *Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied*, *151*(3), 321–333. <https://doi.org/10.1080/00223980.2017.1289144>
- Simanjuntak, P. M. (2016). Perilaku bertanggungjawab lingkungan siswa. *IJEEM: Indonesian Journal of Environmental Education and Management*, *1*(2), 59–65. Retrieved from [blob:http://journal.unj.ac.id/8672b4cf-84fe-40fe-8f03-0453ac0d1d43](http://journal.unj.ac.id/8672b4cf-84fe-40fe-8f03-0453ac0d1d43)
- Slavoljub, J., Zivkovic, L., Sladjana, A., Dragica, G., & Zorica, P. S. (2015). To the Environmental Responsibility among Students through Developing

- their Environmental Values. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 171(January), 317–322. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.128>
- Sujarwanta, A. (2013). Pengaruh Metode Quantum Learning dan Pengetahuan Tentang Lingkungan terhadap Kepedulian Lingkungan (Studi Eksperimen pada Pembelajaran Pengetahuan Lingkungan di Universitas Muhammadiyah Metro Tahun Akademik 2011/2012. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 4(1). <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v4i1.211>
- Tabernero, C., & Hernández, B. (2011). Self-efficacy and intrinsic motivation guiding environmental behavior. *Environment and Behavior*, 43(5), 658–675. <https://doi.org/10.1177/0013916510379759>
- UU RI No. RI 32 Tahun 2009. *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. (2010).

Analisis Miskonsepsi Peserta Didik pada Materi Sistem Saraf Menggunakan *Four-Tier Diagnostic Test*

Analysis of Students' Misconceptions on the Nervous System Materials Using the Four-Tier Diagnostic Test

Tezar Rivaldo Pakpahan^{1*}, Diana Hernawati¹, Ryan Ardiansyah¹

¹Jurusan Pendidikan Biologi, Universitas Siliwangi, Jalan Siliwangi No 24, Tasikmalaya, Indonesia, 46115

* Email Korespondensi: tzrivaldo@gmail.com

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4127-364844>

Received: 29 Maret 2020 | Accepted: 16 Mei 2020 | Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Background: Biologi memiliki beberapa konten materi yang erat dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Selayaknya materi Biologi dapat dipahami dan diterapkan dengan baik oleh peserta didik. Namun banyak peserta didik yang kesulitan memahami suatu konsep bahkan mengalami miskonsepsi. Miskonsepsi merupakan suatu kesalahpahaman yang bila tidak didiagnosis akan menyebabkan rantai kesalahpahaman yang berkepanjangan. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan rancangan analisis deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis miskonsepsi peserta didik pada materi sistem saraf. Sumber data penelitian adalah kelas XI MIPA-1 SMAN 2 Tasikmalaya yang dipilih dengan teknik *purposive sampling*. Instrumen yang digunakan berupa tes diagnostik *Four-tier test* dan Wawancara untuk menganalisis miskonsepsi peserta didik. **Hasil:** Penelitian terhadap 35 orang subyek menunjukkan persentase miskonsepsi peserta didik sebesar 8,1% dengan kategori rendah. Adapun sumber miskonsepsi terdiri dari guru, siswa, buku dan bimbingan. Sumber miskonsepsi yang memiliki kontribusi paling besar adalah peserta didik dengan persentase 68,6% yang disebabkan oleh pemikiran asosiatif siswa, reasoning yang salah dan minat belajar yang rendah. **Kesimpulan:** Miskonsepsi peserta didik pada materi sistem saraf di kelas XI-MIPA1 SMAN 2 Tasikmalaya tergolong rendah dan sumber miskonsepsi terbesar adalah peserta didik itu sendiri. Dengan demikian agar peserta didik dapat menghindari miskonsepsi pada pembelajaran, maka peserta didik perlu mengomunikasikan pemahamannya dengan guru, memilih buku yang kredibel, dan menghindari bimbingan yang memiliki tutor tidak sesuai kualifikasi.

Kata kunci: *Four-tier Diagnostic Test*; Miskonsepsi; Sistem Saraf

Abstract

Background: Biology has some material content that is related to the daily-life of students. Biology should be understood and applied well by students. But many students still have difficulty understanding a concept and even has misconceptions in learning biology. **Method:** This research is a qualitative research with a descriptive analysis design that aims to analyze students' misconceptions on the material of the nervous system. The population in this study were students of class XI-MIPA SMAN 2 Tasikmalaya and the sample was selected by *purposive sampling* technique. The instrument used was a four-tier diagnostic test and an interview to analyze students' misconceptions. **Results:** A study of 35 subjects showed a percentage of students' misconceptions of 8.1% and was categorized as low. The sources of misconceptions consist of teachers, students, books and tutoring. Sources of misconceptions that have the greatest contribution are students with a percentage of 68.6% caused by students' associative thinking, wrong reasoning and low learning interest. **Conclusion:** Students' misconceptions on the material of the nervous system in class XI-MIPA1 of SMAN 2 Tasikmalaya are classified as low and the biggest source of misconception is the students themselves. Thus, students can avoid misconceptions in learning, students need to communicate their understanding with the teacher, choose credible books, and avoid tutors who have tutors not in accordance with qualifications.

Keywords: *Four-tier Diagnostic Test*; Misconceptions; Nervous System

Cara citasi: Pakpahan, T.R., Hernawati, D., Ardiansyah, R. 2020. Analisis Miskonsepsi Peserta Didik pada Materi Sistem Saraf Menggunakan *Four-Tier Diagnostic Test*. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 04(01): 27-36. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4127-364844>



© 2020 Oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Proses belajar dan mengajar merupakan bagian integral dalam dunia pendidikan. Pemahaman dan implementasi ilmu dalam kehidupan sehari-hari merupakan tujuan yang hendak dicapai oleh seorang guru untuk para peserta didik. [Hernawati & Amin \(2017\)](#) menjelaskan bahwa tercapainya tujuan belajar merupakan suatu gambaran keberhasilan pendidik yang mampu memberi motivasi dan menciptakan iklim belajar yang harmonis, kondusif, menyenangkan serta mampu memberi semangat kepada peserta didik. Biologi memiliki beberapa karakteristik dan konten materi yang sangat erat dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Sebagai salah satu materi pelajaran di sekolah, sudah selayaknya biologi dapat dipahami dan diterapkan dengan baik oleh peserta didik. Pada beberapa riset menunjukkan bahwa terdapat peserta didik yang mengalami pemahaman yang salah pada konsep-konsep biologi seperti yang dijelaskan oleh [Aydin & Balim \(2009\)](#) bahwa terdapat peserta didik yang mengalami miskonsepsi pada konsep biologi bahkan sejak pada pendidikan dasar.

Sebagai upaya menerapkan konsep-konsep pembelajaran yang diterima peserta didik di sekolah, tentunya ada langkah awal yang perlu dilakukan peserta didik, yaitu untuk benar-benar memahami konsep tersebut. Namun faktanya masih banyak peserta didik yang kesulitan memahami konsep biologi dan bahkan mengalami fenomena miskonsepsi. Hal tersebut sejalan dengan penjelasan [Keles & Kefeli \(2010\)](#) bahwa biologi merupakan salah satu ilmu yang banyak mengandung konsep-konsep abstrak sehingga memungkinkan peserta didik kesulitan dalam membentuk pemahamannya. Istilah

miskonsepsi merujuk pada suatu konsep yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah atau pengertian yang diterima para pakar dalam bidang itu ([Suparno, 2013](#)). [Kaltakci-gurel, Eryilmaz, & Mcdermott \(2017\)](#) menjelaskan bahwa konsepsi siswa yang kontradiksi dengan pandangan para ahli sering disebut miskonsepsi. Sedangkan [Treagust, \(1988\)](#) mengemukakan “Telah disepakati bahwa peserta didik yang memiliki pengetahuan tertentu tentang pembelajaran sains namun tidak konsisten dengan gagasan ilmiah para ahli disebut sebagai Miskonsepsi.” Maka disimpulkan bahwa miskonsepsi merupakan suatu fenomena yang terjadi pada seseorang yang memiliki pemahaman tentang suatu hal yang berbeda dengan apa yang disepakati oleh para ahli di bidangnya.

Fenomena miskonsepsi ini dapat menyebabkan kesulitan belajar bagi peserta didik dan secara tidak langsung berdampak pada rendahnya capaian nilai peserta didik karena apabila miskonsepsi dibiarkan terus menerus dan tidak diatasi, maka miskonsepsi akan terintegrasi dalam struktur kognitif peserta didik dan akan melekat dengan kuat dalam benak mereka sehingga dapat menghambat proses asimilasi konsepsi baru ([Mukrimatussa'adiyah, 2017](#)). Hambatan akan proses asimilasi suatu konsep inilah yang akan secara tidak langsung membuat peserta didik sulit mencapai nilai yang baik.

Miskonsepsi telah banyak ditemukan dalam pembelajaran sains. Namun hanya sedikit penelitian yang menganalisis miskonsepsi pada pembelajaran biologi khususnya sistem koordinasi. Adapun yang telah dilakukan hanya pada sistem saraf dan menggunakan metode *Certainty Response Index (CRI)* yang akurasinya

dalam mendiagnosis miskonsepsi tidak lebih dari *Four-tier diagnostic* (Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015). Miskonsepsi pada mata pelajaran biologi antara lain terkait konsep genetika, sistem ekskresi, dan ekosistem (Nusantari, 2011; Roini, Suparman & Ahmad, 2012; Rahmawati, Prayitno & Indrowati, 2013; Mustika, Hala & Aarsal, 2014; Kaniraras, Nurmiyati & Kusumawati, 2015).

Miskonsepsi dimungkinkan terjadi pada konsep lain dalam pembelajaran sains. Fenomena miskonsepsi dapat diindikasikan dari rendahnya capaian nilai peserta didik pada suatu materi yang terjadi secara linear pada lingkup terkecil sampai yang besar. Hal ini bisa terindikasi karena peserta didik sudah diberikan pembelajaran yang maksimal di sekolah namun hasilnya masih tergolong rendah, seperti yang dipublikasikan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan pada hasil ujian nasional (UN) mata pelajaran biologi tahun 2018 pada tingkat nasional, provinsi, kota sampai pada sekolah terkait yaitu SMA Negeri 2 Tasikmalaya. Dilaporkan bahwa terdapat 3 materi yang mendapatkan persentase rendah yaitu materi Struktur Hewan, Sistem Gerak dan Sistem Saraf.

Untuk Menentukan materi yang tepat dianalisis miskonsepsinya, peneliti melakukan wawancara pra penelitian kepada responden kelas XII yang telah mempelajari materi biologi paling lengkap dibandingkan kelas X dan XI. Didapatkan hasil 55% responden menuturkan bahwa sistem saraf memiliki tingkat kerumitan yang tinggi dan paling sering ditemukan konsep yang membingungkan. Selain itu, pada buku ajar yang digunakan di kebanyakan SMA Negeri di Tasikmalaya yaitu buku Biologi Penerbit Tiga Serangkai didapati miskonsepsi paling banyak pada materi sistem saraf dibandingkan kedua materi lainnya. Salah satu diantaranya adalah gambar neuron yang selalu disajikan berupa neuron multipolar. Hal ini mengantarkan pemahaman siswa pada struktur neuron yang hanya seperti neuron multipolar. Miskonsepsi ini telah terverifikasi ketika wawancara prapenelitian sebagian besar responden hanya

mengetahui struktur neuron berupa neuron multipolar, sedangkan neuron bipolar dan unipolar tidak diketahui dan dianggap bukan merupakan neuron.

Memperbaiki kualitas pendidikan di Indonesia menjadi suatu tanggung jawab besar semua praktisi pendidikan, karena perbaikan kualitas pendidikan merupakan proses yang berkesinambungan dari tingkat pendidikan dasar sampai dengan pendidikan tinggi (Hernawati, Amin, Indriwati & Omar, 2018). Terkait dengan perbaikan kualitas pendidikan di Indonesia pemerintah sudah banyak melakukan inovasi yang secara kontras terlihat dengan perbaikan kurikulum pendidikan, walau demikian masih terdapat kekurangan di dalamnya (Mustika et al., 2014).

Dunia pendidikan yang masih banyak kekurangan saat ini, bisa diperbaiki salah satunya dengan mengurangi kesalahan dalam pemahaman peserta didik pada suatu konsep atau miskonsepsi. Mengenai hal tersebut ditegaskan oleh Amin, Wiendartun & Samsudin (2016) bahwa miskonsepsi merupakan hambatan yang tidak disadari peserta didik. Ini menunjukkan bahwa miskonsepsi mampu mengganggu dan menghambat peserta didik dalam proses pembelajaran. Untuk dapat memastikan terkait adanya miskonsepsi pada peserta didik, langkah yang perlu dilakukan ialah mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik secara teliti pada konsep sistem saraf. Solusi untuk menganalisis miskonsepsi peserta didik ialah dengan menggunakan instrumen *Four-tier Diagnostic test* sebagai alat diagnosis miskonsepsi untuk selanjutnya dianalisis melalui teknik wawancara dan observasi pembelajaran.

Menurut Gurel et al. (2015) terdapat beberapa tes diagnostik diantaranya dengan tes pilihan majemuk biasa, tes pilihan majemuk bertingkat (*two-tier*, *three-tier* dan *four-tier diagnostic test*) dan dari keempat jenis tes diagnostik tersebut, *four-tier diagnostic test* merupakan tes diagnostik yang dapat membedakan subyek yang mengalami miskonsepsi dengan yang paham, tidak paham atau paham sebagian. Hal ini menunjukkan bahwa interpretasi tes ini sangat baik sehingga

ketika melakukan justifikasi bahwa subyek tersebut miskonsepsi atau tidak lebih akurat dibandingkan tes lainnya.

MATERI DAN METODE

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 2 Kota Tasikmalaya. Sekolah tersebut merupakan salah satu sekolah di Tasikmalaya dengan prestasi yang sangat baik, sehingga dapat dikatakan sebagai sekolah bermutu tinggi. Sehingga menurut peneliti sekolah ini layak untuk dijadikan situasi sosial, agar dapat menghasilkan informasi mengenai miskonsepsi peserta didik di sekolah dengan mutu pendidikan sangat baik. Adapun yang menjadi subyek penelitian adalah 35 orang peserta didik kelas XI MIPA 1 yang dipilih dengan teknik *purposive sampling* dengan tujuan menjangkau sumber data dengan prestasi paling rendah diantara kelas lainnya. Pemilihan sampel dengan tujuan tersebut dilakukan karena miskonsepsi akan lebih mungkin ditemukan pada peserta didik dengan prestasi belajar yang tergolong rendah. Penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan rancangan analisis deskriptif yang dilengkapi data dalam bentuk persentase peserta didik yang mengalami miskonsepsi pada sub materi sistem saraf.

Pengumpulan Data dan Analisis Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan antara lain: Observasi pembelajaran, pemberian instrumen *Four-tier Diagnostic test*, wawancara dan analisis perangkat pembelajaran. Instrumen yang digunakan antara lain instrumen *Four-tier Diagnostic test* pada materi sistem saraf yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya dan dihasilkan 13 butir soal yang valid dan reliabel.

Selanjutnya jawab dari pengerjaan soal akan diinterpretasikan pada 5 kategori diantaranya miskonsepsi, paham, paham sebagian, tidak paham, dan tidak dapat dikodekan, instrumen lainnya berupa pedoman wawancara semi terstruktur untuk menggali informasi mengenai miskonsepsi yang dialami subyek penelitian.

Teknik analisis data yang digunakan menggunakan metode Miles and Huberman yaitu data collecting, data reduction, data display dan conclusion drawing (Sugiyono, 2016). Uji keabsahan data dilakukan sebagaimana penelitian kualitatif yaitu uji dependability, uji confirmability, uji transferability dan uji kredibilitas data dengan triangulasi sumber. Moleong (2012) menjelaskan bahwa triangulasi dengan sumber berarti membandingkan dan mengecek balik derajat kepercayaan suatu informasi yang diperoleh melalui waktu dan alat yang berbeda dalam metode kualitatif.

HASIL

Berdasarkan hasil pengerjaan 13 butir soal tes diagnostik berupa *Four-tier diagnostic test* pada materi sistem saraf yang dilanjutkan wawancara, analisis perangkat pembelajaran, dan observasi kelas, didapatkan hasil sebagai berikut

Profil Miskonsepsi

Berdasarkan Berdasarkan pengumpulan data menggunakan instrumen *four-tier diagnostic test*, didapatkan hasil pemetaan profil miskonsepsi peserta didik kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 2 Kota Tasikmalaya pada sub materi sistem saraf dan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Profil Miskonsepsi Peserta Didik pada Sub Materi Sistem Saraf

INDIKATOR	NO SOAL	PERSENTASE(%)				
		M	P	TP	PS	TD
Menjelaskan struktur sistem saraf pada manusia	1	0	77.1	2.9	17.1	2.9
Menjelaskan fungsi dari struktur sistem saraf manusia	2	11.4	8.6	14.3	60	5.71
Menunjukkan bagian-bagian neuron pada sistem saraf manusia	3	28.6	14.3	17.1	37.1	2.9
Menjelaskan struktur organ yang menyusun sistem saraf pusat	4	5.7	80	2.9	11.4	0
	13	5.7	25.7	17.1	45.7	5.7

Menjelaskan fungsi bagian-bagian otak manusia	5	0	17.1	20	62.9	0
Menjelaskan bagian-bagian otak manusia	6	14.2	37.2	20	25.7	2.9
Menjelaskan struktur organ yang menyusun sistem saraf tepi	7	5.7	28.6	22.9	42.8	0
Membedakan sistem saraf simpatis dan sistem saraf parasimpatis pada manusia	8	0	14.3	20	65.7	0
Menjelaskan mekanisme penghantaran impuls pada sistem saraf manusia	9	11.4	28.6	25.7	34.3	0
Membedakan gerak sadar dan gerak refleks pada sistem saraf	10	2.9	45.7	5.7	8.6	37.1
Menganalisis gangguan fungsi pada sistem saraf manusia.	11	0	42.9	5.7	22.8	2.9
Rata-rata		8.1	35.8	15.9	35.1	4.9

Keterangan: M = Miskonsepsi
 P = Paham
 TP = Tidak Paham
 PS =Paham Sebagian
 TD = Tidak dapat dikodekan

Berdasarkan tabel 1 tersebut, ditemukan hasil bahwa rata-rata persentase miskonsepsi peserta didik kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 2 Kota Tasikmalaya pada 13 soal yang memuat materi sistem saraf adalah sebesar 8,1%.

Persentase tersebut dikategorikan sebagai miskonsepsi tingkat rendah. Adapun kategorisasi tingkat miskonsepsi mengacu pada

kategori miskonsepsi menurut Suwarna (2013) pada tabel 2 berikut.

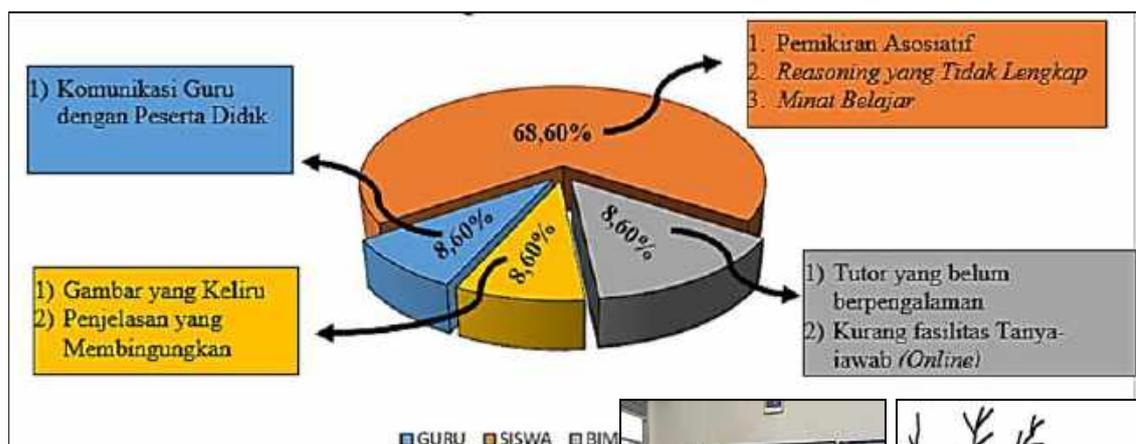
Persentase	Kategori
0% - 30%	Rendah
31% - 60%	Sedang
61% - 100%	Tinggi

Sumber Miskonsepsi

Analisis miskonsepsi dilanjutkan dengan melakukan wawancara kepada subyek yang mengalami miskonsepsi. Hal ini dilakukan bertujuan agar sumber miskonsepsi dapat tergali sehingga peneliti dapat merekomendasikan solusi yang tepat untuk menanggulangi miskonsepsi yang terjadi. Berikut pada Gambar 1 disajikan grafik persentase sebab utama miskonsepsi berdasarkan hasil diagnosis miskonsepsi menggunakan instrumen *four-tier test*, maka subyek yang mengalami miskonsepsi dianalisis.

kelas, analisis perangkat pembelajaran dan wawancara semi terstruktur kepada subyek penelitian.

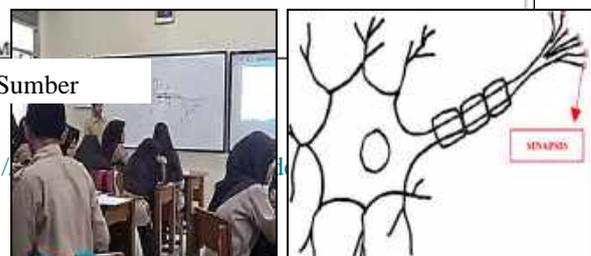
Pada gambar 2 seorang peserta didik sedang menjelaskan menggunakan media papan tulis yang diberi gambar neuron secara keseluruhan (tidak detail). Peserta didik tersebut sedang berusaha menjelaskan struktur sinapsis namun menggunakan gambar yang tidak representatif sebagaimana gambar celah sinaps yang seharusnya seperti gambar 3 berikut.



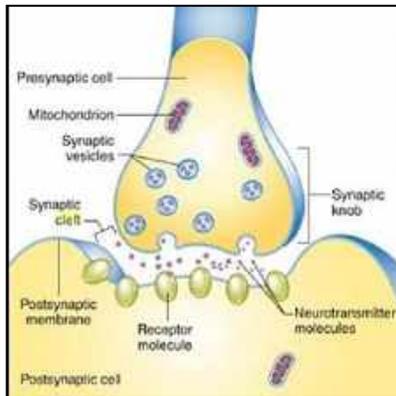
sumber yaitu dari data di

Gambar 1. Diagram Sumber

<https://>



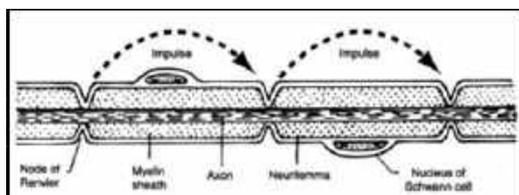
Gambar 2. Seorang Peserta Didik Sedang Menjelaskan Struktur Sinapsis



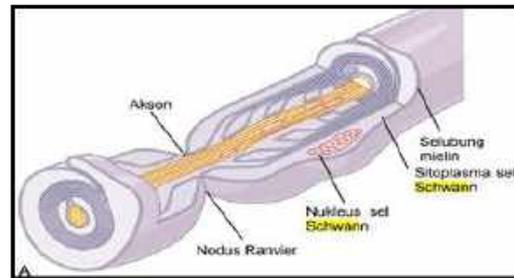
Gambar 3. Gambar Representatif Konsep Sinapsis (Sumber: Evers & Starr, 2006; Guyton & Hall, 2011; Patton, 2015)

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa logika yang dimiliki peserta didik tidak sesuai dengan konsep yang disepakati para ahli seperti gambar 4 di atas, sehingga logika yang salah akan mengantarkan peserta didik pada pemahaman yang salah pula.

Selain bersumber dari guru, peserta didik dan bimbil, miskonsepsi juga telah teridentifikasi bersumber dari buku teks yang digunakan. Kontribusi dari buku teks yang menyebabkan miskonsepsi adalah penjelasan yang keliru. Berdasarkan analisis 1 buah buku paket yang digunakan oleh peserta didik di kelas, didapatkan beberapa miskonsepsi salah satunya pada gambar neuron, yang keliru ketika menunjukkan sel schwann dan selubung myelin (Gambar 5). Hal tersebut sejalan dengan hasil wawancara, beberapa peserta didik tertukar antara sel schwann dengan selubung myelin karena penjelasan pada buku teks biologi yang mereka gunakan mengandung konsep yang salah (miskonsepsi).

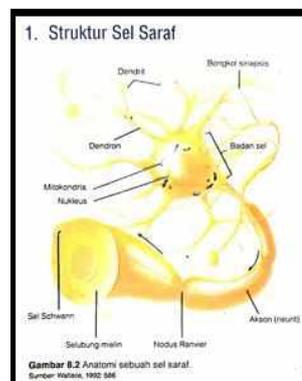


Gambar 4. Penjelasan mengenai gerak saltatori impuls pada akson bermielin (Sumber: Keynes & Aidley, 2001; Joshi et al., 2010; Guyton & Hall, 2011)



Gambar 5. Miskonsepsi pada buku biologi kelas XI (Sumber : Pujiyanto & Ferniah, 2016)

Gambar yang disajikan pada buku paket yang digunakan oleh peserta didik menunjukkan konsep yang keliru. Bagian sel schwann ditunjukkan pada inti sel schwan, sedangkan yang seharusnya sel schwann pada buku ditunjukkan merupakan bagian selubung myelin. Hal ini membuat beberapa peserta didik mengalami miskonsepsi karena penjelasan yang keliru pada buku teks yang mereka gunakan. Miskonsepsi pada materi yang dimuat oleh buku teks dijelaskan oleh Nugroho (2016) akan menyebabkan kesulitan peserta didik dalam memahami konsep sehingga dimungkinkan akan memiliki pemahaman yang salah tentang konsep tersebut. Adapun gambar yang representatif untuk menjelaskan konsep tersebut adalah seperti Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Gambar Representatif untuk Konsep Sel Schwann dan Selubung Myelin (Sumber: Guyton & Hall, 2011)

PEMBAHASAN

Profil Miskonsepsi

Miskonsepsi dengan persentase tertinggi ada pada indikator struktur neuron pada soal nomor 3 yaitu sebesar 28,6%. Pada soal tersebut ditanyakan mengenai struktur sinapsis, miskonsepsi yang terjadi pada soal itu adalah pemahaman yang salah mengenai letak sinapsis. Menurut [Guyton & Hall \(2011\)](#) sinapsis merupakan celah titik temu antara neuron presinaptik dan pasinaptik yang menjadi tempat transmisi neurontransmitter dari satu neuron ke reseptor impuls selanjutnya. Sedangkan pemahaman yang dimiliki subyek berlainan dengan penjelasan tersebut, subyek menyamakan antara sinapsis dengan akson terminalis. Kedua konsep tersebut merupakan konsep yang berbeda namun oleh beberapa peserta didik diasosiasikan sebagai konsep yang sama.

Sumber Miskonsepsi

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan kepada subyek yang mengalami miskonsepsi, didapatkan hasil bahwa sumber miskonsepsi dengan kontribusi paling besar adalah peserta didik itu sendiri. Hal tersebut sejalan dengan yang dikatakan oleh [Suparno \(2013\)](#) bahwa miskonsepsi dapat disebabkan oleh 5 penyebab utama yaitu siswa, guru/pengajar, buku teks, konteks dan cara mengajar. Adapun 4 sumber miskonsepsi yang telah ditemukan diantaranya disebabkan oleh siswa, buku teks, guru di sekolah dan guru di tempat belajar eksternal (Bimbingan belajar).

Hasil wawancara menunjukkan bahwa banyaknya peserta didik yang mengalami miskonsepsi itu dikarenakan hal-hal yang dilakukan oleh subyek itu sendiri. Diantaranya adalah pemikiran asosiatif yang keliru, reasoning yang salah dan minat belajar yang rendah. Terdapat beberapa hal yang membuat pemikiran asosiatif menyebabkan peserta didik mengalami miskonsepsi, salah satu contohnya yaitu ditemukan ketika observasi pembelajaran, terdapat seorang peserta didik yang sedang

menerangkan hasil diskusinya dalam pembelajaran dan menggambarkan sebuah neuron. Ketika menerangkan struktur sinapsis subyek hanya menggunakan gambar neuron secara keseluruhan tanpa adanya perbesaran pada bagian gembung sinaps atau celah sinapsis seperti ditunjukkan pada gambar 2.

Ketika menjelaskan, subyek tersebut menunjukkan sinapsis pada ujung akson yang merupakan akson terminalis, bagi sebagian peserta didik akan mengasosiasikan konsep akson terminalis adalah sinapsis karena gambar yang dijelaskan oleh temannya. Padahal Sinapsis adalah celah penghubung yang berukuran sangat sempit, yang merupakan tempat *neurontransmitter* dilepaskan dari satu neuron ke reseptor impuls setelahnya. Hal ini menjadi salah satu bukti pemikiran asosiatif dapat menyebabkan miskonsepsi pada peserta didik. Kata Asosiatif berasal dari asosiasi yang berarti “menautkan” atau “menghubungkan” hal ini sejalan dengan yang dikatakan oleh [Arons \(1981\)](#); [Gilbert, Watts & Osborne \(1982\)](#); [Marioni \(1989\)](#) bahwa kebanyakan peserta didik mengasosiasikan konsep-konsep yang dianggapnya sama padahal berbeda, hal tersebutlah yang menjadi sumber miskonsepsi dalam pembelajaran seperti yang terjadi pada subyek penelitian ini, yaitu mengasosiasikan konsep sinapsis dengan akson terminalis padahal keduanya adalah konsep yang berbeda.

Selanjutnya miskonsepsi yang disebabkan oleh reasoning yang salah. Sebagian besar peserta didik mengalami miskonsepsi karena proses penalaran atau pemikirannya yang tidak lengkap atau salah, misalnya ketika peserta didik menyimpulkan pemahamannya padahal penjelasan yang diberikan belum sepenuhnya selesai ([Comins, 1993](#)). Selain itu miskonsepsi karena reasoning yang salah juga dapat disebabkan oleh logika yang salah dalam menggeneralisasi konsep yang dipahami.

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini, banyak diantara peserta didik mengandalkan logika mereka saja dalam mengasimilasi pengetahuan. Misalnya ketika ditanyakan mengenai konsep gerak saltatori pada penghantaran impuls di akson, beberapa subyek menerangkan bahwa mereka menggunakan logika dalam menyimpulkan konsep penghantaran impuls di akson tanpa dilengkapi dengan

pemahaman yang tepat mengenai konsep tersebut. Berdasarkan uraian mereka, karena akson memiliki bentuk yang lurus maka impuls yang melaluinya pun akan bergerak lurus. Logika akan konsep tersebut merupakan sebuah kekeliruan, dapat dilihat pada Gambar 4 berikut bahwa impuls bergerak secara saltatori (melompat-lompat) sepanjang akson karena adanya beda potensial pada akson bermyelin dan akson tak bermyelin.

Hal lain yang menjadi sumber miskonsepsi yang berasal dari peserta didik adalah minat belajar. Sebagian subyek yang mengalami miskonsepsi adalah peserta didik dengan minat belajar yang rendah. Hal tersebut ditunjukkan dengan respon subyek saat pembelajaran berlangsung, beberapa subyek berkali-kali ditegur saat pembelajaran karena sibuk mengobrol dan tidak memperhatikan guru yang sedang menerangkan materi. Temuan ini sejalan dengan yang dijelaskan oleh Suparno (2013) bahwa ketika peserta didik tidak memiliki minat belajar maka ia akan sulit menerima pembelajaran bahkan tidak akan mendengarkan ketika guru mengajar di kelas, hal ini memungkinkan mereka tidak memahami konsep yang diajarkan atau memahami konsep yang berlainan dengan apa yang diajarkan (miskonsepsi).

Ketika diberikan tes diagnostik, subyek dengan minat belajar yang rendah ternyata mengalami miskonsepsi pada beberapa soal. Ketika subyek diwawancara pun demikian, subyek mengutarakan bahwa dia tidak memiliki minat belajar pada mata pelajaran biologi sehingga jarang mencari tahu mengenai konsep-konsep biologi.

Selain disebabkan oleh peserta didik, hasil temuan pada penelitian ini menunjukkan sumber miskonsepsi yang juga berkontribusi adalah bimbingan belajar eksternal baik secara *offline* (tatap muka) ataupun *online* (via internet). Beberapa hal yang sudah teridentifikasi menjadi penyebab miskonsepsi dari bimbel adalah guru/tutor bimbel yang bukan berasal dari bidang yang linear dengan bidang yang diajarkan atau masih berstatus sebagai mahasiswa. Beberapa

tutor biologi di berbagai bimbel ditemukan bukan berasal dari latar belakang studi biologi, melainkan bidang lain misalnya pendidikan IPA. Hal ini menyebabkan penguasaan materi pada tutor tersebut masih dimungkinkan rendah dan belum cukup berpengalaman. Hal lain juga dapat dijelaskan bahwa pada bimbel online peserta didik kurang memiliki fasilitas bertanya sehingga pemahamannya akan konsep yang diajarkan tidak terkonfirmasi. Kekurangan bimbel online ini dijelaskan oleh Hidayat (2013) bahwa beberapa platform bimbel online kurang menyediakan pelaporan pemahaman peserta didik, karenanya pemahaman peserta bimbel online belum dapat dijamin bebas dari miskonsepsi.

Selain bersumber dari guru, peserta didik dan bimbel, miskonsepsi juga telah teridentifikasi bersumber dari buku teks yang digunakan. Kontribusi dari buku teks yang menyebabkan miskonsepsi adalah penjelasan yang keliru. Berdasarkan analisis 1 buah buku paket yang digunakan oleh peserta didik di kelas, didapatkan beberapa miskonsepsi salah satunya pada gambar neuron, yang keliru ketika menunjukkan sel schwann dan selubung myelin (Gambar 5). Hal tersebut sejalan dengan hasil wawancara, beberapa peserta didik tertukar antara sel schwann dengan selubung myelin karena penjelasan pada buku teks biologi yang mereka gunakan mengandung konsep yang salah (miskonsepsi).

Solusi atas Miskonsepsi

Mengingat bahwa miskonsepsi merupakan hal yang tersulit untuk diubah dalam proses belajar mengajar (Michael, 2002). Maka berdasarkan hasil analisis sumber miskonsepsi peserta didik pada sub materi sistem saraf di kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 2 Kota Tasikmalaya, dapat direkomendasikan beberapa hal sebagai solusi untuk mengatasi miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik, yaitu guru diharapkan menjalin komunikasi yang lebih aktif dengan peserta didik untuk menggali pemahaman yang dimiliki peserta didik. Hal ini merujuk pada penelitian yang dilakukan Arons (1981) bahwa kebanyakan guru tidak menjalin komunikasi dengan peserta didik

untuk mengonfirmasi pemahaman peserta didik, sehingga banyak peserta didik yang enggan mengungkapkan pemahamannya dan akhirnya memungkinkan peserta didik memiliki konsep alternatif tanpa terkonfirmasi guru. Hal ini dilakukan agar menghindari miskonsepsi pada peserta didik terus berkembang tanpa terdiagnosis. Selanjutnya Peserta didik dan seluruh elemen sekolah saling mendukung dalam belajar. Hal ini berkaitan dengan minat belajar peserta didik, diharapkan seluruh elemen dapat mendukung subyek belajar dengan lebih giat. Karena semakin rendah minat belajarnya, maka semakin besar kecenderungannya untuk memiliki konsep alternatif (miskonsepsi) (Suparno, 2013).

Selain itu Orang tua melakukan controlling terhadap pembelajaran eksternal yang disediakan kepada anak-anaknya. Hal ini dilakukan dengan cara memilih platform bimbel online atau rumah bimbel offline dengan selektif, minimal meyakinkan bahwa tutor yang mengajar adalah guru yang berpengalaman di bidangnya. Hal ini dijelaskan pada artikel yang dipublikasi pada *website* Universitas KH. A. Wahab Hasbullah bahwa pada bimbel online peserta didik dimungkinkan memilih tutor yang diinginkan dan tutor dapat mendaftarkan diri walau tanpa adanya seleksi seperti *fit and proper test*, sehingga ada kecenderungan peserta didik belajar dengan tutor yang tidak ahli di bidangnya. Terakhir sekolah dan orang tua bekerja sama untuk menyediakan buku paket atau bahan ajar lainnya yang relevan dan kredibel, hal ini dilakukan agar mengurangi kemungkinan peserta didik belajar menggunakan buku yang mengandung banyak miskonsepsi seperti yang ditemukan pada penelitian ini. Telah teridentifikasi miskonsepsi pada buku paket yang digunakan yang menyebabkan miskonsepsi pada peserta didik yang membacanya. Hal tersebut didukung oleh penelitian Iona (1987); Renner, Abraham, Grzybowski & Marek (1990); Cobanoglu, Sahin & Karakaya (2008) bahwa beberapa miskonsepsi datang dari buku teks yang digunakan.

KESIMPULAN

Peserta didik kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 2 Kota Tasikmalaya mengalami miskonsepsi pada sub materi sistem saraf sebesar 8,1% yaitu pada kategori rendah dan sumber miskonsepsi yang telah teridentifikasi diantaranya: guru (8,6%), peserta didik (68,6%), buku teks (8,6%), dan bimbel (14,3%). Adapun kontribusi terbesar adalah oleh peserta didik sendiri karena pemikiran asosiatif, reasoning yang salah dan minat belajar yang rendah.

REFERENSI

- Amin, N., Wiendartun, W., & Samsudin, A. (2016). Analisis Instrumen Tes Diagnostik Dynamic-Fluid Conceptual Change Inventory (DFCCI) Bentuk Four-Tier Test pada Beberapa SMA di Bandung Raya. *Prosiding Snips*, 570–574.
- Arons. (1981). Pra-Conception in Mathematics Educations. *Journal for Research Mathematics Educations*, 5(12), 112–136.
- Aydin, G., & Balim, A. G. (2009). Students ' Misconceptions About The Subjects in The Unit " The Systems in Our Body ." *Procedia (Sosial and Behavioral Science)*, 2258–2263. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.397>
- Cobanoglu, E. O., Sahin, B., & Karakaya, C. (2008). Examination of the biology textbook for 10 th grades in high school education and the ideas of the pre-service teachers. *Procedia Social Sciences World Conference on Educational Sciences 2009*, (April 2014), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.442>
- Comins, N. (1993). Sources Of Misconceptions In Astronomy. *Proceedings Of The Third Internationals Seminar On Misconceptions And Educational Strategies In Sciences And Mathematics*.
- Evers, C. A., & Starr, L. (2006). *Biology Concepts and Applications* (6th ed.). Melbourne: Jack C. Carey.
- Gilbert, J., Watts, M., & Osborne, R. (1982). Students' Conceptcion Of Ideas In Mechanics. *Physics Education Journal*, 17, 62–66.
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students ' Misconceptions in Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5), 989–1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Guyton, & Hall. (2011). *Medical Physiology* (12th ed.). Philadelphia: Saunders Elsevier.

- Hernawati, D., & Amin, M. (2017). Analisis Self Efficacy Mahasiswa melalui Kemampuan Presentasi di Kelas. *Education and Human Development Journal*, 2(1), 26–33.
- Hernawati, D., Amin, M., Indriwati, S. E., & Omar, N. (2018). The Effectiveness of Scientific Approach Using Encyclopedia as Learning Materials in Improving Students' Science Process Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(3), 266–272. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i3.14459>
- Hidayat, B. W. (2013). *Membangun Bimbingan Belajar Online Menggunakan Metoda Scrum*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Bandung: Universitas Telkom.
- Iona, M. (1987). “Why Johnny can't learn physics from textbooks I have known.”. *American Journal of Physics*, 55(4), 299–307. <https://doi.org/10.1119/1.15320>
- Joshi, A., Raybagkar, V. H., Vijayshri, Desa, K. V., Mahamuni, R., Bendre, B., & Shivajiro. (2010). *Emerging Physics (1st ed.)*. Dorling Kindersley: Pearson.
- Kaltakci-gurel, D., Eryilmaz, A., & Mcdermott, L. C. (2017). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in Science & Technological Education*, 5143(April), 1–23. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1310094>
- Kaniraras, D. A., Nurmiyati, & Kusumawati, L. (2015). Penerapan E-Module Berbasis Problem-Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Dan Mengurangi Miskonsepsi Pada Materi Ekosistem Siswa Kelas X Sains 1 Sma Negeri 2 Karanganyar Tahun Pelajaran 2014/2015. Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS. Surakarta: UNS.
- Keles, E., & Kefeli, P. (2010). Determination of student misconceptions in “photosynthesis and respiration” unit and correcting them with the help of cai material. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 3111–3118. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.474>
- Keynes, R. D., & Aidley, D. J. (2001). *Nerve And Muscle (3rd ed.)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Marioni, C. (1989). Aspect Of Students' Understandings In Classroom Settings (Age 11-17): Case Study On Motion And Inertia. *Physics Education*, 24, 273–277.
- Michael, J. (2002). Misconceptions- What Students Think They Know. *Advances in Physiology Education*, 26(1), 5–6. <https://doi.org/10.1152/advan.00047.2001>
- Moleong, L. J. (2012). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Rosdakarya.
- Mukrimatussa'adiyah. (2017). *Penggunaan Computer Suported Conceptual Change Text (Cscctekx) Terkait Materi Kemagnetan Untuk Pengajaran Remedial Yang Berorientasi Remediasi Miskonsepsi Siswa SMA*. Laporan Hasil Penelitian.
- Mustika, A. A., Hala, Y., & Arsal, A. F. (2014). Identifikasi Miskonsepsi Mahasiswa Biologi UNM Pada Konsep Genetika dengan Metode CRI. *Jurnal Sainsmat*, 3(2), 122–129.
- Nugroho, F. A. (2016). Identifikasi Miskonsepsi Sistem Pencernaan Manusia Pada Buku Teks Biologi Sma Kurikulum 2013 Di Kota Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(5), 13–22.
- Nusantari, E. (2011). Analisis dan Penyebab Miskonsepsi pada Materi Genetika Buku SMA Kelas XII. *Bioedukasi*, 4(2), 72–85.
- Patton, K. T. (2015). *Anatomy and Physiology (9th ed.)*. St. Louis: Elsevier.
- Pujiyanto, S., & Ferniah, R. S. (2016). *Menjelajahi Dunia Biologi (Untuk Kelas XI SMA Dan MA)*. Solo: Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Rahmawati, Y., Prayitno, B. A., & Indrowati, M. (2013). Studi Komparasi Tingkat Miskonsepsi Siswa Pada Pembelajaran Biologi Melalui Model Pembelajaran Konstruktivisme Tipe Novick Dan Konstruktivis-Kolaboratif. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 1–7.
- Renner, J. W., Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., & Marek, E. A. (1990). Understandings And Misunderstandings Of Eighth Graders Of Four Physics Concepts Found In Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(1), 35–54.
- Roini, C., Suparman, & Ahmad, Z. (2012). Analisis Kesalahan Konsep Genetika Pada Soal Uji Kompetensi Sertifikasi Guru Dalam Jabatan Tahun 2012. *Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 1039–1044.
- Sugiyono. (2016). *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Suparno, P. (2013). *Miskonsepsi & Perubahan Konsep Dalam Pendidikan Fisika*. Yogyakarta: Grasindo.
- Suwarna, I. W. (2013). Analisis Miskonsepsi Siswa Kelas X pada Materi Pelajaran Fisika melalui CRI (Certainty of Response Index) Termodifikasi. *UIN Syarif Hidayatullah*.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159–169. <https://doi.org/10.1080/0950069880100204>

Struktur 3D Protein Struktural VP1 pada *Enterovirus A71* Menggunakan Swiss-Model

3D Structure of VP1 Structural Protein on Enterovirus A71 Using Swiss-Model

Suprianto^{1*}, I Made Budiarsa¹, Fatmah Dhafir¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Tadulako, Kota Palu, Indonesia, 94148

*Email Koresponden: budiarsa_imade@yahoo.com

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4137-474353>

Received: 30 Januari 2020 | Accepted: 31 Mei 2020 | Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Background: Protein struktural VP1 (*viral protein 1*) pada virus berperan penting dalam patogenesis, memiliki ciri khas sebagai pengendali utama entri seluler sel virus. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi struktur tiga dimensi protein VP1 pada *Enterovirus A71* (EV-A71). **Metode:** Protein target diperoleh dari server UniProt dengan kode akses A0A097EV89 menggunakan template 4cey.1.A rantai A yang diperoleh dari identifikasi template di swiss-model dengan identitas protein data bank (PDB ID), dianalisis secara *in silico* melalui metode homologi menggunakan server SWISS-MODEL. **Hasil:** Analisis penelitian menunjukkan protein target dan template memiliki identity 95,29 % dan tersusundari 297 asam amino dengan nilai QMEAN -2,15. Protein struktural VP1 pada Ramachandran Plots memiliki struktur stabil, residu non-glisin pada daerah outlier hanya berkisar 0,34 % (A53 ALA) dengan Nilai rotamer outliers 1,61 %. **Kesimpulan:** Model struktur tiga dimensi protein yang diteliti memiliki struktur stabil dan informasi yang didapatkan berguna untuk penelitian lebih lanjut dalam pengembangan vaksin penyakit yang disebabkan oleh EV-A71.

Kata kunci: protein VP1; *Enterovirus A71*; Swiss-Model; Metode Homologi; In-Silico

Abstract

Background: The structural protein VP1 (*viral protein 1*) in a virus plays an important role in pathogenesis, has a characteristic as the main controller of cellular entry of viral cells. This study aims to predict the three-dimensional structure of the VP1 protein on *Enterovirus A71* (EV-A71). **Method:** The target protein was obtained from the UniProt server with access code A0A097EV89 using the 4cey.A. chain A template obtained from template identification in the swiss-model with the protein identity of the bank data (PDB ID), analyzed *in silico* through the homology method using the SWISS-MODEL server. **Results:** Research analysis showed that the target protein and template had an identity of 95.29% and 297 amino acids were formed with a QMEAN value of -2.15. VP1 structural protein in Ramachandran Plots has a stable structure, non-glycine residues in the outlier area is only 0.34% (A53 ALA) with rotamer outliers value 1.61%. **Conclusion:** The three-dimensional structure model of the studied protein has a stable structure and information which was found useful for further research in the development of vaccines for diseases caused by EV-A71.

Keywords: VP1 protein; EV-A71; Swiss-Model; Homology Method; In-Silico.

Cara citasi: Suprianto, Budiarsa, I.M., Dhafir, F. 2020. Struktur 3D Protein Struktural VP1 pada *Enterovirus A71* Menggunakan Swiss-Model. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 04(01): 37-47. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4137-474353>



© 2020 Oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Penyakit polio sangat berbahaya karena dapat merusak system saraf dan menimbulkan beberapa resiko terhadap organ vital seperti komplikasi, kelumpuhan pada organ dalam akibat kerusakan otak, kelumpuhan pada kaki, kelumpuhan pada otot hingga mengakibatkan kematian (Wilson, 2001). Penyakit ini disebabkan oleh virus polio.

Virus polio merupakan genus Enterovirus dan dapat menyebabkan penyakit polio. Virus ini menyerang semua kelompok umur, namun seringkali kasus polio terjadi pada anak-anak dibawah umur tiga tahun (Ma'rifatun & Sugiyanto, 2013; Umam, Kharis, & Supriyono, 2016). Virus polio jenis enterovirus dibagi menjadi beberapa jenis dan terdiri dari tujuh *genogroups* A-G seperti jenis *Enterovirus A71* (EV-A71) (Apostol et al., 2019).

EV-A71 merupakan salah satu jenis virus yang sangat berbahaya, menyebabkan kelumpuhan tangan, kaki, dan mulut (HFMD) pada bayi dan anak-anak kecil serta menyebabkan berbagai komplikasi seperti neurologis, meningitis aseptik, ensefalitis batang otak, keterlambatan perkembangan saraf dan penurunan fungsi kognitif (Ooi et al., 2010; Aw-Yong et al., 2019).

Genom Enterovirus mengkode empat protein kapsid struktural, diantaranya protein VP1, VP2, VP3 dan VP4 yang berperan dalam memfasilitasi entri seluler dan pengiriman genom virus ke dalam sitosol sel inang. Genom Enterovirus juga mengkode protein non struktural seperti 2A^{pro}, 2B, 2C, 3A, 3B, 3C^{pro} dan 3D^{pol} berfungsi sebagai media berlangsungnya replikasi RNA oleh virus (Lin, Kung, & Shih, 2019).

VP1 adalah protein kapsid yang terdiri dari 297 asam amino (Yuan et al., 2018). Protein kapsid VP1 merupakan protein yang paling antigenik memiliki epitop sel B dan T (Aw-Yong et al., 2019). Protein struktural VP1 berperan penting dalam patogenesis, karena memediasi respons imun dan perlekatan sel serta entri sel virus melalui reseptor sel asam *sialic* (Gorelik et al., 2011).

Infeksi EV-A71 telah berkembang menjadi ancaman serius bagi masalah kesehatan masyarakat global. Perkembangan ilmu biologi dalam pendekatan komputasi dapat membantu dalam pengembangan vaksin dan pendekatan terapeutik seperti penelitian tentang struktur protein (Yuan et al., 2018). Studi *in silico* tentang

struktur dan fungsi protein VP1 pada EV-A71 dapat dilakukan sebagai langkah awal dalam menjelaskan sifat dan fungsi biokimia protein secara detil (Wijaya & Hasanah, 2016).

Struktur protein struktural VP1 dapat memberikan dasar untuk mempelajari patogenesis infeksi EV-A71 (Yuan et al., 2018). Penelitian mengenai struktur protein tersebut masih jarang dilaporkan, kebanyakan penelitian sebelumnya berfokus pada pengembangan vaksin VP1 rekombinan (Kiener, Premanand, & Kwang, 2013; Yu et al., 2013; Zhang et al., 2015). Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi struktur tiga dimensi protein VP1 pada EV-A71 secara *in silico* menggunakan SWISS-MODEL. Informasi yang didapatkan dari penelitian dapat memperluas kajian molekuler mengenai struktur protein struktural VP1 pada EV-A71 dan memberikan dasar untuk mempelajari patogenesis mengenai penyakit polio

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan teknik komputasi dengan jaringan internet. Bahan yang digunakan berupa *sequence* protein struktural VP1 pada EV-A71 penyebab penyakit polio dengan kode akses (*accession number*) A0A097EV89, diunduh dalam *format fasta* dari situs *UniProt* yang diakses sejak tanggal 16 September 2019, *template* 4cey.1.A diperoleh dari hasil identifikasi *template* di SWISS-MODEL dengan *identity* tertinggi yang merupakan bagian dari 4cey (PDB-ID) pada region 1 rantai A dan *email* individu.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop berkapasitas 64 bit, beberapa perangkat lunak seperti *server UniProt* (<http://www.uniprot.org/serve>), PDB (<http://www.pdb.org/pdb/home/home.do.server>), Program SWISS-MODEL *expasy* (<http://swissmodel.expasy.org/>) dan Bioedit versi 7.2.5.

Penelitian ini berbasis bioinformatika menggunakan analisis *in silico* untuk menentukan struktur tiga dimensi protein target.

Penentuan Protein Target

Penentuan Protein target dilakukan dengan cara menelusuri situs *UniProt* untuk mendapatkan protein target dengan *identity* 50 %. Kode akses protein dengan *identity* 50 % akan mempermudah dalam menentukan sekuen target yang belum ditentukan struktur tiga dimensi proteinnya (Wijaya & Hasanah, 2016).

Memeriksa hasil penelusuran protein target yang diperoleh dari *UniProt* menggunakan situs PDB dengan menyalin kode akses protein target untuk membuktikan apakah protein dengan kode akses tersebut telah terbangun struktur tiga dimensi proteinnya. Selanjutnya mengunduh protein target dalam format fasta. Protein target yang diunduh memiliki *ligands* 1 x 906 dengan *oligo-state monomer*.

Penentuan Template menggunakan SWISS MODEL

Penentuan *template* ditentukan menggunakan program SWISS-MODEL dengan memasukan protein target pada *upload target sequence file*. Selanjutnya memilih menu *search for template* untuk mendapatkan *template* yang akan digunakan. *Template* dipilih berdasarkan nilai *identity* tertinggi untuk modelling struktur model.

Analisis Komposisi Asam Amino secara In-Silico

Analisis komposisi asam amino secara *in-silico* dilakukan menggunakan program bioedit yang dapat diakses secara *offline*. Memasukan protein target di bioedit dengan cara Ctrl + O, setelah itu memilih menu *sequence* yang terdapat pada *menubar*. Selanjutnya pilih *sub menu* “Protein” yang terdapat pada menu *sequence*, kemudian memilih *sub menu* “Acid Amino Composition” yang secara otomatis akan memberikan data mengenai komposisi asam amino protein target.

Pemodelan Struktur Protein Target

Pemodelan struktur protein target dilakukan dengan cara memilih “*user template*” pada *workspace* SWISS-MODEL. Setelah tampilan *workspace* tersedia, selanjutnya memasukan protein target pada *upload target sequence file* dan memasukan *template* pada *add template file*.

Klik “*Build Model*” pada menu pilihan *workspace* yang secara otomatis akan menampilkan struktur protein yang terbangun.

Alignment Sekuen Target dan Template

Alignment protein target dan *template* dilakukan setelah proses pemodelan protein target. Hasil *alignment* secara otomatis ditampilkan dalam *workspace* SWISS-MODEL, sehingga akan ditampilkan data beberapa variasi asam amino yang berbeda antara protein target dengan *template*.

Kualitas Residu Asam Amino

Penilaian kualitas residu asam amino protein target dan *template* dianalisis menggunakan program SWISS-MODEL. Kualitas residu diperoleh dari hasil *modelling* protein target menggunakan “*user template*”. Menganalisis kualitas residu dilakukan secara *online* dengan melihat nilai “*Local Quality*” masing-masing residu.

Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan dengan penilaian struktur hasil *modelling* protein target menggunakan SWISS-MODEL dengan cara memilih *Tools* “*Structure Aesessment*” pada tampilan *model result*. Evaluasi model akan menjelaskan penilaian struktur seperti nilai *Identity*, *QMEAN*, *GMQE*, *Quality Estimate*, *Molprobity* dan *Ramachandran Plots*.

HASIL

Penentuan Protein Target

Penentuan protein target dengan *identity* 50 % akan mempermudah dalam menentukan protein target yang belum ditentukan struktur tiga dimensi proteinnya (Wijaya & Hasanah, 2016). Target yang diperoleh merupakan protein struktural VP1 pada EV-A71 dalam format fasta.

Cluster: VP1 (Fragment)	2,629	AQA097EV89	Enterovirus A71	297	50%
		AQA097EVD9	Enterovirus A		
		AQA097EVA6	Enterovirus A120		
		AQA097EV91	Enterovirus A90		
		AQA0K0Q0B8	Human enterovirus 71		
		G5EN51	EP/13372/1998		
		X2D770	Coxsackievirus A7		
		393DT8	Coxsackievirus A2		
		A2Q114	Human enterovirus 71		
		+2619	339/Toyama/2006		
			Coxsackievirus A16		
			Human enterovirus		
			And more		

Gambar 1. Penelusuran Protein Target dalam Database UniProt

Penentuan Template Menggunakan SWISS-MODEL

Hasil identifikasi *template* menunjukkan 4cey.1.A dengan *tittle* VP1 adalah *template* yang

dipilih dalam pemodelan struktur 3D sekuen target karena memiliki *identity* tertinggi 95,29 % (Gambar 5).

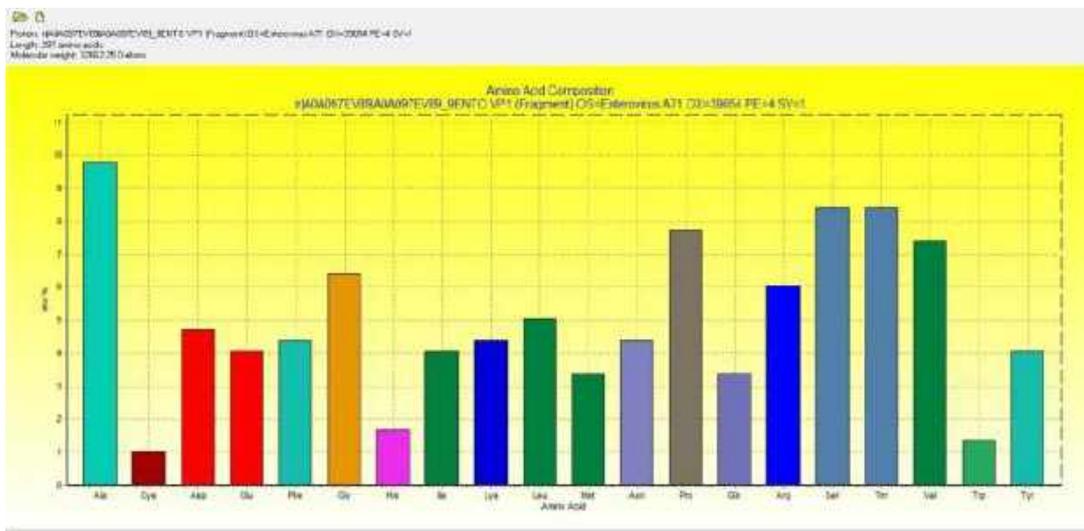


Gambar 2. Hasil Identifikasi Template

Analisis Komposisi Asam Amino secara In-Silico

Hasil analisis komposisi asam amino secara *in silico* menunjukkan bahwa berat molekul asam

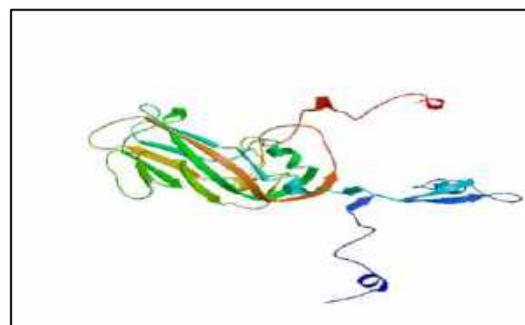
amino penyusun protein struktural VP1 pada EV-A71 sebesar 32662,25 Daltons.



Gambar 3. Diagram Komposisi Asam Amino Protein Struktural VP1 pada EV-A71

Pemodelan Struktur Protein Target

Template yang digunakan untuk membangun model protein target yaitu 4cey.1.A memiliki *identity* 95,29 % sehingga sangat bagus untuk modelling struktur tiga dimensi protein secara *automated mode* (Bordoli et al., 2008). Struktur tiga dimensi protein yang dihasilkan membangun semua residu asam amino berjumlah 297 (Gambar 4).



Gambar 4. Struktur tiga dimensi protein

Alignment Protein Target dan Template

Alignment protein target dan template diperoleh dari model-template alignment pemodelan struktur 3D protein di SWISS-MODEL, hasil alignment menunjukkan adanya

persamaan dan perbedaan variasi asam amino antara protein target dan template, variasi asam amino dari masing-masing protein terletak pada asam amino nomor 9 aa, 11 aa, 24 aa, 39 aa, 51 aa, 53 aa, 57 aa, 74 aa, 80 aa, 86 aa, 89 aa, 128 aa, 152 aa dan 293 aa.

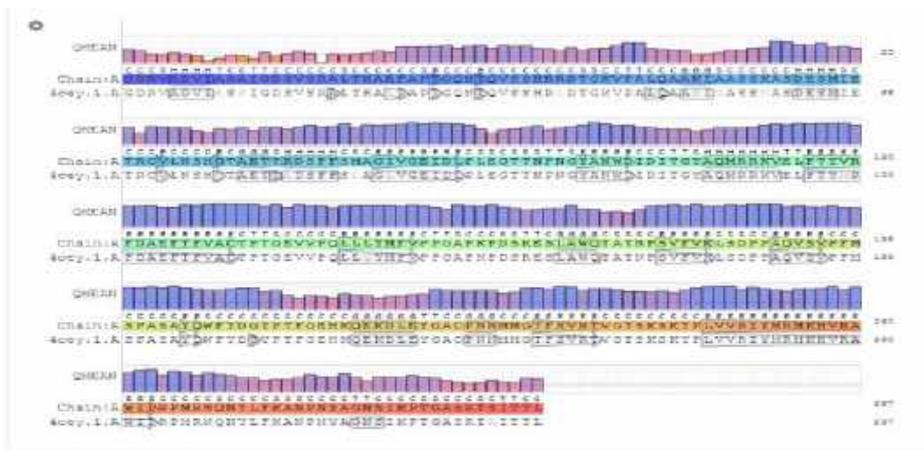


Gambar 5. Hasil Model-Template Alignment

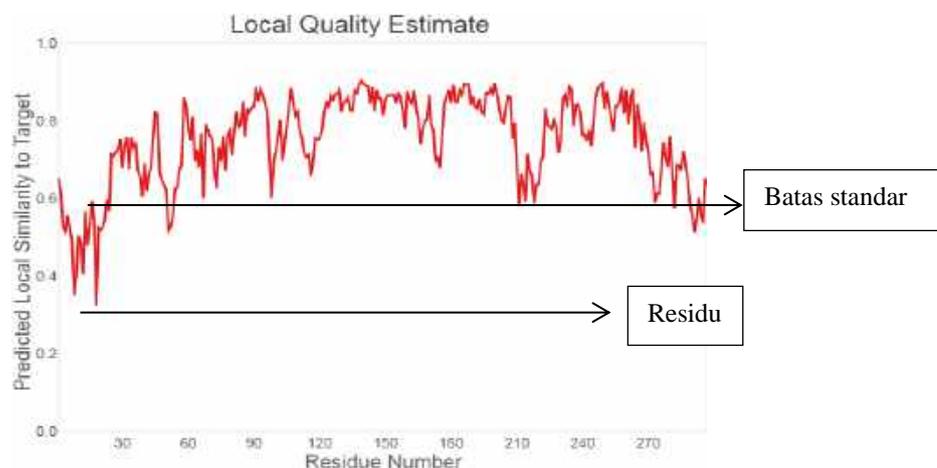
Kualitas Residu Asam Amino

Kualitas residu yang termaksud dalam low quality dapat ditentukan berdasarkan skor tertentu. Daerah yang berwarna ungu merupakan

residu dengan kategori high quality sedangkan daerah berwarna merah dan merah keunguan merupakan daerah dengan nilai rentan dibawah 0,6 sehingga kualitas residu tersebut tergolong low quality (Gambar 6).



Gambar 6. Kualitas Residu



Gambar 7. Local Quality Estimate

Evaluasi Model

Hasil model yang diperoleh dikatakan baik atau buruk kualitasnya tergantung karakter yang muncul pada *model result* SWISS MODEL, biasanya karakter tersebut ditandai dengan ibu

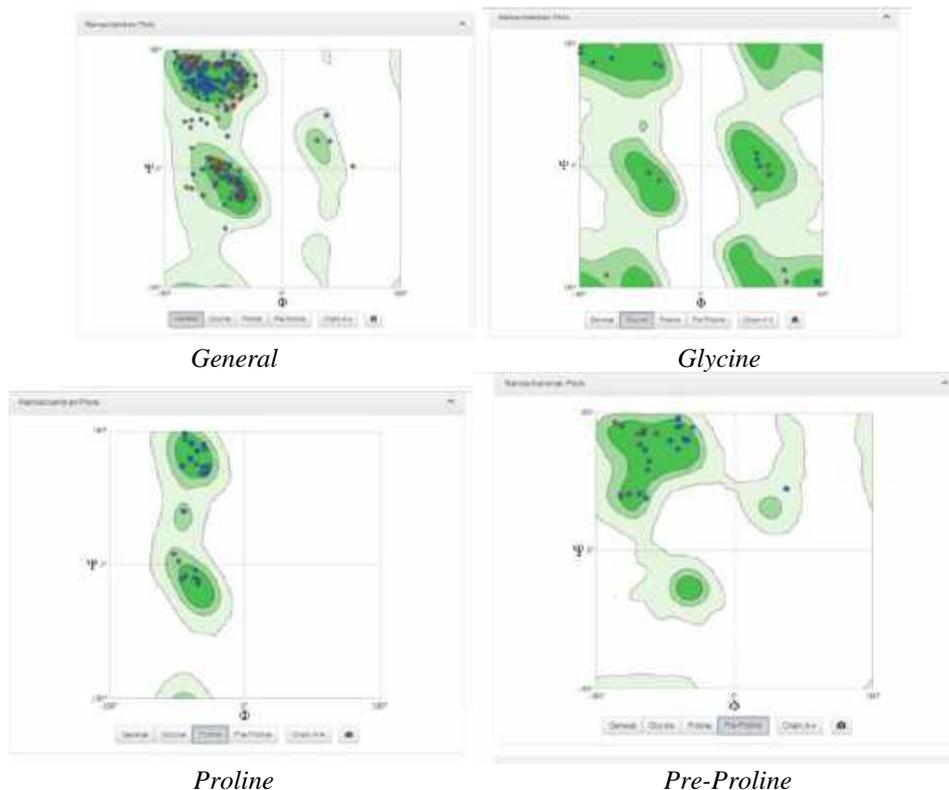
jari yang menghadap keatas menandakan baik atau ibu jari yang menghadap kebawah menandakan buruk (Gambar 8).



Gambar 8. Model Result dan Penilaian Struktur

Gambar 9 menunjukkan sebaran residu struktur protein target menggunakan *template* 4cey.1.A dalam Ramachandran Plots. Kualitas struktur protein dikatakan baik atau buruk tergantung pada sedikit atau banyaknya residu

non-glisin diwilayah *favoured region* (daerah disukai) dan *disallowed* (daerah yang tidak diperbolehkan) dalam Ramachandran Plots (Amelia & Iryani, 2012).



Gambar 9. Ramachandran Plots protein A0A097EV89 dengan *template* 4cey.1.A71

Nilai *molprobit* yang diperoleh 1,32 menggambarkan resolusi struktur prediksi dengan *clashscore* sebesar 1,8 (Tabel. 1). Nilai *classchore* berbanding terbalik dengan nilai

persentilnya. Semakin tinggi nilai pada *clashscore* maka nilai persentilnya semakin rendah (Kurniasih, 2018). Struktur yang diperoleh dari nilai *Molprobit* menunjukkan

sejumlah asam amino mengalami konformasi dalam jumlah kecil.

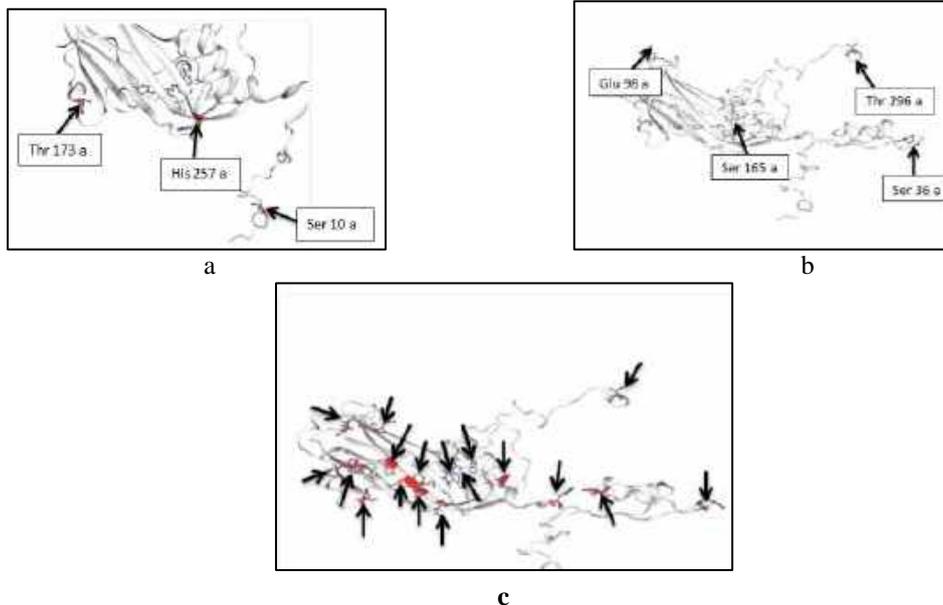
Tabel 1. Molprobity Result

No	Penilaian MolProbity	Molprobity Result
1	MolProbity Score	1,32
2	Clash Score	1,08
3	Favoured Region	94,92%
4	Outliers Region	0,34% (a53 Ala)
5	Rotamer Outliers	1,61% (a35 Ser, a98 Glu, a165 Ser dan a296 Thr)
6	C-Beta Deviation	3 (a173 Thr, a10 Ser dan a257 His) 18/3211 (asn 104 a, asp 94 a, phe 126 a, asp 132 a, glu 134 a, (lys 162 a-pro 163 a), (asn 176 a-pro 177 a), his 73 a, (a52 ile-ala 53 a), ala 53 a, phe 137 a, his 37 a, phe 135 a, thr 296 a, (asn 102 a-pro 103 a), (asp 185 a-pro 186 a) dan his 214 a
7	Bad Angles	

Hasil *molprobity* menunjukkan bahwa nilai *rotamer outliers* adalah 1,61 % dan terdapat tiga residu asam amino berada didaerah *allowed*. Residu yang termaksud *Rotamer Outliers* adalah ser 36 a, glu 98 a, ser 165 a dan thr 296 a (Gambar 10 a). Hasil *molprobity* menunjukkan adanya tiga wilayah pada struktur protein yang termaksud wilayah deviasi C β yaitu thr 173 a, ser 10 a dan his 257 a (Gambar 10 b).

Struktur protein yang dibangun berdasarkan analisis *ramachandran plots*

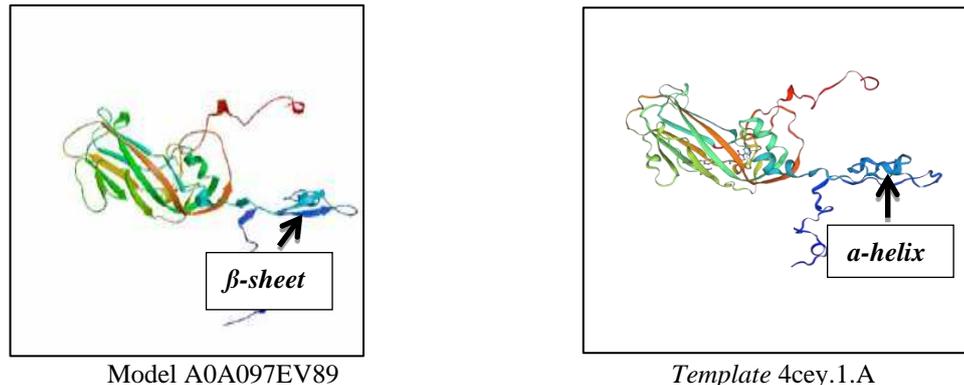
memiliki 3211 sudut dan 18 diantaranya masuk kategori *Bad Angles* (Sudut Buruk) yaitu asn 104 a, asp 94 a, phe 126 a, asp 132 a, glu 134 a, (lys 162 a-pro 163 a), (asn 176 a-pro 177 a), his 73 a, (a52 ile-ala 53 a), ala 53 a, phe 137 a, his 37 a, phe 135 a, thr 296 a, (asn 102 a-pro 103 a), (asp 185 a-pro 186 a) dan his 214 a. Sudut *Bad Angles* ditandai dengan daerah berwarna merah pada struktur ditunjukkan arah panah seperti pada Gambar 10 c.



Gambar 10. Rotamer Outliers (a), C-Beta Deviation (b) dan Bad Angles (c)

Struktur model memiliki perbedaan dengan struktur *template* bila melihat beberapa bentuk sudut yang terbangun, perbedaan ditunjukkan oleh arah panah pada gambar. Model strukturnya berupa β -sheet sedangkan *template*

menunjukkan struktur *a-helix* (Gambar 11). Struktur target yang diperoleh telah mendekati model yang sebenarnya, hal ini dipengaruhi oleh persentase similaritas antara target dan *template*.



Model A0A097EV89

Template 4cay.1.A

Gambar 11. Perbandingan Struktur Model dan *Template*

PEMBAHASAN

Penentuan Protein Target

Struktur tiga dimensi protein belum ditentukan secara eksperimen karena belum terdaftar pada situs PDB. Penentuan protein target dengan *identity* 50 % akan mempermudah dalam menentukan protein target yang belum ditentukan struktur tiga dimensi proteinnya (Wijaya & Hasanah, 2016).

Penentuan Template Menggunakan SWISS-MODEL

Amelia & Iryani (2012) menjelaskan bahwa template dengan *identity* diatas 50 % menjadi pilihan utama dalam penentuan struktur tiga dimensi protein. Lebih lanjut Kurniasih (2018), menentukan struktur protein dengan tingkat homologi atau kemiripan paling tinggi akan membantu dalam membangun struktur protein yang stabil.

Analisis Komposisi Asam Amino secara In-Silico

Komposisi asam amino protein target menunjukkan bahwa persentase paling tinggi terdapat pada jenis asam amino Alanin (Ala) yaitu sebesar 9,76 % dan persentase paling rendah terdapat pada jenis asam amino Sistein (Cys) yaitu sebesar 1,01 %. Berat molekul dan komposisi asam amino dalam polipeptida penyusun protein sangatlah berperan penting dalam membangun struktur protein (Sugiyono, 2004). Jenis-jenis asam amino penyusun protein akan membentuk struktur tiga dimensi protein

dan sifat-sifat biologis struktur protein (Fouriana, 2017). Komposisi masing-masing asam amino protein VP1 pada EV-A71 dapat dilihat pada Gambar 3.

Pemodelan struktur protein target

Model struktur tiga dimensi protein struktural VP1 memiliki nilai QMEAN -2,15 dan nilai GMQE 0,98. Berdasarkan nilai QMEAN dan GMQE tersebut, kualitas model protein target dengan user template yang terbangun dapat dikategorikan baik, sebab nilai QMEAN dibawah -4 dan GMQE antara 0,6-1 adalah batas toleransi kualitas model (Seprianto, 2018).

Alignment Protein Target dan Template

Variasi masing-masing asam amino penyusun protein target dan template mempengaruhi bentuk struktur protein yang terbangun. Semakin sedikit variasi asam amino antara protein target dengan template menandakan tingkat homologi keduanya semakin tinggi, tingkat homologi protein target dan template yang semakin tinggi akan membantu dalam memperoleh model yang sebenarnya (Baker & Sali, 2001). Hasil alignment dapat dilihat pada Gambar 5.

Kualitas Residu Asam Amino

Residu asam amino dengan skor kualitas lokal antara 0,6-1 menandakan bahwa kualitas residu masih berada dalam batas toleransi, sehingga keberadaan residu diluar batas nilai

tersebut tidak begitu penting dalam membangun struktur model (Seprianto, 2018).

Estimasi kualitas residu ditentukan oleh skor setiap asam amino, beberapa asam amino memiliki kualitas yang buruk dengan nilai kurang dari 0,6. Garis merah merupakan sebaran residu asam amino yang menunjukkan proporsi residu dengan kualitas tertentu (Gambar 7). Berdasarkan kedua analisis gambar jenis residu yang termaksud low quality dengan skor kurang dari 0,6 adalah arg 3 a, val 4 a, ala 5 a, asp 6 a, val 7 a, ile 8 a, ala 9 a, ser 10 a, ala 11 a, ile 12 a, gly 13 a, asp 14 a, ser 15 a, val 16 a, ser 17 a, arg 18 a, ala 19 a, leu 20 a, thr 21 a, his 22 a, arg 24 a, lys 51 a, ile 52 a, ala 53 a, phe 211 a, his 214 a, lys 218 a, phe 273 a, asn 282 a, ala 289 a, ser 290, arg 291, thr 292 a, ile 294 dan thr 295 a. Keberadaan asam amino dengan low quality sangat tidak diharapkan dalam memprediksi struktur tiga dimensi protein karena hal tersebut akan mempengaruhi kestabilan struktur protein.

Evaluasi Model

Evaluasi struktur tiga dimensi model dilakukan dengan melihat nilai identity antara sekuen target dan template. Semakin besar nilai identity (%) antara target dan template maka model yang dihasilkan semakin mendekati model yang sebenarnya (Wijaya & Hasanah, 2016).

Hasil pemodelan struktur tiga dimensi protein yang diperoleh memiliki persentase nilai identity melebihi standar yang diharapkan diatas 50 % (Amelia & Iryani, 2012). Nilai QMEAN (Quality Model Energy Analysis) menggabungkan beberapa fungsi penilaian untuk memperkirakan kualitas model.

Selain itu, Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai GMQE (Global Model Quality Estimation) sebesar 0,98. Nilai GMQE antara 0-1 menandakan bahwa kecocokan antara residu struktur target dan template atau mencerminkan ekspektasi akurasi model.

Kualitas struktur protein dikatakan baik apabila persentase residu non-glisin didaerah outlier kurang dari 15 % (Lovell et al., 2003).

Struktur protein struktural VP1 pada EV-A71 dengan template 4cey.1.A memiliki struktur stabil yang dipengaruhi oleh ikatan hidrogen yang menstabilkan rangkaian residu asam amino pada struktur tiga dimensi protein, dan elemen kunci yang menentukan dinamika dan stabilitas protein (Sheu et al., 2009).

Kestabilan suatu struktur menunjukkan kualitas protein untuk dikembangkan lebih lanjut, misalnya sebagai vaksin (Lovell et al., 2003). Kestabilan struktur model protein diperoleh menggunakan MolProbity Result (Tabel. 1) hasil analisis Ramachandran Plot bahwa residu non-glisin pada daerah outliers hanya berkisar 0,34 % (A53 ALA) dan jumlah residu asam amino didaerah favoured region yaitu 94,92 %.

Nilai molprobity yang diperoleh 1,32 menggambarkan resolusi struktur prediksi dengan clashscore sebesar 1,8 (Tabel. 1). Nilai clashscore berbanding terbalik dengan nilai persentilnya. Semakin tinggi nilai pada clashscore maka nilai persentilnya semakin rendah (Kurniasih, 2018). Struktur yang diperoleh dari nilai Molprobity menunjukkan sejumlah asam amino mengalami konformasi dalam jumlah kecil.

Evaluasi nilai rotamer outliers pada struktur menjelaskan bahwa daerah yang diperbolehkan (allowed) memiliki kategori $\geq 0,3$ % atau ≤ 2.0 %. Kategori tersebut memungkinkan untuk mengetahui konformasi sejumlah asam amino berada ditepi distribusi rotamer, dekat dengan wilayah outliers (Hintze, et al., 2016).

Analisis model dalam ramachandran plots menjelaskan deviasi C β yang sensitif terhadap inkompatibilitas antara sidechain dan rantai punggung disebabkan oleh konformasi sejumlah asam amino yang tidak sesuai (Lovell et al., 2003).

Struktur model memiliki perbedaan dengan struktur template bila melihat beberapa bentuk sudut yang terbangun, perbedaan ditunjukkan oleh arah panah pada gambar. Model strukturnya berupa β -sheet sedangkan

template menunjukkan struktur a-helix (Gambar 11). Struktur target yang diperoleh telah mendekati model yang sebenarnya, hal ini dipengaruhi oleh persentase similaritas antara target dan template.

Struktur tiga dimensi dari protein struktural VP1 pada EV-A71 menunjukkan kualitas struktur protein yang stabil. Kestabilan suatu struktur akan sangat mempengaruhi kualitas protein sebagai kandidat vaksin (Ameli & Iryani, 2012; Yuan et al., 2018). Stabilitas struktur protein target yang diperoleh dapat menjadi dasar dalam mempelajari pengembangan desain vaksin virus EV-A71 sebagai salah satu penyebab penyakit polio.

KESIMPULAN

Prediksi struktur tiga dimensi protein struktural VP1 pada EV-A71 menghasilkan struktur tiga dimensi protein dengan nilai identity 95,29 %. Hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa protein VP1 pada EV-A71 dalam Ramachandran Plots memiliki struktur stabil, residu non-glisin pada daerah outlier hanya berkisar 0,34 % dan 94,92 % menggambarkan bahwa sebaran residu berada pada daerah favoured region dengan 3211 sudut. Nilai rotamer outliers yang diperoleh adalah 1,61 % dan terdiri atas tiga residu diwilayah deviasi C β . Informasi yang diperoleh dari penelitian berguna sebagai dasar ilmu dalam pengembangan desain vaksin pada EV-A71.

REFERENSI

- Amelia, F., & Iryani. (2012). Comparative Modelling Protein vaksin NA BTB H5N1 Menggunakan SWISS Model. *Jurnal Saintek*, 4(2), 165–169.
- Apostol, L. N., Shimizu, H., Suzuki, A., Umami, R. N., Jiao, M. M. A., Tandoc, A., Saito, M., Lupisan, S., & Oshitani, H. (2019). Molecular characterization of enterovirus-A71 in children with acute flaccid paralysis in the Philippines. *BMC Infectious Diseases*, 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12879-019-3955-x>
- Aw-Yong, K. L., NikNadia, N. M. N., Tan, C. W., Sam, I. C., & Chan, Y. F. (2019). Immune responses against enterovirus A71 infection: Implications for vaccine success. *Reviews in*

Medical Virology, 29(5), 1–20. <https://doi.org/10.1002/rmv.2073>

- Baker, D., & Sali, A. (2001). Protein structure prediction and structural genomics. *Science*, 294(93), 93–96. <https://doi.org/10.1126/science.1065659>
- Bordoli, L., Kiefer, F., Arnold, K., Benkert, P., Battey, J., & Schwede, T. (2008). Protein structure homology modeling using SWISS-MODEL workspace. *Nature Protocols*, 4(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/nprot.2008.197>
- Fouriana, L. (2017). Analisis In-Silico dan Struktur Tiga Dimensi Protein Struktural Envelope (E) Virus Dengue Serotipe Tiga dan Pemanfaatannya sebagai Media Pembelajaran. *Skripsi Tidak Diterbitkan*.
- Hintze, B.J., Lewis, S.M., Richardson, J.S., & Richardson, D.C. (2016). Molprobity's ultimate rotamer-library distributions for model validation. *Protein*. Vol. 84(9). <https://dx.doi.org/10.1002%2Fprot.25039>
- Gorelik, L., Reid, C., Testa, M., Brickelmaier, M., Bossolasco, S., Pazzi, A., Bestetti, A., Carmillo, P., Wilson, E., McAuliffe, M., Tonkin, C., Carulli, J. P., Lugovskoy, A., Lazzarin, A., Sunyaev, S., Simon, K., & Cinque, P. (2011). Progressive multifocal leukoencephalopathy (PML) development is associated with mutations in JC virus capsid protein VP1 that change its receptor specificity. *Journal of Infectious Diseases*, 204(1), 103–114. <https://doi.org/10.1093/infdis/jir198>
- Kiener, T. K., Premanand, B., & Kwang, J. (2013). Immune responses to dermatophytoses. *Expert Reviews Vaccines*, 12(4), 357–364. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6397-8_10
- Kurniasih, R. (2018). Struktur Prediksi dan Identifikasi Substrat Spesifik Lakase Isolat Lokal *Neorspora crassa* inaCC F226. *Skripsi Tidak Diterbitkan*.
- Lin, J. Y., Kung, Y. A., & Shih, S. R. (2019). Antivirals and vaccines for Enterovirus A71. *Journal of Biomedical Science*, 26(65), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12929-019-0560-7>
- Lovell, S. C., Davis, I. W., Adrendall, W. B., de Bakker, P. I. W., Word, J. M., Prisant, M. G., Richardson, J. S., & Richardson, D. C. (2003). Structure Validation By Alpha Geometry: Phi, Psi And C beta Deviation. *Proteins-Structure Function and Genetics*, 50, 437–450. <https://doi.org/10.1002/prot.10286>
- Ma'rifatun, R. L., & Sugiyanto, S. (2013). Model Penyebaran Penyakit Polio Dengan Pengaruh

- Vaksinasi. *Jurnal Fourier*, 2(1), 11–18.
<https://doi.org/10.14421/fourier.2013.21.11-18>
- Ooi, M. H., Wong, S. C., Lewthwaite, P., Cardoso, M. J., & Solomon, T. (2010). Clinical features, diagnosis, and management of enterovirus 71. *The Lancet Neurology*, 9(11), 1097–1105.
[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(10\)70209-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(10)70209-X)
- Seprianto. (2018). *Bioinformatika untuk Protein Modelling*. Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia. Universitas Esa Unggul.
- Sheu, S. Y., Schlag, E. W., Selzle, H. L., & Yang, D. Y. (2009). Hydrogen bonds in membrane proteins. *Journal of Physical Chemistry B*, 113(15), 5318–5326.
<https://doi.org/10.1021/jp810772a>
- Sugiyono. (2004). *Kimia Pangan*. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia
- Umam, Y. C., Kharis, M., & Supriyono. (2016). Model Epidemi SEIV Penyebaran Penyakit Polio pada Populasi Tak Konstan. *Unnes Journal of Life Mathematics*, 5(2), 100–107.
- Wijaya, H., & Hasanah, F. (2016). Pangan Dengan Metode Homologi Menggunakan Program Swiss-Model. *Biopropal Industri*, 7(2), 83–94.
- Wilson, W. R. (2001). *Current Diagnosis and Treatment in Infectious Disease*. McGraw – Hill Companies, Inc.
- Yu, Z., Huang, Z., Sao, C., Huang, Y., Zhang, F., Ma, G., Chen, Z., Zeng, Z., Qiwen, D., & Zeng, W. (2013). Oral immunization of mice using *Bifidobacterium longum* expressing VP1 protein from enterovirus 71. *Archives of Virology*, 158(5), 1071–1077. <https://doi.org/10.1007/s00705-012-1589-z>
- Yuan, J., Shen, L., Wu, J., Zou, X., Gu, J., Chen, J., & Mao, L. (2018). Enterovirus A71 proteins: Structure and function. *Frontiers in Microbiology*, 9(286), 1–12.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00286>
- Zhang, H., Song, L., Cong, H., & Tien, P. (2015). Nuclear Protein Sam68 Interacts with the Enterovirus 71 Internal Ribosome Entry Site and Positively Regulates Viral Protein Translation. *Journal of Virology*, 89(19), 10031–10043.
<https://doi.org/10.1128/jvi.01677-15>

Interaksi Molekuler Peptida Antimikrobal Lendir Kulit Ikan Lele Kuning (*Pelteobagrus fulvidraco*) terhadap Penicillin-Binding Protein 3 (PBP3) pada *Escherichia coli* secara *In silico*

*Molecular Interaction of Antibacterial Peptides of Yellow Fish Skin (*Pelteobagrus fulvidraco*) against Penicillin-Binding Protein 3 (PBP3) in *Escherichia coli* by *In silico**

Taufik Muhammad Fakhri^{1*}, Mentari Luthfika Dewi¹

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Jalan Ranga Gading No. 8, Bandung, Indonesia, 40116

*Email : taufikmuhammadf@gmail.com

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4148-554951>

Received: 30 Januari 2020 / Accepted: 31 Mei 2020 / Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Pendahuluan: Lendir kulit ikan baru-baru ini dikenal sebagai sumber potensial peptida antimikrobal yang berfungsi untuk memberikan pertahanan pertama pada manusia terhadap bakteri patogen, seperti *Escherichia coli*. Beberapa peptida antimikrobal yang dihasilkan oleh lendir kulit ikan lele kuning (*Pelteobagrus fulvidraco*) terbukti mampu menghambat *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli*, antara lain *Pelteobagrins*, *Myxinidin*, *Pleurocidin*, dan *Pardaxin-P1*. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi, evaluasi, dan eksplorasi terhadap interaksi molekuler antara molekul peptida antimikrobal dengan *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli* menggunakan metode penambatan molekuler berbasis protein-peptida. **Metode:** Sekuens peptida antimikrobal terlebih dahulu dimodelkan ke dalam bentuk konformasi 3D menggunakan server *PEP-FOLD*. Konformasi terbaik hasil pemodelan dipilih untuk selanjutnya dilakukan studi interaksi terhadap makromolekul *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli* menggunakan perangkat lunak *PatchDock*. Interaksi yang terbentuk kemudian diamati lebih lanjut menggunakan perangkat lunak *BIOVIA Discovery Studio 2020*. **Hasil:** Hasil dari penambatan molekuler menunjukkan bahwa peptida *Pardaxin-P1* memiliki afinitas paling baik, yaitu dengan *ACE score* $-1402,39$ kJ/mol. **Kesimpulan:** Dengan demikian, peptida antimikrobal tersebut diprediksi dapat dipilih sebagai kandidat antimikroba alami.

Kata kunci: peptida antimikrobal; penicillin-binding protein 3 (PBP); *escherichia coli*; ikan lele kuning (*pelteobagrus fulvidraco*); studi *in silico*

Abstract

Background: Fish skin mucus has recently been recognized as a potential source of antimicrobial peptides that serve to provide the first defense in humans against pathogenic bacteria, including *Escherichia coli*. Some antimicrobial peptides produced by yellow catfish skin mucus (*Pelteobagrus fulvidraco*) can inhibit *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) in *Escherichia coli*, such as *Pelteobagrins*, *Myxinidin*, *Pleurocidin*, and *Pardaxin-P1*. This research aims to identify, evaluate, and explore molecular interactions between antimicrobial peptide molecules and *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) on *Escherichia coli* using protein-peptide docking methods. **Methods:** Antimicrobial peptide sequences was modeled into 3D conformation using the *PEP-FOLD* server. The best conformation of the modeling results was chosen for the next study of interactions against the *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) macromolecules on *Escherichia coli* using *PatchDock*. The formed interactions were then observed further using the *BIOVIA Discovery Studio 2020*. **Results:** The results of protein-peptide docking showed that the *Pardaxin-P1* peptide had the best affinity, with an *ACE score* of -1402.39 kJ/mol. **Conclusions:** Therefore, the antimicrobial peptide is predicted to be selected as a natural antimicrobial candidate.

Keywords: antimicrobial peptide; penicillin-binding protein 3 (PBP3); *escherichia coli*; yellow catfish (*pelteobagrus fulvidraco*); *in silico* study

Cara citasi: Fakih, T.M. & Dewi, M.L. 2020. Identifikasi Interaksi Molekuler Peptida Lendir Kulit Ikan Lele Kuning (*Pelteobagrus fulvidraco*) terhadap *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli* secara *in silico*. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains.*, 04(01): 48-55. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4148-554951>



© 2020 Oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Peptida antimikrobal (PAM) merupakan komponen sistem imun bawaan yang terdapat pada permukaan sel epitel yang bersifat sitolitik dan mikrobisidal. Peptida ini umumnya terdiri dari 10 hingga 50 asam amino dengan muatan positif 2 sampai 8 serta memiliki berbagai aktivitas diantaranya menghambat pertumbuhan mikroba, seperti bakteri Gram-positif dan Gram-negatif, jamur, virus, dan parasite parasit (Lei et al., 2019; Pushpanathan et al., 2013). Selain itu, peptida tertentu juga berperan sebagai imunomodulator untuk meningkatkan imunitas tubuh (Gokhale & Satyanarayanajois, 2014). Hingga saat ini, sekitar 1200 PAM telah dikarakterisasi dan sebagian besar di antaranya diisolasi dari mamalia, amfibi, serangga, atau invertebrata lainnya (Papp & Marschang, 2019; Stöhr et al., 2016).

Salah satu hewan vertebrata yang paling melimpah adalah ikan, akan tetapi PAM yang diisolasi dari hewan tersebut masih sangat minim, hal ini dikarenakan kurangnya perhatian akan potensi PAM yang dihasilkan hewan tersebut (Hedmon et al., 2018; Masso-silva & Diamond, 2014; Rakers et al., 2013).

Ikan hidup di lingkungan yang kaya akan mikroba sehingga memiliki sistem pertahanan inang yang kuat. Kulit ikan berisiko sangat tinggi terhadap infeksi karena selalu terpapar mikroorganisme yang terbawa oleh air. Namun, apabila dibandingkan dengan mamalia dan amfibi, sistem imun adaptif ikan relatif kurang berkembang, sehingga ikan dianggap memiliki ketergantungan yang besar terhadap sistem kekebalan tubuh bawaannya (Ángeles Esteban, 2012).

Lendir kulit merupakan perlindungan pertama terhadap mikroba yang terbawa air. Selain berfungsi sebagai penghalang fisik antara

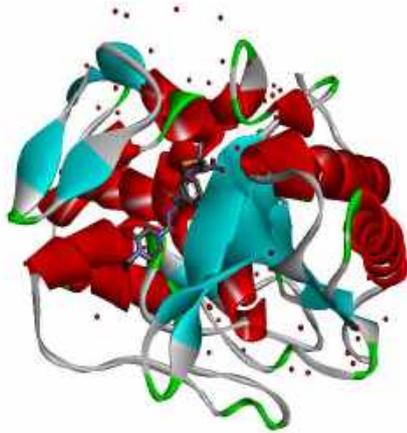
ikan dan lingkungan akuatiknya, lendir kulit juga telah terbukti memiliki aktivitas antimikroba yang dimediasi melalui serangkaian faktor imun bawaan seperti lisozim, lektin, enzim proteolitik, flavoenzim, imunoglobulin, dan protein C-reaktif (Brinchmann et al., 2018; Dash et al., 2018). Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa mukosa permukaan beberapa ikan juga mengandung berbagai PAM, seperti pada kulit ikan lele kuning (*Pelteobagrus fulvidraco*) yang mengandung peptida Pelteobagrin, Myxinidin, Pleurocidin, dan Pardaxin-P1 (Su, 2011).

Melalui penelitian ini akan dilakukan studi komputasi dengan memanfaatkan simulasi penambatan molekuler berbasis protein-peptida antara beberapa molekul PAM yang berasal dari lendir kulit ikan lele kuning (*Pelteobagrus fulvidraco*) dengan makromolekul *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli* yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengeksplorasi afinitas dan interaksi molekuler yang terbentuk.

METODE PENELITIAN

Makromolekul Protein Target

Makromolekul protein target yang digunakan dalam penelitian ini merupakan struktur kristal *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli* yang telah membentuk kompleks dengan piperacillin. Makromolekul protein target tersebut diperoleh dari web Protein Data Bank (<http://www.rcsb.org/pdb>) dengan kode PDB 6I1I dan memiliki resolusi 1,75 Å (Gambar 1) (Bellini et al., 2019).



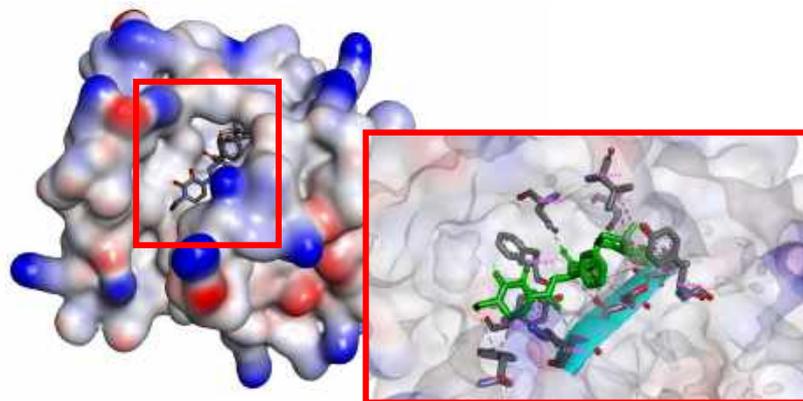
Gambar 1. Struktur kristal makromolekul *Penicillin-Binding Protein 3 (PBP3)* pada *Escherichia coli* yang membentuk kompleks dengan piperacillin

Molekul Peptida Antimikrobia

Molekul peptida antimikrobia yang digunakan dalam penelitian ini adalah peptida antimikrobia yang memiliki aktivitas terhadap *Penicillin-Binding Protein 3 (PBP3)* pada *Escherichia coli* dan telah dibuktikan pada penelitian sebelumnya (Su, 2011). Peptida antimikrobia tersebut meliputi Pelteobagrin, Myxinidin, Pleurocidin, dan Pardaxin-P1 yang berasal dari lendir kulit ikan lele kuning (*Pelteobagrus fulvidraco*).

Preparasi Makromolekul Protein Target

Struktur makromolekul protein target yang telah diunduh dari web Protein Data Bank kemudian dilakukan preparasi terlebih dahulu dengan menggunakan perangkat lunak MGLTools 1.5.6 yang dilengkapi dengan AutoDock 4.2.



Gambar 2. Bagian sisi aktif pengikatan makromolekul *Penicillin-Binding Protein 3 (PBP3)* pada *Escherichia coli*

Tahapan preparasi makromolekul protein target ini dilakukan dengan menghilangkan molekul air dan piperacillin yang berperan sebagai ligan alami, serta menambahkan atom hidrogen polar dan menghitung muatan parsial Kollman (Rizvi et al., 2013).

Identifikasi dan Evaluasi Bagian Sisi Aktif Makromolekul Protein Target

Makromolekul protein target yang telah dilakukan preparasi selanjutnya diidentifikasi dan dievaluasi bagian sisi aktif pengikatan yang bertanggung jawab terhadap aktivitas biologis menggunakan perangkat lunak BIOVIA Discovery Studio 2020 (Sharma et al., 2019). Piperacillin yang berperan sebagai ligan alami dari makromolekul protein target *Penicillin-Binding Protein 3 (PBP3)* pada *Escherichia coli* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi bagian sisi aktif dari makromolekul protein target tersebut.

Pemodelan Molekul Peptida Antimikrobia

Pemodelan molekul peptida antimikrobia dilakukan dengan menggunakan server PEP-FOLD (<http://bioserv.rpbs.univ-paris-diderot.fr/PEP-FOLD/>) (Gambar 2). Server PEP-FOLD merupakan suatu perangkat lunak yang digunakan untuk memodelkan sekuensing molekul peptida antimikrobia menjadi konformasi struktur 3D dengan metode de novo (Shen et al., 2014).

Simulasi Penambatan Molekuler Berbasis Protein-Peptida

Simulasi penambatan molekuler berbasis protein-peptida dilakukan secara *in silico* dengan menggunakan perangkat lunak PatchDock untuk mengamati afinitas antara makromolekul protein target *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli* dengan peptida antimikrobal. Jarak permukaan makromolekul protein target dan peptida antimikrobal dibatasi dengan radius maksimum 4.0 Å. Simulasi penambatan molekuler ini menggunakan beberapa parameter berdasarkan representasi bentuk molekul, bagian sisi aktif pengikatan makromolekul protein target, serta pemilihan dan penilaian. Simulasi ini juga dilakukan secara efisien tanpa ikatan antar molekul yang rigid (Agrawal et al., 2019).

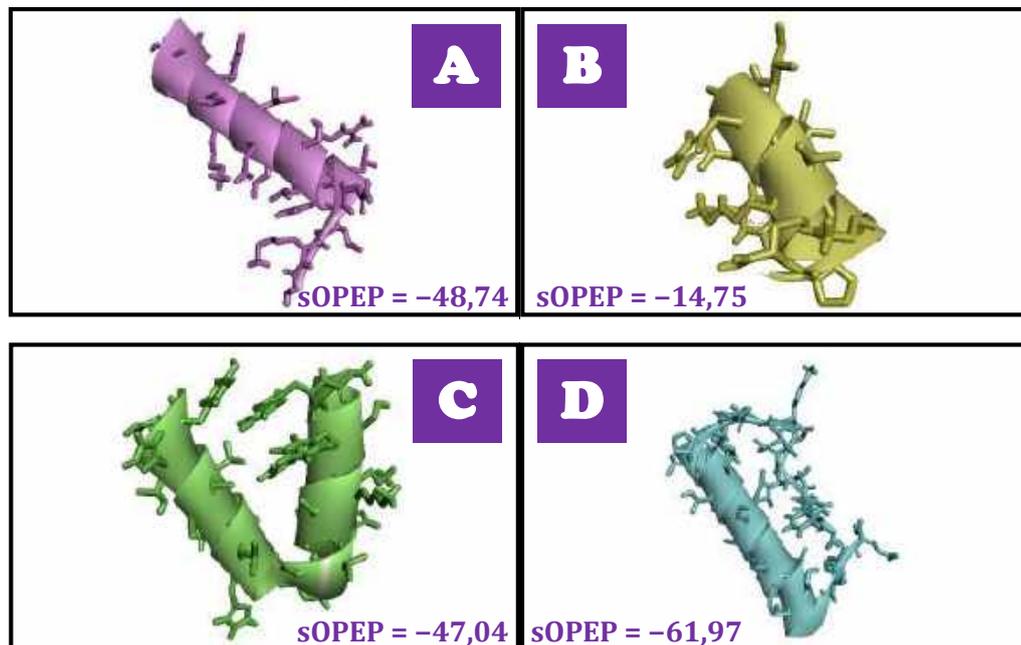
Identifikasi Hasil Simulasi Penambatan Molekuler Berbasis Protein-Peptida

Pengamatan lebih lanjut dilakukan terhadap interaksi molekuler yang terjadi antara

makromolekul protein target *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli* dengan peptida antimikrobal berdasarkan Atomic Contact Energy (ACE) score (Senthilkumar et al., 2016). Kemudian dilakukan eksplorasi terhadap residu asam amino yang bertanggung jawab terhadap interaksi molekuler protein-peptida dengan menggunakan perangkat lunak BIOVIA Discovery Studio 2020.

HASIL

Pemodelan molekul peptida antimikrobal menjadi konformasi struktur tiga dimensi dilakukan dengan menggunakan server *PEP-FOLD*. Peptida antimikrobal dengan konformasi terbaik dipilih berdasarkan energi sOPEP (*Optimized Potential for Efficient Structure Prediction*) (Thevenet et al., 2012).



Gambar 3. Struktur molekul peptida antimikrobal (A) Pelteobagrin, (B) Myxinidin, (C) Pleurocidin, dan (D) Pardaxin-P1

Hasil simulasi penambatan molekuler yang terdapat pada Tabel 1 menunjukkan bahwa peptida Pardaxin-P1 memiliki afinitas yang paling baik apabila dibandingkan dengan peptida

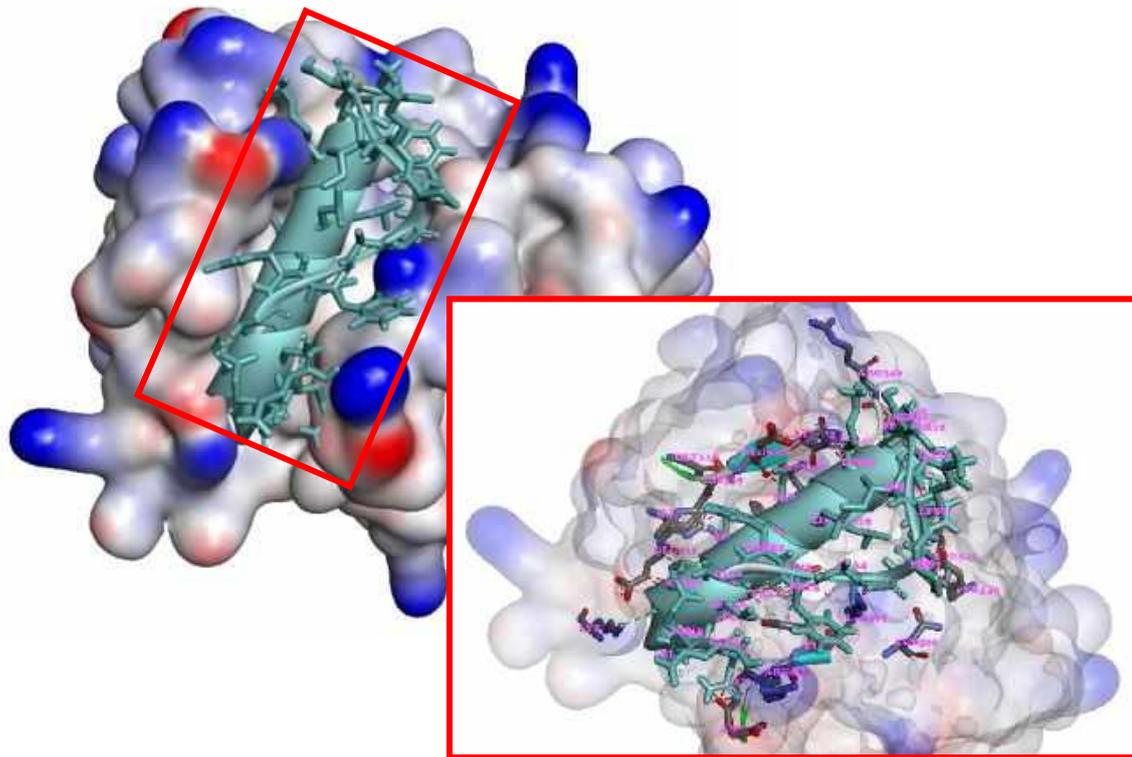
antimikrobal lainnya, yaitu dengan ACE score $-1402,39$ kJ/mol.

Tabel 1. Energi bebas pengikatan hasil simulasi penambatan molekuler berbasis protein-peptida

Peptida antimikrobia	Sekuens peptida	PatchDock score	ACE score (kJ/mol)
Pelteobagrin	GKLNLFSLRLEILKLFVGAL	11760	-607,14
Myxinidin	GIHDILKYGKPS	7792	-259,32
Pleurocidin	GWGSFFKKAHVKGKVGKAALTHYL	11116	-737,60
Pardaxin-P1	GFFALIPKIISSPLFKTLLSAVGSALSSSGEQE	10076	-1402,39

Identifikasi terhadap hasil simulasi penambatan molekuler dilakukan lebih lanjut terhadap visualisasi dari kompleks peptida

Pardaxin-P1 dan makromolekul *Penicillin-Binding Protein 3 (PBP3)* pada *Escherichia coli*.



Gambar 4. Interaksi molekuler antara peptida Pardaxin-P1 pada sisi aktif pengikatan dengan makromolekul *Penicillin-Binding Protein 3 (PBP3)* pada *Escherichia coli*

PEMBAHASAN

Saat ini, telah diakui bahwa lendir kulit ikan memainkan peranan penting dalam meningkatkan sistem pertahanan tubuh manusia karena mengandung komponen zat antibakteri, termasuk peptida antimikrobia (PAM) (Reverter et al., 2018). Selama beberapa tahun terakhir, beberapa PAM telah diidentifikasi dari lendir epidermis ikan lele kuning (*Pelteobagrus fulvidraco*) termasuk Pelteobagrin, Myxinidin, Pleurocidin, dan Pardaxin-P1 (Su, 2011). Satu fitur umum dari kebanyakan PAM adalah struktur alfa-heliks amfipatik yang berfungsi untuk saluran keluar-masuk ion dalam membran bakteri, menginduksi

perubahan permeabilitas, dan menyebabkan lisis pada sel (Avci et al., 2018; Irazazabal et al., 2018).

Pada penelitian ini dipilih makromolekul protein target *Penicillin-Binding Protein 3 (PBP3)* pada *Escherichia coli* untuk mengamati afinitas dan interaksi peptida antimikrobia sebagai kandidat antibakteri. Preparasi makromolekul protein target tersebut terlebih dahulu dilakukan dengan menghilangkan molekul air dan piperacillin sebagai ligan alami, kemudian dilanjutkan dengan penambahan atom hidrogen polar, dan menghitung muatan parsial Kollman dengan menggunakan perangkat lunak MGLTools 1.5.6 yang dilengkapi dengan AutoDock 4.2 (Rizvi et al., 2013). Tahapan preparasi ini

bertujuan untuk memastikan agar interaksi molekuler antara *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli* dengan peptida antimikrobia dapat membentuk ikatan yang stabil. Selain itu, piperacillin yang telah membentuk kompleks dengan *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli* digunakan sebagai molekul pembanding untuk mengamati afinitas dan interaksinya.

Makromolekul protein target yang telah dilakukan preparasi, kemudian diidentifikasi dan dievaluasi bagian sisi aktif pengikatannya dengan menggunakan perangkat lunak *BIOVIA Discovery Studio 2020* sehingga dapat diamati karakteristik dari area pengikatan protein-peptida *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli*. Interaksi yang terjadi antara *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli* dengan piperacillin terdiri dari 11 ikatan hidrogen (dengan Ser307, Ser359, Asn361, Lys494, Thr495, Gly496, Thr497, dan Lys499), 8 interaksi hidrofobik (dengan Val344, Tyr419, Lys499, Tyr507, dan Tyr541) dan 1 interaksi elektrostatik (dengan Lys494) (Gambar 3). Berdasarkan interaksi yang terdapat di sekitar sisi aktif *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli* maka dapat diprediksi bahwa residu asam amino tersebut bertanggung jawab sebagai komponen penyusun area pengikatan protein-peptida.

Energi sOPEP yang telah terintegrasi dalam server *PEP-FOLD* menjelaskan bahwa konformasi struktur peptida antimikrobia yang telah dimodelkan mendekati keadaan aslinya sehingga diharapkan mampu menghasilkan suatu afinitas yang stabil pada sisi aktif makromolekul protein target. Gambar 2 menunjukkan prediksi bahwa peptida tersebut akan mampu membentuk interaksi pada bagian sisi aktif pengikatan *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli*.

Simulasi penambatan molekuler berbasis protein-peptida yang memanfaatkan metode secara komputasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak PatchDock untuk mengamati afinitas paling baik diantara beberapa molekul

peptida antimikrobia. Selain itu, dilakukan juga identifikasi dan evaluasi terhadap interaksi molekuler yang terbentuk antara peptida antimikrobia dengan makromolekul *Penicillin-Binding Protein 3* (PBP3) pada *Escherichia coli*. Sistem kompleks protein-peptida dengan konformasi terbaik hasil penambatan molekuler dipilih berdasarkan PatchDock *score*, selanjutnya peptida antimikrobia tersebut dibandingkan afinitasnya berdasarkan *Atomic Contact Energy* (ACE) *score* (Senthilkumar et al., 2016).

Fenomena tersebut dapat dikarenakan peptida Pardaxin-P1 memiliki susunan asam amino yang lebih banyak, yaitu dengan jumlah asam amino mencapai 33. Dengan demikian, dapat diprediksi bahwa peptida tersebut dapat membentuk interaksi yang kuat pada bagian sisi aktif dari makromolekul protein target (Patil et al., 2013).

Berdasarkan Gambar 4 dapat diamati bahwa peptida tersebut terletak pada bagian sisi aktif pengikatan dari makromolekul protein target. Kemudian, sebagian besar residu asam amino yang berinteraksi dengan peptida Pardaxin-P1 hampir sama dengan molekul piperacillin yang berperan sebagai ligan alami.

Interaksi molekuler yang terbentuk antara peptida Pardaxin-P1 dengan makromolekul protein target meliputi 8 ikatan hidrogen (dengan Asp343, Asn361, Lys404, Ile410, Gly420, Thr414, dan Arg506) dan 9 interaksi hidrofobik (dengan Val344, Ala345, Phe417, Tyr419, Lys499, Tyr507, dan Tyr541). Hasil identifikasi ini membuktikan bahwa ACE *score* dari kompleks peptida Pardaxin-P1 dan makromolekul protein target yang lebih baik dari peptida antimikrobia lainnya dapat disebabkan memiliki pose yang sama dengan ligan alami pada area sisi aktif pengikatan (Ozboyaci et al., 2016).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penambatan molekuler berbasis protein-peptida diperoleh bahwa peptida bioaktif Pardaxin-P1 memiliki afinitas yang paling baik dibandingkan peptida antimikrobia lainnya yaitu dengan ACE *score* -1402,39 kJ/mol.

Oleh karena itu, peptida bioaktif tersebut memiliki potensi sebagai kandidat antimikroba alami.

REFERENSI

- Agrawal, P., Singh, H., Srivastava, H. K., Singh, S., Kishore, G., & Raghava, G. P. S. (2019). Benchmarking of different molecular docking methods for protein-peptide docking. *BMC Bioinformatics*. <https://doi.org/10.1186/s12859-018-2449-y>
- Ángeles Esteban, M. (2012). An Overview of the Immunological Defenses in Fish Skin. *ISRN Immunology*. <https://doi.org/10.5402/2012/853470>
- Avci, F. G., Akbulut, B. S., & Ozkirimli, E. (2018). Membrane Active Peptides and Their Biophysical Characterization. *Biomolecules*, 8(77), 1–43. <https://doi.org/10.3390/biom8030077>
- Bellini, D., Koekemoer, L., Newman, H., & Dowson, C. G. (2019). Novel and Improved Crystal Structures of *H. influenzae*, *E. coli* and *P. aeruginosa* Penicillin-Binding Protein 3 (PBP3) and *N. gonorrhoeae* PBP2: Toward a Better Understanding of β -Lactam Target-Mediated Resistance. *Journal of Molecular Biology*, 431(18), 3501–3519. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2019.07.010>
- Brinchmann, M. F., Patel, D. P., Pinto, N., & Iversen, M. H. (2018). Functional Aspects of Fish Mucosal Lectins—Interaction with Non-Self Molecules. *Molecules*, 23(1119), 1–12. <https://doi.org/10.3390/molecules23051119>
- Dash, S., Das, S. K., Samal, J., & Thatoi, H. (2018). Epidermal mucus, a major determinant in fish health: A review. *Irianian Journal of Veterinary Research*, 19(2), 72–81. <https://doi.org/10.22099/ijvr.2018.4849>
- Gokhale, A. S., & Satyanarayana, S. (2014). Peptides and Peptidomimetics As Immunomodulators. *Immunotherapy*, 6(6), 755–774. <https://doi.org/10.2217/IMT.14.37>
- Hedmon, O., Jacqueline, A., Koffi, K. T., Drago, K. C., & Engeu, O. P. (2018). Fish Mucus: A Neglected Reservoir for Antimicrobial Peptides. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 6(4), 6–11. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22270/ajprd.v6.i4.389>
- Irazabal, L. N., Porto, W. F., Fensterseifer, I. C. M., Alves, E. S. F., Matos, C. O., Menezes, A. C. S., Felício, M. R., Gonçalves, S., Santos, N. C., Suzana, M., Humblot, V., Lião, L. M., Ladram, A., & Franco, L. (2018). Fast and Potent Bactericidal Membrane Lytic Activity Of Padbs1r1, A Novel Cationic Antimicrobial Peptide. *Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes*, 186(1), 178–190. <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2018.08.001>
- Lei, J., Sun, L. C., Huang, S., Zhu, C., Li, P., He, J., Mackey, V., Coy, D. H., & He, Q. Y. (2019). The antimicrobial peptides and their potential clinical applications. In *American Journal of Translational Research*.
- Masso-silva, J. A., & Diamond, G. (2014). Antimicrobial Peptides from Fish. *Pharmaceuticals*, 7(3), 265–310. <https://doi.org/10.3390/ph7030265>
- Ozboyaci, M., Kokh, D. B., Corni, S., & Wade, R. C. (2016). Modeling and simulation of protein-surface interactions: Achievements and challenges. In *Quarterly Reviews of Biophysics*. <https://doi.org/10.1017/S0033583515000256>
- Papp, T., & Marschang, R. E. (2019). Detection and Characterization of Invertebrate Iridoviruses Found in Reptiles and Prey Insects in Europe over the Past Two Decades. *Viruses*, 11(600), 1–25.
- Patil, B. S., Krishnamurthy, G., Lokesh, M. R., Shashikumar, N. D., Bhojya Naik, H. S., Lathe, P. R., & Ghate, M. (2013). Synthesis of some novel 1,2,4-triazole and 1,3,4-oxadiazole derivatives of biological interest. *Medicinal Chemistry Research*. <https://doi.org/10.1007/s00044-012-0332-3>
- Pushpanathan, M., Gunasekaran, P., & Rajendhran, J. (2013). Antimicrobial peptides: Versatile biological properties. *International Journal of Peptides*. <https://doi.org/10.1155/2013/675391>
- Rakers, S., Niklasson, L., Steinhagen, D., Kruse, C., Sundell, K., & Paus, R. (2013). Antimicrobial Peptides (AMPs) from Fish Epidermis: Perspectives for Investigative Dermatology. *Journal of Investigative Dermatology*, 133(5), 1140–1149. <https://doi.org/10.1038/jid.2012.503>
- Reverter, M., Tapissier-bontemps, N., Lecchini, D., Banaigs, B., & Sasal, P. (2018). Biological and Ecological Roles of External Fish Mucus: A Review. *Fishes*, 3(41), 1–19. <https://doi.org/10.3390/fishes3040041>
- Rizvi, S. M. D., Shakil, S., & Haneef, M. (2013). A simple click by click protocol to perform docking: Autodock 4.2 made easy for non-bioinformaticians. *EXCLI Journal*. <https://doi.org/10.17877/DE290R-11534>
- Senthilkumar, B., Meshachpaul, D., & Rajasekaran, R. (2016). Geometric Simulation Approach for Grading and Assessing the Thermostability of CALBs. *Biochemistry Research International*. <https://doi.org/10.1155/2016/4101059>
- Sharma, S., Kumar, P., Chandra, R., Singh, S. P., Mandal, A., & Dondapati, R. S. (2019). Overview of BIOVIA materials studio, LAMMPS, and GROMACS. In *Molecular Dynamics Simulation of Nanocomposites using BIOVIA Materials Studio*,

- Lammps and Gromacs.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816954-4.00002-4>
- Shen, Y., Maupetit, J., Derreumaux, P., & Tuffery, P. (2014). Improved PEP-FOLD Approach for Peptide and Miniprotein Structure Prediction. *Journal of Chemical Theory and Computation*, 10, 4745–4758.
<https://doi.org/dx.doi.org/10.1021/ct500592m>
- Stöhr, A. C., Papp, T., & Marschang, R. E. (2016). Repeated Detection of an Invertebrate Iridovirus in Amphibians. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery*. <https://doi.org/10.5818/1529-9651-26.1-2.54>
- Su, Y. (2011). Isolation and identification of pelteobagrin, a novel antimicrobial peptide from the skin mucus of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Comparative Biochemistry and Physiology - B Biochemistry and Molecular Biology*.
<https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2010.11.002>
- Thevenet, P., Shen, Y., Maupetit, J., Guyon, F., Derreumaux, P., & Tuffery, P. (2012). PEP-FOLD : an updated de novo structure prediction server for both linear and disulfide bonded cyclic peptides. *Nucleic Acids Research*, 40, 288–293.
<https://doi.org/10.1093/nar/gks419>

Hubungan Pelaksanaan Praktikum dan Keterampilan Generik Sains terhadap Hasil Belajar Peserta Didik

Relationship of Practicum Implementation and Science Generic Skills to Student Learning Outcomes

Berti Yolida¹, Ranthy Ajeng Damarwulan^{1*}, Darlen Sikumbang¹

¹Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung, Indonesia, 35145

*Email Koresponden: ranthyajengdw@gmail.com

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4156-653610>

Received: 10 Agustus 2019 | Accepted: 21 Desember 2019 | Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Background: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui signifikansi hubungan antara pelaksanaan praktikum, keterampilan generik sains, dan hubungan keduanya terhadap hasil belajar peserta didik kelas X di SMAN 9 Bandar Lampung pada pembelajaran Biologi materi animalia filum Chordata. **Metode:** Sampel penelitian ini berjumlah 35 siswa, dipilih dengan menggunakan teknik purposive sampling. Desain yang digunakan yaitu desain deskriptif korelasional. Data penelitiannya adalah data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa hasil belajar kognitif peserta didik dan data kualitatif berupa deskripsi dari hubungan pelaksanaan praktikum dan keterampilan generik sains terhadap hasil belajar peserta didik berdasarkan angket tanggapan peserta didik, wawancara kepada peserta didik, dan lembar observasi pelaksanaan praktikum. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara pelaksanaan praktikum terhadap hasil belajar peserta didik dengan ($r=0,648$; $p 0,000<0,05$), keterampilan generik sains terhadap hasil belajar peserta didik dengan ($r=0,806$; $p 0,000<0,05$) serta pelaksanaan praktikum dan keterampilan generik sains terhadap hasil belajar peserta didik dengan ($\text{sig } 0,000<0,05$). **Kesimpulan:** terdapat hubungan yang signifikan antara pelaksanaan praktikum, keterampilan generik sains, dan interaksi antara keduanya terhadap hasil belajar peserta didik

Kata kunci: Chordata, Hasil belajar, Keterampilan generik sains, Praktikum

Abstract

Background: This study aims to determine the significance of the relation between practicum implementation, generic science skills, and both of them to the learning outcomes of class X students at SMAN 9 Bandar Lampung on learning Biology of the Chordata animalia material. **Methods:** The sample of this study was 35 students, that selected using purposive sampling techniques. The design of this study is descriptive correlational design. The data of this study were quantitative and qualitative. Quantitative from cognitive learning outcomes and qualitative from descriptive of the relation between practicum implementation and generic science skills on students learning outcomes based on student questionnaire responses, interviews with students, and observations of practice implementation sheets. **Results:** The results showed that there was a significant relation between the implementation of practicum on student learning outcomes ($r = 0.648$; $p 0,000 < 0.05$), generic science skills on learning outcomes of students ($r = 0.806$; $p 0,000 < 0.05$) and both of them towards the learning outcomes of students ($\text{sig } 0,000 < 0.05$). **Conclusions:** There was a significant relation between the implementation of practicum, generic science skills, and both of them towards student learning outcomes.

Keywords: Chordata, Learning result, Generic science skills, Practicum

Cara citasi: Yolida, B., Damarwulan R., A., & Sikumbang, D. (2020). Hubungan Pelaksanaan Praktikum dan Keterampilan Generik Sains terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 04(01): 56-65. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4156-653610>



© 2020 Oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Pendidikan di era globalisasi saat ini merupakan suatu tantangan bagi anak bangsa dan setiap negara untuk dapat menciptakan generasi yang memperkuat landasan di segala sektor kehidupan. Kondisi tersebut mendorong suatu negara untuk dapat menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas. Upaya untuk meningkatkan sumber daya manusia yang berkualitas dapat melalui banyak hal, salah satunya adalah dengan meningkatkan mutu pendidikan.

Faktanya, berdasarkan hasil penelitian (Muslam, 2011) yang mengatakan bahwa pendidikan memiliki keterkaitan erat dengan globalisasi. Salah satunya di Indonesia. Dalam menuju era globalisasi, Indonesia harus melakukan reformasi dalam proses pendidikan, dengan tekanan menciptakan sistem pendidikan yang lebih komprehensif dan fleksibel, sehingga para lulusan dapat berfungsi secara efektif dalam segala sektor kehidupan. Oleh karena itu, pendidikan di Indonesia harus dirancang sedemikian rupa agar para peserta didik dapat mengembangkan potensi yang dimiliki secara alami dan kreatif dalam mengembangkan pendidikan yang berwawasan global.

Pendidikan, khususnya di Sekolah Menengah Atas (SMA) banyak mata pelajaran yang wajib dipelajari oleh peserta didik, salah satu mata pelajaran yang wajib tersebut adalah biologi. Biologi merupakan bidang sains yang mempelajari kehidupan (Campbell & Reece, 2008). Berdasarkan hakikat biologi sebagai sains yang mengacu pada 3 hal yaitu proses, produk, dan sikap, maka biologi dapat membantu kita dalam menyelesaikan segala persoalan sehari-hari, baik dalam lingkungan sekitar hingga lingkup lingkungan yang luas, sehingga biologi dapat diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan.

Aspek kehidupan dapat berupa kecakapan akademik. Kecakapan akademik peserta didik

dapat dilatih melalui pembelajaran. Salah satunya yaitu dengan pembelajaran biologi. Pembelajaran biologi merupakan suatu proses untuk menghantarkan peserta didik ke tujuan belajarnya, dan biologi sendiri berperan sebagai alat untuk mencapai tujuan tersebut. Oleh karena itu, pembelajaran biologi dapat dipelajari melalui pendekatan kontekstual. Pada pembelajaran dengan pendekatan kontekstual, peserta didik dibiasakan untuk memecahkan masalahnya sendiri, menemukan ide-ide yang dapat mengembangkan pola pikir peserta didik. Seperti pendapat (Kusmiyati, 2009) mengatakan bahwa pembelajaran dengan penemuan merupakan suatu komponen penting dalam pendekatan konstruktivis, peserta didik didorong untuk belajar melalui keterlibatan aktif mereka sendiri dengan konsep-konsep dan prinsip-prinsip, dan pendidik mendorong peserta didik untuk memiliki pengalaman dan melakukan percobaan yang memungkinkan mereka menemukan prinsip untuk dirinya sendiri.

Kegiatan melakukan percobaan atau praktikum sangat dimungkinkan adanya penerapan beragam keterampilan proses. Salah satunya yaitu Keterampilan Generik Sains. KGS ini merupakan kemampuan berpikir peserta didik dan bertindak mengembangkan keterampilan berdasarkan pengetahuan yang dimiliki individu. Hal ini didukung oleh pendapat (Brotosiswoyo, 2000), keterampilan generik sains adalah keterampilan yang dapat digunakan untuk mempelajari berbagai konsep dan menyelesaikan berbagai masalah sains. Dalam satu kegiatan ilmiah, misalnya kegiatan memahami konsep, terdiri dari beberapa kompetensi generik. Kegiatan-kegiatan ilmiah yang berbeda dapat mengandung kompetensi-kompetensi generik yang sama. Ciri dari pembelajaran sains melalui keterampilan generik sains adalah membekalkan keterampilan generik sains kepada peserta didik sebagai pengembangan keterampilan berpikir

tingkat tinggi. Menurut (Brotosiswoyo, 2000) keterampilan generik sains dalam pembelajaran IPA dapat dikategorikan menjadi 9 indikator yaitu: (1) pengamatan langsung (*direct observation*); (2) pengamatan tak langsung (*indirect observation*); (3) kesadaran tentang skala besaran (*sense of scale*); (4) bahasa simbolik (*symbolic language*); (5) kerangka logika taat-asas (*logical self-consistency*) dari hukum alam; (6) inferensi logika; (7) hukum sebab akibat (*causality*); (8) pemodelan matematika (*mathematical modeling*); (9) membangun konsep (*concept formation*).

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan peneliti terhadap guru biologi di SMA Negeri 9 Bandar Lampung pada tanggal 16 Oktober 2018, keadaan di lapangan menunjukkan bahwa materi animalia biasanya diajarkan dengan menggunakan metode ceramah. Hal ini dikarenakan menurut pendidik dengan menggunakan metode ceramah saja, peserta didik sudah mampu mengerti dan memahami materi animalia pada film Chordata ini. Seharusnya dalam proses pembelajaran khususnya pada materi ini sangat diperlukan sebuah praktikum yang dapat melibatkan peserta didik untuk aktif secara langsung. Karena pada materi animalia ini, cakupan bahasanya sangat banyak sehingga akan lebih efektif dan efisien jika peserta didik dapat mempelajari secara langsung mengenai materi animalia ini, tidak hanya dengan metode ceramah saja, dengan mempelajarinya secara langsung, maka peserta didik dapat mengetahui langsung klasifikasi hewan berdasarkan morfologi dan anatomi melalui metode praktikum. Dengan melakukan praktikum peserta didik dapat mengembangkan secara mandiri prosesnya sehingga dirinya lebih mampu mengingat dan memahami suatu konsep.

Hal ini diperkuat oleh pernyataan (Zainuddin, 2001) praktikum adalah salah satu bentuk pengajaran yang cukup efektif dan sudah meliputi tiga ranah yaitu ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Praktikum akan benar-benar efektif jika dalam desainnya terstruktur dan

eksplisit adanya pelatihan dari ketiga ranah tersebut.

Terkait dengan keterampilan praktikum, praktikum dapat melatih peserta didik dalam mengembangkan kemampuan sainsnya melalui keterampilan sains, salah satunya yaitu Keterampilan Generik Sains (KGS), berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh (Agustinaningsih, W., Sarwanto & Suparmi, 2014) terkait pengembangan keterampilan generik sains menyatakan bahwa peserta didik dapat berubah dari pembelajar pasif menjadi pembelajar aktif dengan penerapan diskusi informasi sehingga peserta didik dapat berbagi ide dan pemikiran dalam proses pembelajaran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan pelaksanaan praktikum, keterampilan generik sains dan hubungan keduanya terhadap hasil belajar peserta didik kelas X di SMAN 9 Bandar Lampung pada pembelajaran biologi materi animalia film Chordata.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini bertempat di SMA Negeri 9 Bandar Lampung yang beralamat di jalan Panglima Polem No. 18 Segala Mider, Kota Bandar Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun pelajaran 2018/2019 yaitu pada bulan April 2019.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X IPA SMA Negeri 9 Bandar Lampung tahun pelajaran 2018/2019 yang berjumlah 360 peserta didik dari 10 kelas. Sampel yang dilakukan dalam penelitian ini adalah siswa kelas X IPA 5 dengan jumlah 35 peserta didik.

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini dengan menggunakan teknik *purposive sampling* yaitu teknik dimana peneliti menentukan pengambilan sampel dengan cara menetapkan ciri-ciri khusus yang sesuai dengan tujuan penelitian. Ciri-ciri khusus yang digunakan peneliti untuk menetapkan sampel yaitu apabila kelas tersebut sudah mempelajari materi animalia film Chordata. Alasannya ditetapkan kriteria tersebut adalah jika peserta didik sudah mempelajari materi animalia film Chordata,

maka peserta didik dapat dengan mudah memahami dan menerapkan secara langsung teori yang telah dipelajari ke dalam praktikum.

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif korelasional. Desain ini digunakan untuk mendapatkan informasi tentang suatu gejala pada saat penelitian. Dalam desain ini, peneliti tidak melakukan manipulasi perlakuan atau penempatan subjek, akan tetapi diarahkan untuk menetapkan sifat suatu situasi pada waktu penyelidikan itu dilakukan. Tujuannya adalah untuk melukiskan variabel atau kondisi apa yang ada dalam suatu situasi. Fokus desain ini menggunakan studi korelasi yang berfungsi untuk mengukur terhadap besarnya hubungan antara variabel-variabel. Dalam pelaksanaannya desain deskriptif korelasional ini menggunakan teknik analisis statistik korelasi. Peneliti memastikan sejauh mana perbedaan di salah satu variabel ada hubungannya dengan perbedaan dalam variabel yang lain. Jadi, penelitian korelasional ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara tiga variabel yaitu pelaksanaan praktikum (X1) dan keterampilan generik sains peserta didik (X2), sebagai variabel bebas dan hasil belajar peserta didik (Y) sebagai variabel terikat.

Pengumpulan Data dan Analisis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif pada penelitian ini diperoleh dari hasil belajar kognitif peserta didik yang berupa ulangan harian. Data kualitatif pada penelitian ini adalah berupa deskripsi dari hubungan pelaksanaan praktikum dan keterampilan generik sains terhadap hasil belajar peserta didik berdasarkan angket tanggapan peserta didik dalam bentuk skala likert, wawancara tertutup kepada peserta didik yang dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan teknik analisis data model Milles dan Huberman. Daftar pertanyaan wawancara kepada peserta didik terdiri dari 16 pertanyaan. Serta lembar observasi pelaksanaan praktikum dengan indikator yang diamati sebanyak 20 pernyataan dan keterampilan generik sains dengan Indikator yang diamati sebanyak 4 pernyataan.

Jenis teknik pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik triangulasi instrumen. Teknik ini menggunakan beberapa instrumen untuk digabungkan menjadi sebuah data dalam penelitian. Teknik pengambilan data yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut: angket, wawancara, lembar observasi, dan hasil belajar kognitif peserta didik.

Teknik analisis data pada penelitian ini dengan menggunakan teknik analisis korelasi dengan bantuan SPSS 17.0. Teknik analisis korelasi menggunakan dua uji yaitu uji normalitas dan uji hipotesis. Uji hipotesis pertama dan kedua menggunakan teknik uji korelasi Product Moment Pearson. Uji ini berfungsi untuk mengetahui hubungan antara dua variabel penelitian, yaitu hubungan pelaksanaan praktikum (X1) terhadap hasil belajar peserta didik (Y) dan hubungan keterampilan generik sains (X2) terhadap hasil belajar (Y). Sedangkan uji hipotesis ketiga menggunakan teknik korelasi regresi ganda. Uji regresi ganda ini berfungsi untuk mengetahui hubungan antara ketiga variabel penelitian.

HASIL

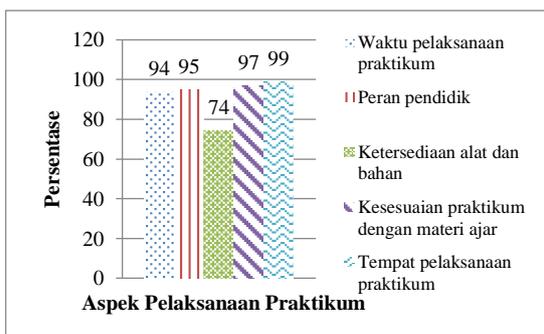
Pelaksanaan Praktikum

Hasil persentase tanggapan peserta didik terhadap pelaksanaan praktikum. Persentase tanggapan tersebut menunjukkan bahwa rata-rata kategori sangat baik, merujuk pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Tanggapan Peserta Didik terhadap Pelaksanaan Praktikum

No	Frekuensi	Persentase (%)	Kategori
1	30	85,71	Sangat Baik
2	5	14,28	Baik
3	0	0	Cukup Baik
4	0	0	Kurang Baik
5	0	0	Sangat Kurang Baik

Diketahui dari hasil persentase tanggapan peserta didik terhadap pelaksanaan praktikum pada Tabel 1 menunjukkan bahwa persentase tanggapan terbesar yaitu berada dalam kategori sangat baik dengan persentase sebesar 85,71 % dan persentase tanggapan terendah terdapat pada kategori baik dengan persentase sebesar 14,28 %. Hal ini didukung oleh rata-rata persentase dari kelima deskripsi aspek pelaksanaan praktikum, merujuk pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Tanggapan Pelaksanaan Praktikum pada Lima Aspek Indikator

Dilihat dari hasil persentase kelima deskripsi aspek pelaksanaan praktikum tersebut, indikator tertinggi yaitu pada aspek tempat pelaksanaan praktikum dengan persentase sebesar 99%, sedangkan indikator terendah yaitu pada

aspek ketersediaan alat dan bahan dengan persentase sebesar 74%.

Keterampilan Generik Sains

Diperoleh dari hasil persentase tanggapan peserta didik terhadap pelaksanaan praktikum yang memunculkan keterampilan generik sains menunjukkan bahwa rata-rata kategori sangat baik, merujuk pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Tanggapan Pelaksanaan Praktikum yang Memunculkan Keterampilan Generik Sains

No	Frekuensi	Persentase (%)	Kategori
1	18	51,42	Sangat Baik
2	11	31,42	Baik
3	6	17,14	Cukup Baik
4	0	0	Kurang Baik
5	0	0	Sangat Kurang Baik

Hasil persentase tanggapan peserta didik terhadap pelaksanaan praktikum yang memunculkan keterampilan generik sains pada

Tabel 3. Rekapitulasi Keterampilan Generik Sains berdasarkan Lembar Observasi

Keterampilan Generik	Cakupan Keterampilan Generik	Persentase (%)	Kriteria
Pengamatan Langsung	Mengamati objek yang karakteristiknya dapat diobservasi langsung oleh indera baik menggunakan alat maupun tidak	92,85	Sangat Baik
Pengamatan Tak Langsung	Mengamati objek yang karakteristiknya tidak dapat diobservasi langsung oleh indera tapi efeknya yang terobservasi dengan alat melalui proses	73,57	Baik
	Membuat objek, aktivitas, atau tiruan yang dapat digunakan sebagai contoh.	75,71	Baik
Pemodelan	Melakukan Pengamatan atau aktivitas tertentu untuk dicontoh	81,42	Baik
Rata-rata Keseluruhan $\bar{X} \pm Sd$		80,88 ± 8,52	Baik

Tabel 3. Menunjukkan bahwa persentase skor tertinggi terdapat pada cakupan pengamatan langsung dengan persentase sebesar 92,85 % yang berkriteria sangat baik, sedangkan persentase skor terendah pada cakupan pengamatan tak langsung dengan persentase sebesar 73,57% yang berkriteria baik. Berdasarkan Tabel 3. Diketahui bahwa persentase rata-rata keseluruhan rekapitulasi keterampilan generik sains berdasarkan lembar observasi yaitu sebesar 80,88 % dengan kriteria baik.

Hasil Belajar

Tabel 4. Distribusi Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik

No	Frekuensi	Persentase (%)	Kategori
1	18	54,3	Sangat Tinggi
2	14	37	Tinggi
3	0	8,6	Cukup
4	0	0	Rendah
5	0	0	Sangat Rendah

Diketahui dari hasil persentase distribusi hasil belajar kognitif peserta didik pada Tabel 4 menunjukkan bahwa persentase distribusi terbesar yaitu berada dalam kategori sangat tinggi dengan persentase sebesar 54,3 % dan persentase distribusi terendah terdapat pada

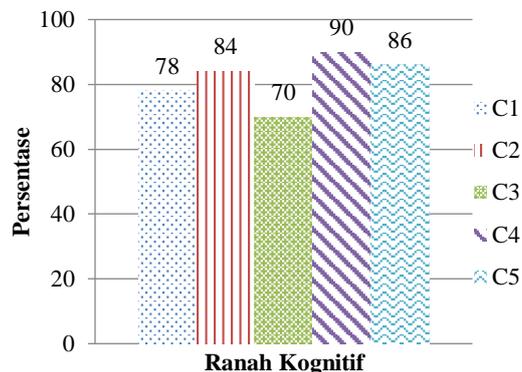
Tabel 5. Ringkasan Hasil Korelasi *Produk Moment*

Variabel		R	Signifikansi	Keterangan
Bebas	Terikat			
X ₁	Y	0,648	t hitung (2,126) > t tabel (1,692)	Positif, signifikan-kekuatan hubungan kuat
X ₂	Y	0,806	t hitung (5,331) > t tabel (1,692)	Positif, signifikan-kekuatan hubungan sangat kuat

1. Uji Hipotesis Pertama

Hasil analisis data diatas menunjukkan bahwa angka korelasi Produk Moment antara

kategori cukup dengan persentase sebesar 8,6 %. Hal ini didukung oleh rata-rata persentase C1-C6 pada ranah kognitif, merujuk pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik

Pengajuan Hipotesis

Pengujian hipotesis ini berfungsi untuk mengetahui hubungan antara kedua variabel yaitu variabel bebas dan terikat. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian pengujian hipotesis ini yaitu teknik analisis korelasi Produk Moment yang dihitung dengan menggunakan SPSS versi 17 for windows, teknik ini berfungsi untuk menguji hipotesis pertama dan hipotesis kedua. Sedangkan untuk menguji hipotesis ketiga yaitu menggunakan teknik analisis korelasi ganda. Adapun hasil perhitungan korelasi Produk Moment pada hipotesis pertama dan hipotesis kedua yang disajikan dalam tabel berikut:

pelaksanaan praktikum terhadap hasil belajar peserta didik sebesar 0,648 (r hitung), nilai koefisien korelasi menunjukkan hubungan positif yang artinya terdapat hubungan yang

yang kuat antara pelaksanaan praktikum terhadap hasil belajar peserta didik. Kemudian, nilai t hitung (2,126) > t tabel (1,692) yang berarti menunjukkan bahwa antara pelaksanaan praktikum terhadap hasil belajar peserta didik terdapat hubungan yang signifikan antara keduanya.

1. Uji Hipotesis Kedua

Hasil analisis data diatas menunjukkan bahwa angka korelasi Produk Moment antara

keterampilan generik sains terhadap hasil belajar peserta didik sebesar 0,806 (r hitung), nilai koefisien korelasi menunjukkan hubungan positif yang artinya terdapat hubungan yang sangat kuat antara pelaksanaan praktikum terhadap hasil belajar peserta didik. Kemudian, nilai t hitung (5,331) > t tabel (1,692) yang berarti menunjukkan bahwa antara keterampilan generik sains terhadap hasil belajar peserta didik terdapat hubungan yang signifikan antara keduanya.

Tabel 6. Ringkasan Hasil Regresi Ganda

Variansi	Konstanta	Koefisien Korelasi	R ²	F Hitung	F Tabel	Sig Regresi	Persamaan Regresi
Konstanta	0,745						Y= 0,745 +
X ₁	0,262	0,832	0,693	36,102	4,14	0,000	0,262 X ₁ +
X ₂	0,649						0,649 X ₂

Hasil uji regresi diperoleh persamaan regresi yaitu $Y = 0,745 + 0,262X_1 + 0,649X_2$, artinya jika siswa tidak mengikuti pelaksanaan praktikum dan tidak memunculkan keterampilan generik sains maka peserta didik memperoleh hasil belajar sebesar 0,745. Koefisien regresi sebesar 0,262 menunjukkan jika siswa mengikuti pelaksanaan praktikum akan meningkatkan hasil belajar sebesar 0,262.

Uji korelasi ganda digunakan untuk mengetahui tingkat dan hubungan pelaksanaan praktikum dan keterampilan generik sains terhadap hasil belajar peserta didik. Diperoleh F hitung 36,102, maka pada taraf signifikan 5 % diperoleh F tabel sebesar 4,14. Artinya F hitung (36,102) > F tabel (4,14) maka terdapat hubungan yang signifikan antara pelaksanaan praktikum dan keterampilan generik sains terhadap hasil belajar peserta didik. Nilai koefisien korelasi 0,832 menunjukan bahwa tingkat hubungan antara pelaksanaan praktikum dan keterampilan generik sains terhadap hasil belajar peserta didik sangat kuat. Koefisien korelasi ganda menunjukkan tanda (+) yang berarti ada hubungan yang positif. Nilai koefisien determinasi R square sebesar 0,693 menunjukkan bahwa 69,3 % hasil belajar

peserta didik dipengaruhi secara bersama-sama oleh pelaksanaan praktikum dan keterampilan generik sains, sedangkan 30,7 % dipengaruhi oleh faktor lain, tetapi tidak diperhitungkan dalam penelitian ini.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis persentase tanggapan peserta didik terhadap pelaksanaan praktikum menunjukkan bahwa rata-rata kategori sangat baik, merujuk pada Tabel 1. Hal ini didukung oleh rata-rata persentase dari kelima deskripsi aspek pelaksanaan praktikum, merujuk pada Gambar 1. Dilihat dari hasil persentase kelima deskripsi aspek pelaksanaan praktikum tersebut, indikator tertinggi yaitu pada aspek tempat pelaksanaan praktikum dengan persentase sebesar 99%, sedangkan indikator terendah yaitu pada aspek ketersediaan alat dan bahan dengan persentase sebesar 74%. Dari hal tersebut diketahui bahwa tempat pelaksanaan praktikum mendapatkan persentase terbesar, oleh karena itu, tempat pelaksanaan praktikum sangat mempengaruhi kegiatan praktikum pada materi animalia filum Chordata yang dilakukan oleh peserta didik. Pelaksanaan praktikum pada materi animalia

filum Chordata dilakukan di laboratorium Biologi.

Sesuai dengan pendapat (Wirjosoemarto, 2004) Laboratorium adalah sebagai suatu ruangan atau tempat untuk melakukan percobaan atau penelitian. Dalam pembelajaran Biologi, laboratorium dapat juga berupa terbuka misalnya kebun botani, kandang, dan hewan. Laboratorium juga dapat diartikan sebagai tempat subjek belajar melakukan eksperimen-eksperimen ilmiah. Sedangkan indikator terendah yaitu pada aspek ketersediaan alat dan bahan dengan persentase sebesar 74%. Hal ini disebabkan karena terjadi kendala yaitu terdapat bahan yang kurang saat akan digunakan untuk kegiatan praktikum. Bahan tersebut yaitu kloroform, persediaan kloroform dilaboraturium sangat terbatas. Sehingga dengan menggunakan satu wadah untuk membius hewannya, perlakuan tersebut kurang efektif dan efisien. Oleh karena itu, ketersediaan alat dan bahan juga dapat mempengaruhi pelaksanaan praktikum, karena alat dan bahan merupakan komponen utama yang sangat menunjang dalam kegiatan praktikum, jika alat dan bahan yang akan digunakan untuk praktikum tidak tersedia, maka praktikum tidak dapat berjalan dengan baik.

Hal ini diperkuat dengan pendapat yang dikemukakan oleh (Indrawan, 2015) menyatakan bahwa peralatan yang terdapat dalam ruang laboratorium diharapkan memiliki kelengkapan yang lengkap dan kualitas yang bagus, baik dalam hal alat maupun bahannya, karena sangat penting dalam menunjang kelancaran proses kegiatan praktikum.

Hasil analisis persentase tanggapan peserta didik terhadap pelaksanaan praktikum yang memunculkan keterampilan generik sains menunjukkan bahwa rata-rata kategori sangat baik, merujuk pada Tabel 2. Hal ini didukung oleh rata-rata persentase dari kelima deskripsi aspek pelaksanaan praktikum. Dilihat dari hasil persentase kelima deskripsi aspek pelaksanaan praktikum tersebut, indikator tertinggi yaitu

pada aspek pengamatan langsung dengan persentase sebesar 100%, sedangkan indikator terendah yaitu pada aspek pemodelan dengan persentase sebesar 67% yang merujuk pada Gambar 2.

Dilihat dari hal tersebut diketahui bahwa peserta didik lebih menonjolkan pengamatan langsung dalam memunculkan keterampilan generik sains pada saat pelaksanaan praktikum materi animalia filum Chordata. Sesuai dengan pendapat (Liliasari, 2007) pengamatan langsung merupakan kegiatan yang dapat diartikan dan ditangkap baik oleh alat indera manusia. Contohnya yaitu ketika membedah mencit, dapat dilakukan pengamatan secara langsung morfologi dan anatomi dengan melihat dan membedah langsung mencitnya. Oleh karena itu, peserta didik dapat lebih mudah memunculkan keterampilan generik sains pada pengamatan langsung, dibandingkan dengan memunculkan keterampilan generik sains pada pengamatan tak langsung, sebab akibat, pemodelan, dan inferensi.

Dilihat dari Gambar 2 diketahui bahwa indikator terendah yaitu pada aspek pemodelan dengan persentase sebesar 67%, hal ini dikarenakan peserta didik kurang menguasai konsep dasar pada materi animalia filum Chordata. Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Yuliyanti & Hasan, 2016) yang menyatakan bahwa penguasaan keterampilan generik sains yang terendah adalah pada aspek pemodelan sebesar 32,5% dengan kategori sedang, hal ini dikarenakan kurangnya penguasaan konsep dasar, sehingga mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal.

Selain itu, untuk mengetahui keterampilan generik sains yang dimiliki tiap individu peserta didik, peneliti menilai melalui lembar observasi yang dilakukan oleh para observer dan rekapitulasi keterampilan generik sains berdasarkan lembar observasi pada Tabel 3 dan memberikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Lembar observasi digunakan untuk menilai keterampilan generik sains tiap individu

pada pelaksanaan praktikum dengan melihat apakah individu tersebut dapat memunculkan lima aspek keterampilan generik sains yang akan dinilai oleh observer. Lima aspek itu diantaranya pengamatan langsung, pengamatan tak langsung, sebab akibat, pemodelan, dan inferensi.

Hasil rekapitulasi keterampilan generik sains berdasarkan lembar observasi yang merujuk pada Tabel 3, diperoleh hasil yaitu aspek tertinggi terdapat pada aspek pengamatan langsung dengan persentase sebesar 92,85% dan persentase terendah yaitu terdapat pada aspek pengamatan tak langsung dengan persentase sebesar 73,57%.

Sedangkan tujuan peneliti memberikan LKPD terhadap peserta didik fungsinya untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep, karena dengan mengerjakan LKPD secara berdiskusi dan berkelompok maka siswa yang memiliki keterampilan generik sains yang rendah dapat membantu peserta didik tersebut dalam memahami konsep dengan baik dan akan memperoleh hasil belajar yang baik. Hal ini didukung dengan pendapat yang dikemukakan oleh (Hasan, 2016) menyatakan bahwa pembelajaran yang menggunakan LKPD dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.

Hasil persentase distribusi frekuensi hasil belajar peserta didik dapat dilihat pada Tabel 4 yang berfungsi untuk mengetahui pengetahuan peserta didik tentang materi animalia filum Chordata. Setelah dilakukan analisis dari hasil data yang diperoleh, terlihat persentase tertinggi pada distribusi hasil belajar peserta didik terdapat dalam kategori sangat tinggi yaitu persentasenya sebesar 54,3% dengan jumlah frekuensi sebanyak 18, sedangkan persentase terendah terdapat dalam kategori cukup dengan persentase sebesar 8,6 %. Dari persentase distribusi frekuensi hasil belajar peserta didik tersebut diketahui bahwa rata-rata tingkatan kemampuan kognitif peserta didik tentang materi animalia filum Chordata sangat tinggi. Di dalam hasil belajar peserta didik terdapat

deskripsi ranah kognitif yang diperoleh dari persentase C1-C6 pada setiap soal. Hasil analisisnya ditampilkan dalam bentuk grafik yang disajikan dalam Gambar 3 dan didapatkan bahwa pembelajaran mengenai filum chordata memiliki hasil pada persentase C4 lebih tinggi. Hal ini dapat dilihat bahwa kemampuan peserta didik terhadap proses dalam menemukan suatu konsep mampu dilakukan dengan baik dalam mengembangkan kemampuan berpikir secara kritis berdasarkan informasi-informasi yang diberikan oleh pendidik melalui kegiatan mengamati, merumuskan hipotesis, menyelidiki dan menganalisis (Rizal & Danial, 2014).

Hal ini diperkuat dengan pendapat yang dikemukakan oleh Taksonomi Bloom dalam (Daryanto, 2013) menyatakan bahwa aspek kognitif dibedakan atas enam jenjang yakni: pengetahuan, pemahaman, penerapan, analisis, sintesis, dan penilaian. Keenam aspek ini saling berhubungan atau tumpang tindih, dimana aspek yang lebih tinggi meliputi semua aspek yang ada dibawahnya. Jadi, untuk menuju aspek kognitif yang lebih tinggi siswa harus sudah mampu atau sudah melewati aspek kognitif yang sebelumnya. Seperti halnya siswa bisa memahami suatu materi maka terlebih dahulu siswa harus mempunyai pengetahuan dasar tentang materi tersebut.

Hasil penelitian pada hipotesis pertama menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang positif dan signifikan antara pelaksanaan praktikum (X1) terhadap hasil belajar peserta didik (Y) kelas X IPA 5 di SMA Negeri 9 Bandar Lampung pada materi animalia filum Chordata. Hal ini diketahui dari hasil analisis uji hipotesis pertama pada Tabel 5 dengan menggunakan korelasi product moment yang memperoleh nilai koefisien korelasi r hitung sebesar 0,648. Koefisien korelasi filum Chordata menunjukkan angka positif yang berarti bahwa terdapat hubungan. Hubungan yang terdapat dalam koefisien korelasi ini termasuk dalam kategori kuat antara pelaksanaan praktikum (X1) terhadap hasil belajar peserta didik (Y).

Hasil penelitian pada hipotesis kedua menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang positif dan signifikan antara keterampilan generik sains (X2) terhadap hasil belajar peserta didik (Y) kelas X IPA 5 di SMA Negeri 9 Bandar Lampung pada materi animalia filum Chordata.

Hal ini diketahui dari hasil analisis uji hipotesis kedua pada Tabel 5 dengan menggunakan korelasi product moment yang memperoleh nilai koefisien korelasi r hitung sebesar 0,806. Koefisien korelasi menunjukkan angka positif yang berarti bahwa terdapat hubungan. Hubungan yang terdapat dalam koefisien korelasi ini termasuk dalam kategori sangat kuat antara keterampilan generik sains (X2) terhadap hasil belajar peserta didik (Y).

Dilihat dari hasil penelitian pada hipotesis ketiga menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang positif dan signifikan dengan kekuatan hubungan kuat antara hubungan pelaksanaan praktikum (X1) dan keterampilan generik sains (X2) terhadap hasil belajar peserta didik (Y) kelas X IPA 5 di SMA Negeri 9 Bandar Lampung pada materi animalia filum Chordata dengan persentase hubungannya sebesar 69,3%.

KESIMPULAN

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara pelaksanaan praktikum, keterampilan generik sains, dan interaksi antara keduanya terhadap hasil belajar peserta didik kelas X di SMAN 9 Bandar Lampung pada materi animalia filum Chordata tahun pelajaran 2018/2019.

REFERENSI

- Agustinaningsih, W., Sarwanto, & Suparmi. (2014). Pengembangan Instruksi Praktikum Berbasis Keterampilan Generik Sains Pada Pembelajaran Fisika Materi Teori Kinetik Gas Kelas XI IPA SMA Negeri 8 Surakarta Tahun Ajaran 2012/2013. *Jurnal Inkuiri*, 3(1), 50–61.
- Brotosiswoyo, B. . (2000). Kiat Pembelajaran MIPA dan Kiat Pembelajaran Fisika di Perguruan Tinggi (Departemen). Jakarta.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2008). Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2. Jakarta: Erlangga.

- Daryanto. (2013). Inovasi Pembelajaran Efektif. Bandung: Yrma Widya.
- Hasan, M. (2016). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Aktivitas Belajar Peserta Didik Pada Materi Larutan Penyangga. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(1).
- Indrawan, I. (2015). Pengantar Manajemen Sarana dan Prasarana Sekolah. Yogyakarta: Deepublish.
- Kusmiyati, K. (2009). Pendekatan Kontekstual dalam Pembelajaran Ipa(Biologi) Di Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Pijar Mipa*, 4(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jpm.v4i1.178>
- Liliarsari. (2007). Scientetific Concept and Generic Science Skill Relationship in the 21 th Century Science Education. In Makalah Kunci pada Seminar Internasional Pendidikan IPA ke-1 Spa. UPI Bandung.
- Muslam, H. (2011). Globalisasi dalam Pendidikan (Desain Kurikulum yang Harus Dikembangkan Dalam Pendidikan di Era Globalisasi). *Wahana Akademika*, 12(3), 4–12.
- Rizal, H. P., & Danial, M. (2014). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terhadap Keterampilan Generik Sains Siswa Kelas Xi Ipa Sma Negeri 1 Pangkajene Sidrap. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 5(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v5i1.249>
- Wirjosoemarto, K. (2004). Teknik Laboraorium. Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UPI. Bandung.
- Yuliyanti, E., & Hasan, M. (2016). Penguasaan Konsep Melalui Laboratorium Virtual. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(2), 76–83.
- Zainuddin, M. (2001). Praktikum. Universitas Terbuka. Jakarta.

Pengaruh Ekstrak Daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) terhadap Mortalitas Nyamuk *Aedes* sp. sebagai Sumber Belajar Biologi dalam Bentuk Modul

The Effect of Marigold Leaves (Tagetes Erecta) Extract to Aedes Sp. Mosquito Mortality for the Biology Learning Source of Module Form

Suharno Zen^{1*}, Notty Elmar Yusup¹, Marlina Kamelia²

¹ Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung, Indonesia, 3411

² Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Lampung, Indonesia, 35131

*Email Koresponden: suharnozein@gmail.com

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4166-724873>

Received: 6 April 2020 | Accepted: 4 Juni 2020 | Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Background: Indonesia kaya dengan tumbuhan, salah satunya daun tahi kotok (*Tagetes erecta*) yang berpotensi sebagai insektisida nabati. Tumbuhan lokal yang beraneka ragam akan sangat baik bila diintegrasikan dalam pembelajaran melalui modul sehingga mampu membantu melestarikan tumbuhan lokal. Tujuan penelitian ini adalah: (1) mengetahui pengaruh ekstrak daun Tahi Kotok (*T. erecta*) terhadap mortalitas nyamuk *Aedes* sp. (2) mengetahui konsentrasi ekstrak daun Tahi Kotok (*T. erecta*) yang dapat memberikan pengaruh terhadap mortalitas nyamuk *Aedes* sp. (3) menyusun bahan ajar dalam bentuk modul. **Metode:** Jenis penelitian ini adalah eksperimen yaitu memberikan perlakuan dan pengamatan terhadap nyamuk *Aedes* sp. dengan 3 perlakuan ekstraksi daun Tahi Kotok (*T. erecta*) dan 1 perlakuan kontrol. Penelitian dilakukan dengan 4 kali ulangan, masing-masing: perlakuan 1 (0,5%), perlakuan 2 (1,3%), dan perlakuan 3 (2%). Hasil penelitian eksperimen kemudian digunakan sebagai dasar pembuatan modul dan diuji kelayakannya. **Hasil:** Berdasarkan data hasil penelitian ada pengaruh yang sangat nyata terhadap mortalitas yang dihasilkan dari setiap konsentrasi ekstraksi yang diberikan. Berdasarkan penelitian pada konsentrasi 2% menghasilkan pengaruh mortalitas tertinggi dari nyamuk *Aedes* sp. yaitu dengan rata-rata 92,5% dengan jumlah kematian 37 ekor dari 40 ekor nyamuk. Ekstraksi daun Tahi Kotok (*T. erecta*) dapat dijadikan alternatif dalam pengendalian nyamuk *Aedes* sp. **Kesimpulan:** Hasil penelitian dapat digunakan sebagai sumber belajar dalam bentuk modul dan layak digunakan dengan hasil validasi 85,2%.

Kata kunci: Ekstrak daun tahi kotok (*Tagetes erecta*), Mortalitas, *Aedes* sp., Modul, Sumber Belajar

Abstract

Background: Indonesia is rich in plants, one of which is leaf drop shit (*Tagetes erecta*) which has the potential as a vegetable insecticide. Diverse local plants will be very good if integrated in learning through modules so that they can help preserve local plants. The objectives of this study are: (1) to determine the effect of Tahitian Kotok (*T. erecta*) leaf extract on the mortality of *Aedes* sp. Mosquitoes. (2) determine the concentration of leaf extract of Tahitian Kotok (*T. erecta*) which can influence the mortality of *Aedes* sp. (3) compile teaching materials in the form of modules. **Methods:** This research is an experiment that is giving treatment and observation of *Aedes* sp. with 3 extractions of Kotok Tahi (*T. erecta*) leaves and 1 control treatment. The study was conducted with 4 replications, each: treatment 1 (0.5%), treatment 2 (1.3%), and treatment 3 (2%). The results of experimental research are then used as a basis for making modules and their feasibility tested. **Results:** Based on the research data there is a very significant effect on mortality resulting from each given extraction concentration. Based on research at a concentration of 2%, the highest mortality effect from *Aedes* sp. that is, with an average of 92.5% with 37 deaths from 40 mosquitoes. Kotok (*T erecta*) leaf extraction can be used as an alternative in controlling *Aedes* sp. **Conclusion:** The results of the study can be used as learning resources in the form of modules and are feasible to use with the validation results of 85.2%.

Keywords: leaf extract of Marigold (*Tagetes erecta*), mortality, *Aedes* sp, module, learning resources

Cara citasi: Zen, S., Yusup, N., E., & Kamelia, M. 2020. Pengaruh Ekstrak Daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) terhadap Mortalitas Nyamuk *Aedes sp.* sebagai Sumber Belajar Biologi dalam Bentuk Modul. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 04(01): 66-72. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4166-724873>



© 2020 Oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Penyakit Demam Berdarah Dengue dapat menyebabkan kematian jika terlambat dalam penanganannya. (RI., 2017) menyatakan bahwa terhitung sejak Januari hingga Mei sebanyak 17.877 kasus, dengan 115 kematian. Berdasarkan data (Provinsi Lampung, 2017) diketahui bahwa kasus pasien penderita DBD yang disebabkan oleh nyamuk *Aedes sp.* setiap tahun semakin meningkat, bahkan peningkatannya sangat drastis. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari (Provinsi Lampung, 2017) diketahui bahwa pada tahun 2014 terdapat 1350 kasus, tahun 2015 terdapat 2996 kasus, dan tahun 2016 melonjak drastis hingga mencapai 6022 kasus. Genangan air yang banyak akan menjadi media bagi nyamuk tersebut untuk berkembangbiak. Nyamuk betina dalam perkembangbiakkannya membutuhkan nutrisi berupa protein dari darah manusia untuk memasak sel telurnya.

Penggunaan zat kimia yang ada pada obat pembasmi nyamuk berpotensi memiliki efek samping, contohnya zat Transfluthrin yang bila digunakan selama 4 jam menyebabkan anemia dan Propoxur yang dapat menyebabkan kerusakan saraf yang saat terhirup akan mengendap dalam tubuh dan jika terdapat dalam jumlah yang banyak dapat menimbulkan penyakit ataupun kematian. Menurut (Fajarini, 2015) menyatakan bahwa racun insektisida dari berbagai zat aktif tersebut tidak hanya dirasakan oleh serangga sasaran, tetapi bisa berakibat terhadap hewan peliharaan maupun manusia.

Salah satu tanaman yang lebih aman dan ramah lingkungan serta dapat digunakan sebagai insektisida nabati yaitu dari tanaman Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) (Zen, Suharno, & Asih, 2017). Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) juga berpotensi sebagai repellent (Zen et al., 2017).

Menurut (Dalimartha, 2003) menyatakan bahwa bunga mengandung *Tagetiin* 0,1%, *Terthienyl*, *Helenian* 0,74%, *flavoxanthin*. Bunga Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) memiliki bau tak sedap yang nyamuk yang dihindari nyamuk Dan serangga lainnya. Di lahan-lahan pertanian, Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) kerap ditanam sebagai refugia dan berdampingan dengan tanaman sayur untuk menolak serangan hama. Zat *Terthienyl* yang terdapat dalam Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) akan menghambat kerja berbagai enzim yang ada dalam tubuh larva nyamuk. Zat lain dalam Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) pun mampu membasmi jentik nyamuk dengan cara menghambat kerja enzim dalam tubuh nyamuk (Marini, Ni'mah, Mahdalena, Komariah, & Sitorus, 2018).

Perkembangan penelitian di dunia pendidikan dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai bahan untuk membuat modul pembelajaran. Modul dengan berbasis eksperimen bertujuan integrasi potensi lokal, salah satunya tumbuhan, pada pembelajaran di sekolah agar siswa dapat mengembangkan dan memberdayakan potensi daerah masing-masing dengan tetap harus mengindahkan pelestariannya (Mumpuni, 2013).

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dijadikan acuan dalam pembuatan bahan ajar modul yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran SMA pada mata pelajaran Biologi materi Keanekaragaman Hayati. Bahan ajar modul dibuat dengan tujuan agar siswa lebih mudah dalam memahami materinya dengan lebih rinci, dengan disertai penggunaan kata-katanya lebih mudah dipahami karena ada gambar-gambar yang menarik.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu eksperimen dan analisis potensi pemanfaatan hasil penelitian sebagai modul.

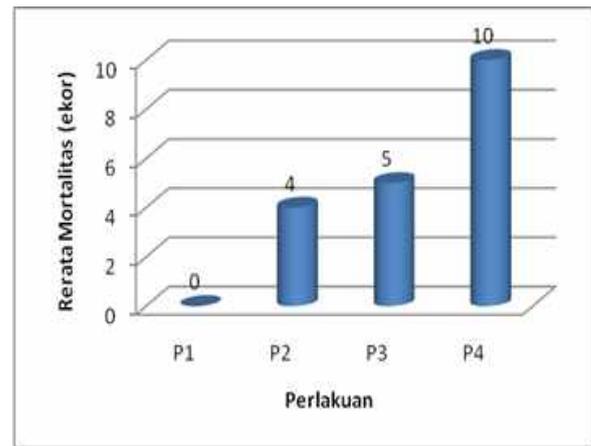
Tahap Pertama: Eksperimen yaitu dengan 4 perlakuan konsentrasi ekstrak daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) yang berbeda-beda. 4 perlakuan tersebut yaitu kontrol, artinya tidak diberi ekstrak daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) serta diberi ekstrak dengan konsentrasi ekstrak P1 (0,5%), konsentrasi ekstrak P2 (1%), konsentrasi ekstrak P3 (2%) (Nopitasari, 2014). Perlakuan dibuat dengan mencampurkan ekstrak dengan aquades untuk mencapai konsentrasi yang diinginkan. Nyamuk *Aedes sp.* diperoleh dengan cara mengembangbiakkan dengan alat ovitrap. Sampel penelitian yaitu 10 ekor nyamuk *Aedes sp.* untuk setiap ulangannya (Fitri, 2017). Total populasinya sebanyak 120 nyamuk *Aedes sp.* Berdasarkan pernyataan (Gandahusada, Srisasi, & Wita, 2003), telur nyamuk menetas menjadi larva dalam waktu 1-2 hari dan berubah menjadi pupa dalam waktu 2-3 hari dan dari pupa berubah menjadi dewasa dalam waktu 7-14 hari, maka perlakuan berlangsung selama 21 hari atau 3 minggu. Kriteria yang diamati adalah kematian nyamuk *Aedes sp.* dari paparan ekstraksi daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*). Tingkat mortalitas dihitung dengan membagi jumlah larva yang mati dibagi jumlah populasi dikali 100% dan dihitung selama 3 minggu masa pengamatan.

Tahap Kedua: Analisis potensi pemanfaatan tumbuhan lokal sebagai modul yang dibuat sampai tahap pengembangan. Modul yang telah dibuat kemudian divalidasi oleh tim ahli validator yaitu validator materi yang kompeten dibidang Parasitologi serta Kependidikan dan validator desain yang kompeten dibidang desain grafis. Validasi

oleh tim validator ditujukan untuk menentukan tingkat kelayakan dari modul yang telah dibuat.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menghasilkan rata-rata mortalitas nyamuk *Aedes sp.* yang berbeda-beda. Data rata-rata yang diperoleh dari hasil pengamatan terhadap penelitian yang telah dilakukan yaitu pada diagram yang dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Rata-rata Mortalitas Nyamuk *Aedes sp.* yang Diberi Ekstrak Daun Tahi Kotok (*T. erecta*)

Berdasarkan diagram rata-rata hasil mortalitas nyamuk *Aedes sp.* dengan perlakuan kontrol dengan air, perlakuan satu 0.5% ekstraksi daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*), perlakuan dua 1% ekstraksi daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*), dan perlakuan tiga 2% ekstraksi daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) dapat diketahui pada perlakuan kontrol tidak memberikan pengaruh mortalitas nyamuk dengan rata-rata hanya mencapai 0, pada perlakuan satu memberikan pengaruh mortalitas nyamuk dengan rata-rata mencapai 37.5%, pada perlakuan dua memberikan pengaruh mortalitas nyamuk dengan rata-rata mencapai 52.5%, sedangkan pada perlakuan tiga memberikan pengaruh mortalitas nyamuk dengan rata-rata 92.5% lebih tinggi dari kedua lainnya.

Modul yang dibuat sampai tahap pengembangan yang kemudian divalidasi oleh tim ahli validator yaitu validator materi yang

kompeten di bidang Parasitologi serta Kependidikan dan validator desain yang kompeten di bidang desain grafis. Validasi oleh tim validator ditujukan untuk menentukan tingkat kelayakan dari modul yang telah dibuat. Validasi meliputi 10 aspek yaitu 1) kesesuaian bahan ajar pada modul dengan Kompetensi Inti (KI) Dan Kompetensi Dasar (KD) SMA Kelas X; 2) Sistematis materi; 3) Kesesuaian materi dengan gambar-gambar yang disajikan; 4) Hasil penelitian yang mendukung; 5) Bahasa yang komunikatif; 6) Kejelasan rangkuman materi; 7) Ketepatan rangkuman materi; 8) Manfaat; 9)

Keseimbangan Proporsional dengan materi; dan 10) Sumber Pustaka sebagai bahan rujukan.

Tabel 1 berikut ini akan menjelaskan persentase skor yang diberikan oleh masing-masing ahli untuk setiap unsur yang dinilai. Setiap unsur yang dinilai ketiga ahli kemudian dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai tengah sebelum penentuan kategori. Rata-rata keseluruhan nilai yang didapatkan dari sepuluh unsur yang dinilai adalah 85,29 yang artinya masuk dalam kategori modul yang baik sehingga layak digunakan untuk proses pembelajaran siswa dalam mengintegrasikan pemanfaatan tumbuhan lokal dalam serta pelestariannya.

Tabel 1. Hasil Uji Kelayakan Modul

No	Indikator Penilaian	Skor %			Rata-rata	Kriteria
		Ahli 1	Ahli 2	Ahli 3		
1	Materi bahan ajar modul yang dibuat sesuai dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) SMA Kelas X.	80%	80%	80%	80%	Baik
2	Materi dalam bahan ajar modul sudah sistematis.	80%	100%	80%	86,6%	Baik
3	Gambar-gambar yang ada dalam modul sudah sesuai dengan materi dalam modul.	80%	100%	80%	86,6%	Baik
4	Isi dalam bahan ajar modul sudah mencantumkan hasil penelitian yang sesuai.	80%	80%	80%	80%	Baik
5	Bahasa yang digunakan komunikatif.	80%	100%	80%	86,6%	Baik
6	Kejelasan rangkuman modul (komprehensif).	80%	100%	80%	86,6%	Baik
7	Ketepatan rangkuman modul sebagai materi perulangan.	80%	100%	80%	86,6%	Baik
8	Manfaat rangkuman sebagai bahan pengayaan.	80%	100%	100%	93,3%	Baik
9	Keseimbangan proporsi soal latihan/tes dengan isi materi.	80%	100%	80%	86,6%	Baik
10	Daftar Pustaka	80%	80%	80%	80%	Baik
	Rata-rata				85,29%	Baik

PEMBAHASAN

Setiap konsentrasi memiliki pengaruh masing-masing terhadap mortalitas nyamuk *Aedes sp.* Penelitian ini menggunakan 4

perlakuan dengan 3 perlakuan menggunakan ekstraksi dan 1 kontrol yaitu hanya dengan air. Perlakuan 1 dengan 0,5%, perlakuan 2 dengan 1% dan perlakuan 3 dengan 2% ekstraksi. Pada

perlakuan 1 memiliki pengaruh mortalitas terendah dengan rata-rata hanya mencapai 3,75. Perlakuan 2 memiliki pengaruh mortalitas dengan rata-rata 5,25 yaitu lebih tinggi dari perlakuan 1. Sedangkan pada perlakuan 3 memiliki pengaruh mortalitas tertinggi dengan rata-rata mencapai 9,25. Hasil Uji t memperoleh nilai $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ yang artinya terdapat perbedaan pada ketiga hasil tersebut dengan syarat data normal dan homogen. Hasil Uji t dapat disimpulkan H_0 ditolak dan terima H_1 yang artinya terdapat perbedaan pada ketiga data hasil penelitian tersebut. Ekstraksi daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) mengandung zat yang dinamakan zat *Terthienyl*, zat ini termasuk dalam racun pencernaan pada nyamuk karena racun ini menghentikan kerja enzim pada organ pencernaan. Zat tersebutlah yang dapat membunuh nyamuk, zat *Terthienyl* ini akan menguap dan terhirup oleh nyamuk saat disemprotkan ke sekitar nyamuk, lalu zat tersebut masuk ke dalam sistem pencernaan tubuh nyamuk.

Zat *Terthienyl* berdasarkan penelitian (Hutagalung & Dwisyahputra, 2013) merupakan racun perut, karena menyerang sistem pencernaan nyamuk tersebut. Ciri-ciri dari nyamuk yang akan mati akibat racun perut tersebut yaitu, nyamuk akan lemas, terbang rendah dan lambat, lalu setelah itu nyamuk akan diam saja karena racunnya mulai bereaksi. Sedangkan nyamuk yang sudah mati tubuhnya akan lemas, berwarna pucat, dan tubuhnya akan menyusut karena pengaruh racun tersebut.

Berdasarkan penelitian ini dapat diketahui data yang didapat menunjukkan bahwa kadar 2% memiliki pengaruh paling besar terhadap mortalitas nyamuk *Aedes sp.* dikarenakan kadar 2% tersebut mengandung zat *Terthienyl* paling tinggi, zat tersebutlah yang dapat mengakibatkan nyamuk menjadi mortal dengan waktu yang lebih cepat dibandingkan konsentrasi dari perlakuan 1 dan 2, karena zat *Terthienyl* tersebut memberikan pengaruh terhadap tubuh nyamuk yaitu menghentikan kerja enzim pada tubuh nyamuk sehingga lama-

kelamaan nyamuk tersebut akan mati. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Dalimartha, 2003) yang menyatakan bahwa dalam tumbuhan Tahi Kotok terdapat kandungan minyak atsiri *Terthienyl* yang bersifat sebagai penolak nyamuk. Sedangkan konsentrasi dari perlakuan 1 yaitu 0,5% menghasilkan mortalitas paling rendah, ini dikarenakan konsentrasi tersebut memiliki kandungan zat *Terthienyl* terendah dibanding perlakuan 2 dan 3. Sebenarnya, konsentrasi ini juga menghasilkan mortalitas pada nyamuk karna mengandung zat *Terthienyl* juga, hanya saja waktu untuk nyamuk itu mati lebih lama dibandingkan dengan lainnya dikarenakan kandungan zat tersebut yang paling rendah. Daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) yang mengandung zat *Terthienyl* tersebut dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan insektisida nabati, karena berasal dari tumbuhan dan tidak menggunakan bahan kimia campuran yang berbahaya, sehingga sangat bermanfaat baik dan tidak berefek buruk bagi tubuh maupun lingkungan. Penelitian (Zen et al., 2017) menyatakan bahwa molekul bau khas dari senyawa kimia akan masuk dan ditangkap oleh kemoreseptor pada alat sensori. Serangga akan mendeteksi rangsangan dengan cara responsif terhadap molekul kimia (bau khas). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak/larutan atau semakin bau maka semakin respon serangga tersebut. Serangga tersebut merespon dan berusaha untuk mendekat (*attract*) dan menjauh (*repell*) dari sumber rangsangan tersebut jika dianggap berbahaya dan tidak disukai. Saat serangga tidak mampu menghindar maka serangga akan mengalami *knock down* yang bersifat permanen (diikuti dengan kematian) atau sementara (reversible) dimana serangga akan pulih beberapa waktu. Racun dari daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) adalah jenis racun perut, karena menyerang sistem pencernaan dengan menghentikan kerja enzim. Ciri-ciri nyamuk yang mati setelah terkena racun tersebut yaitu tak bergerak saat diberi rangsangan sentuhan, warna tubuh

menjadi pucat dan lama-kelamaan tubuh nya akan menyusut (Yasmin. & Yekki, 2013).

Hasil penelitian mortalitas *Aedes sp.* yang diberi ekstrak daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) tersebut di atas pada dunia pendidikan dapat dimanfaatkan, khususnya pada pembuatan sumber belajar Modul Biologi materi Keanekaragaman Hayati. Modul ini akan dibuat berbeda dengan modul lainnya, karena selain memuat materi mengenai Keanekaragaman Hayati secara luas juga akan memuat mengenai tumbuhan Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) yang sangat bermanfaat bagi manusia dan lingkungan, baik sebagai tanaman anti nyamuk, tanaman obat, maupun tanaman hias, modul ini diharapkan bermanfaat bagi para siswa sehingga dapat dijadikan sebagai rancangan sumber belajar berupa modul pada materi pokok Keanekaragaman Hayati SMA kelas X. Berdasarkan pendapat (Widodo., S, & Jasmadi, 2008) dapat diketahui bahwa bahan ajar modul yang baik harus berisi materi yang jelas, dan mampu meningkatkan kemampuan belajar mandiri siswa, kejelasan dalam modul harus mampu mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan yang lainnya dalam suatu pembelajaran. Guru bertugas membimbing dengan memberi permasalahan, sehingga siswa dapat berfikir lebih kreatif, tidak hanya mengandalkan guru tetapi juga dapat mengandalkan bahan ajar yang ada, khususnya bahan ajar modul pada materi pokok Keanekaragaman Hayati. Materi ini dijelaskan pula cara penamaan, klasifikasi, tingkatan juga pemanfaatan kekayaan alam tersebut.

Modul dengan materi Keanekaragaman Hayati ini merupakan modul jenis adaptif, yaitu modul yang memiliki daya adaptif tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Dikatakan adaptif karena modul ini dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta fleksibel untuk pebelajaran. Dengan memperhatikan percepatan dan perkembangan ilmu dan teknologi, pengembangan modul multimedia hendaknya tetap “up to date”. Modul ini adaptif

karena isi materi pembelajaran dapat digunakan sampai dengan kurun waktu tertentu. Modul ini memuat materi yang lengkap dengan contoh-contoh gambar yang terbaru, soal-soal yang aplikatif dan memanfaatkan teknologi terbaru yang sudah ada seperti internet dan komputer. Memuat hasil penelitian berupa info penting dan informasi mengenai tumbuhan Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) yang dapat digunakan sebagai obat anti nyamuk *Aedes sp.*

KESIMPULAN

Terdapat pengaruh yang sangat nyata dari Ekstrak Daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) terhadap mortalitas nyamuk *Aedes sp.* berdasarkan hasil uji t pada taraf $\alpha = 0,01$. Berdasarkan rata-rata hasil penelitian dapat diketahui bahwa pada konsentrasi tertinggi yaitu 2% menghasilkan pengaruh mortalitas tertinggi dari nyamuk *Aedes sp.* yaitu dengan rata-rata 92,5% dengan jumlah kematian 37 ekor dari 40 ekor nyamuk. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber belajar berupa bahan ajar Modul yang layak digunakan dalam pembelajaran SMA pada materi pokok Keanekaragaman Hayati.

REFERENSI

- Dalimartha, S. (2003). *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 3*. Jakarta: Trubus Agriwidya.
- Fajarini, A. (2015). Uji Aktifitas Repelan Minyak Atsiri Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* (L.) terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* dalam Sediaan Lotion dan Uji Sifat Fisik Lotion. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. *Traditional Medicine Journal*, 20(2).
- Fitri, N. I. (2017). *Pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) terhadap mortalitas Larva *Aedes aegypti* (Doctoral dissertation)*. UIN Mataram.
- Gandahusada, Srisasi, & Wita, P. (2003). *Parasitologi Kedokteran*. Jakarta: UI Press.
- Hutagalung, & Dwisyahputra. (2013). Pengaruh Estrak Dun Kenikir (*Tagetes erecta* L.) sebagai Repellent Terhadap Nyamuk *Aedes sp.* Medan: Universitas Sumatera Utara., 2(2).
- Marini, M., Ni'mah, T., Mahdalena, V., Komariah, R. H., & Sitorus, H. (2018). Potensi Daya Tolak Ekstrak Daun Marigold (*Tagetes erecta* L.)

- terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 14(1), 53–62.
- Mumpuni, K. E. (2013). Potensi pendidikan keunggulan lokal berbasis karakter dalam pembelajaran biologi di Indonesia. *In Prosiding Seminar Biologi*, 10(2).
- Nopitasari, N. (2014). *Uji Aktivitas Ekstrak N-heksana Biji Langsung (Lansium Domesticum Cor.) Sebagai Larvasida Aedes Aegypti (Doctoral dissertation)*. Tanjungpura University.
- Provinsi Lampung, D. K. Data Kasus DBD/Chikungunya. Lampung: Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. (2017).
- RI., K. Data dan Informasi Profil Kesehatan Indonesia. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2017).
- Widodo., S, C., & Jasmadi. (2008). *Panduan Menyusun Bahan Ajar Berbasis Kompetensi*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Yasmin., & Yekki. (2013). Perubahan Morfologi Larva Nyamuk Akibat Pemberian Larvasida Bakteri Kitinolitik. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 10(1).
- Zen, Suharno, & Asih, T. (2017). Potensi Ekstrak Bunga Tahi Kotok (*Tagetes erecta*) sebagai Repellent Terhadap Nyamuk *Aedes sp.* yang Aman dan Ramah Lingkungan. *Jurnal Bioedukasi Pendidikan Biologi*, 8(2), 142–149.

Keanekaragaman Jenis Paku-Pakuan (*Pteridophyta*) dan Kajian Potensi Pemanfaatannya di Cagar Alam Ulolanang Kecubung

The diversity of ferns (Pteridophyta) and their potential use studies in the Ulolanang Kecubung Nature Reserve

Muhammad A'tourrohan^{1*}, M. Akmal Surur¹, Riza Eka Nabila¹, Sinta Dewi Rahmawati¹, Siti Fatimah¹, Dian Naili Ma'rifah¹, Lianah¹

¹UIN Walisongo, Jl. Prof. Dr. Hamka, Tambakaji, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah 50185

*Email Koreponden : athoqsara11@gmail.com

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4173-814991>

Received: 14 Mei 2020 | Accepted: 4 Juni 2020 | Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Background: Cagar Alam Ulolanang Kecubung sebagai kawasan konservasi di Kabupaten Batang Jawa Tengah menyimpan kekayaan flora dan fauna yang sangat beragam. Salah satu flora yang tersimpan di Cagar Alam ini adalah paku-pakuan. Paku-pakuan (*Pteridophyta*) merupakan salah satu plasma nutfah yang berperan penting dalam ekosistem hutan dan bermanfaat dalam kehidupan manusia. Tumbuhan paku memiliki keanekaragaman jenis dan potensi pemanfaatan yang luar biasa untuk bahan pakan, pengobatan dan tanaman hias. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data dan informasi tentang keanekaragaman jenis tumbuhan paku di kawasan CA Ulolanang Kecubung serta potensi pemanfaatannya terutama oleh masyarakat sekitar kawasan. **Metode:** Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-April 2020 menggunakan metode survey dan studi literatur dari buku, artikel jurnal nasional maupun internasional. **Hasil:** Data yang diperoleh, ada 15 jenis tumbuhan paku yaitu *Davalia trichomanoides* Bedd., *Davalia denticulata* (Brumm.) Mett., *Pyrrosia lingua* Farw., *Pyrrosia numularifolia* Sw., *Pyrrosia longifolia* (Burm.f.) Morton., *Drynaria quersifolia* (L.) Smith., *Drynaria sparsisora* Moore., *Drymoglossum piloselloides* (L.) Presl., *Stenochlaena polustris* (Burm.) Bedd., *Asplenium nidus* Linn., *Lygodium circinatum* (Burm.), *Pteris vittata* Linn., *Selliguea oxyloba* (Wall. ex Kunze) Fraser-Jenk., *Selliguea heterocarpa* (Bi.), dan *Selliguea laciniata* (Bedd.) Hovenkamp. Semua tumbuhan paku tersebut belum banyak diketahui manfaatnya oleh masyarakat sekitar. **Kesimpulan:** Berdasarkan hasil kajian studi literatur, tumbuhan paku tersebut memiliki manfaat yang bermacam-macam seperti sebagai tanaman hias, sayur-sayuran, antikanker, antiviral, antibakteri, akumulator limbah logam dan bahan obat-obat tradisional.

Kata kunci: Tumbuhan Paku, Manfaat, CA Ulolanang Kecubung

Abstract

Background: Cagar Alam Ulolanang Kecubung as a conservation area in Batang, Central Java undoubtedly holds a rich diversity of flora and fauna. One of the flora stored in the CA is ferns. Ferns (*Pteridophyta*) is one of the germplasm that plays an important role in the forest ecosystem and is useful in human life. Spread of fern is very wide in the territory of Indonesia. Ferns have a variety of types and potential for extraordinary use for feed ingredients, medicine and ornamental plants. This research is to obtain data and information about the types of ferns diversity in the CA Ulolanang Potential resources, especially from the community around the area. **Methods:** This research was conducted in March-April 2020 using the method of survey and literature study from books, national and international journal articles. **Results:** Data obtained, there are 15 types of plants distributed namely *Davalia trichomanoides* Bedd., *Davalia denticulata* (Brumm.) Mett., *Pyrrosia lingua* Farw., *Pyrrosia numularifolia* Sw., *Pyrrosia longifolia* (Burm.f.) Morton, *Drynaria quersifolia* (L.) Smith., *Drynaria sparsisora* Moore., *Drymoglossum piloselloides* (L.) Presl., *Stenochlaena polustris* (Burm.) Bedd., *Asplenium nidus* Linn., *Lygodium circinatum* (Burm.), *Pteris vittata* Linn., *Selliguea oxyloba* (Wall. ex Kunze) Fraser-Jenk., *Selliguea heterocarpa* (Bi.), and *Selliguea laciniata* (Bedd.)

Hovenkamp. All these ferns are not yet widely known its benefits by the surrounding community. **Conclusion:** *Based on the results of literature studies, these ferns have many benefits such as ornamental plants, vegetables, anticancer, antiviral, antibacterial, metal waste accumulators and traditional medicines.*

Keywords: *Ferns, Benefit, CA Ulolanang Kecubung*

Cara citasi: A'tourrohan, M., Surur, M., A., Nabila, R., E., Rahmawati, S., D., Fatimah, S., Ma'rifah, D., N., & Lianah. 2020. Keanekaragaman Jenis Paku-Pakuan (*Pteridophyta*) dan Kajian Potensi Pemanfaatannya di Cagar Alam Ulolanang Kecubung. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 04(01): 73-82. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4173-814991>



© 2020 Oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang mempunyai keanekaragaman hayati flora melimpah di dunia. Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) menjadi salah satu jenis flora yang memiliki keanekaragaman tinggi dan persebaran luas. *Pteridophyta* dapat ditemukan di daerah subtropis maupun tropis, pada ketinggian yang bervariasi, hidup secara terestrial atau akuatik, merambat atau epifit (menumpang pada pohon). (Backer & Posthumus, 1939) menjelaskan bahwa persebaran *Pteridophyta* di Jawa Barat, Jawa Timur dan Jawa Tengah adalah, 450, 319 dan 333 spesies.

Tumbuhan paku selain memiliki keanekaragaman yang tinggi juga berperan penting bagi ekosistem hutan dan manusia. Tumbuhan paku pada ekosistem hutan dapat melindungi tanah dari erosi serta berperan dalam pembentukan humus, sedangkan bagi manusia tumbuhan paku-pakuan berpotensi sebagai kerajinan tangan, tanaman hias, sayur-sayuran, maupun sebagai obat-obatan tradisional (Rismunandar & Ekowati, 1991).

Keanekaragaman tumbuhan paku sudah banyak diteliti. (Amalia, 2009) menemukan 29 jenis tumbuhan paku dengan famili terbanyak adalah *Dennstaedtiaceae* di Kawasan Hutan Antibar Mempawah Timur. (Purnawati, Turnip, & Lovadi, 2014) menemukan 21 jenis tumbuhan paku dengan famili terbanyak adalah *Polypodiaceae* di Kawasan Cagar Alam Mandor Kabupaten Landak.

(Sugiarti, 2017) menemukan 15 jenis tumbuhan paku dengan famili terbanyak *Dennstaedtiaceae* di Kawasan Cagar Alam Pagerwuyung (Diliarosta, Ramadhani, & Indriani, 2020) menemukan 21 jenis tumbuhan paku di Kawasan Lubuak Mato Kuciang Padang Panjang. Pemanfaatan tumbuhan paku di Kawasan CA Mandor dan CA Darupono masih sebatas tanaman konservasi dan sebagai tanaman hias.

Tumbuhan paku juga tersebar pada Kawasan CA Ulolanang Kecubung. Cagar Alam (CA) Ulolanang Kecubung terletak di Kabupaten Batang Jawa Tengah, tepatnya di Desa Gondong, Kecamatan Subah. Cagar Alam Ulolanang memiliki luas area 67,70 ha, dan merupakan tipe hutan lembab serta dataran rendah dengan beberapa tipe habitat (BKSDA, 2001). Cagar Alam Ulolanang berfungsi sebagai kawasan konservasi dan perlindungan seluruh komponen ekosistemnya. Ketersediaan informasi dasar mengenai komposisi komunitas dan struktur penyusun sangat penting dalam usaha konservasi. Penelitian mengenai keanekaragaman dan potensi pemanfaatan tumbuhan paku di CA Ulolanang Kecubung belum pernah dilakukan, sehingga hal inilah yang melatarbelakangi penelitian ini dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendata keanekaragaman jenis tumbuhan paku dan potensi pemanfaatannya di kawasan CA Ulolanang Kecubung.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret-April 2020 menggunakan metode studi literatur

dari pustaka atau artikel yang membahas tentang tumbuhan paku (*Pteridophyta*). Literatur acuan untuk keanekaragaman tumbuhan paku di CA Ulolanang Kecubung diperoleh dari penelitian (Nugroho, 2013), sedangkan deskripsi dan kajian potensi pemanfaatannya menggunakan literatur buku dan artikel jurnal nasional maupun internasional diantaranya (Holtum, 1967) dan (Ranker & Haufler, 2008). Selain berpacuan pada studi literatur, survey dan wawancara juga dilakukan untuk melengkapi data primer dari penelitian ini.

HASIL

Hasil penelusuran tumbuhan paku di CA Ulolanang Kecubung melalui literatur (Nugroho, 2013) ditemukan 15 jenis tumbuhan paku kelas *Polypodiopsida* yang terdiri dari enam famili yaitu *Davalliaceae*, *Polypodiaceae*, *Blechnaceae*, *Aspleniaceae*, *Lygodiaceae*, dan *Pteridaceae*. Jenis-jenis tumbuhan paku terestrial yang terdapat di CA Ulolanang Kecubung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tumbuhan paku di Kawasan CA Ulolanang Kecubung (Nugroho, 2013)

No	Takson	Spesies	Nama Lokal	Habitat
1	<i>Polypodiales</i> , <i>Aspleniaceae</i>	<i>Asplenium nidus</i> L.	Paku Sarang Burung	Epifit
2	<i>Polypodiales</i> , <i>Davalliaceae</i>	<i>Davalia trichomanoides</i> Bedd.	Paku kaki kelinci hitam	Terestrial
3	<i>Polypodiales</i> , <i>Davalliaceae</i>	<i>Davalia denticulata</i> (Brumm.) Mett	Paku Tertutup	Epifit
4	<i>Polypodiales</i> , <i>Polypodiaceae</i>	<i>Drynaria sparsisora</i> Moore.	Paku Langlayang	Epifit
5	<i>Polypodiales</i> , <i>Polypodiaceae</i>	<i>Drymoglossum piloselloides</i> (L.) Presl.	Paku Sisik Naga	Epifit
6	<i>Polypodiales</i> , <i>Polypodiaceae</i>	<i>Pyrrosia lingua</i> Farw.	Paku Picisan	Epifit
7	<i>Polypodiales</i> , <i>Polypodiaceae</i>	<i>Pyrrosia numularifolia</i> Sw	Paku Duduitan	Epifit
8	<i>Polypodiales</i> , <i>Polypodiaceae</i>	<i>Pyrrosia longifolia</i> (Burm.f.) Morton	Paku Duduitan	Epifit
9	<i>Polypodiales</i> , <i>Polypodiaceae</i>	<i>Selliguea oxyloba</i> (Wall. ex Kunze) Fraser-Jenk.	Paku Seliguea	Epifit
10	<i>Polypodiales</i> , <i>Polypodiaceae</i>	<i>Selliguea heterocarpa</i> (Bi.)	Paku Seliguea	Epifit
11	<i>Polypodiales</i> , <i>Polypodiaceae</i>	<i>Selliguea laciniata</i> (Bedd.) Hovenkamp	Paku Seliguea	Epifit
12	<i>Polypodiales</i> , <i>Polypodiaceae</i>	<i>Drynaria quersifolia</i> (L.) Smith	Paku Kepala Tupai	Epifit
13	<i>Schizaeales</i> , <i>Lygodiaceae</i>	<i>Lygodium circinatum</i> (Burm.)	Ribu-ribu	Terestrial
14	<i>Polypodiales</i> , <i>Blechnaceae</i>	<i>Stenochlaena polustris</i> (Burm.) Bedd.	Kelakai	Terestrial
15	<i>Polypodiales</i> , <i>Pteridaceae</i>	<i>Pteris vittata</i> Linn.	Paku Pteris	Terestrial

PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan bahwa tumbuhan paku yang dominan ditemukan di CA Ulolanang Kecubung yaitu famili *Polypodiaceae* dan famili

yang paling sedikit yaitu famili *Pteridaceae*, *Blechnaceae*, *Lygodiaceae*, dan *Aspleniaceae* yang masing-masing famili terdiri dari satu spesies. Tumbuhan paku tersebut teridentifikasi terdiri dari 11 spesies epifit, dan empat tumbuhan

paku terestrial. Perbedaan komposisi tumbuhan paku epifit dan terestrial disebabkan oleh kondisi lokasi tumbuh yang berbeda. (Wanma, 2016) menyatakan bahwa banyaknya jumlah dan jenis individu pada suatu lokasi ditentukan oleh keadaan tempat tumbuhnya. Kondisi CA Ulolanang merupakan habitat yang cocok untuk jenis paku epifit maupun terestrial. Banyaknya pepohonan memungkinkan paku epifit untuk tumbuh. Kondisi tanah yang lembab juga mendukung pertumbuhan paku terestrial. Adapun deskripsi masing-masing spesies tumbuhan paku sebagai berikut:

***Asplenium nidus* L.**

Synonym: *Aconiopteris gorgonea* (Cl.) Bedd., *Neottopteris nidus* (L.) J. Sm., *Thamnopteris nidus* (L.) C.Presl

A. nidus dikenal dengan nama paku sarang burung yang masuk dalam famili *Aspleniaceae*. *A. nidus* banyak dijumpai dikawasan hutan rawa, gambut dan krangas. Hidup epifit dengan menempel atau menumpang pada batang pohon-pohon yang tinggi. *A. nidus* memiliki ujung daun roset, bagian bawahnya terdapat kumpulan akar berwarna coklat, dan memiliki akar rimpang. Jenis ini memiliki daun yang bervariasi dan tunggal. Daun berwarna hijau dengan pucat dibagian bawahnya, ujung daun meruncing, tekstur daun seperti kertas, tepi rata, dengan permukaan mengkilap dan licin. *Sporangium* berbentuk garis-garis coklat yang berada di sepanjang tulang daun yang terletak di bagian bawah daun (Purnawati et al., 2014). (Darma & Peneng, 2007) menyatakan bahwa *A. nidus* memiliki daun yang berukuran kecil dengan panjang 7-150 cm, lebar 3-30 cm, daun tunggal yang tersusun pada batang sangat pendek melingkar membentuk keranjang. Permukaan daunnya berombak mengkilap dan tepi daunnya rata.

***Davalia denticulata* (Brumm.) Mett**

Synonym: *Davallia attenuata* Lodd.

D. denticulata merupakan tumbuhan paku yang banyak tumbuh dipohon kelapa sawit sebagai epifit. *D. denticulata* memiliki akar serabut berwarna coklat dengan ruas rimpang yang panjang. Batang berwarna hijau, tegak, licin,

dan berbentuk bulat. Warna permukaan daunnya hijau tua dengan adaksial daun yang licin. Pina berbentuk segitiga, ujung pina runcing, basal meruncing, dan tepinya beringgit. Anak daun yang terdapat di bagian bawah berukuran lebih besar dibandingkan dengan yang berada di atasnya. *Sporangium* terletak di bagian adaksial sub marginal daun fertil, berbentuk bulat, dan berwarna coklat. *D. denticulata* mampu bertahan hidup pada kelembaban tanah 13%, pH tanah 7,09, dengan suhu udara sekitar 33°C (Betty, Linda, & Lovadi, 2015).

***Davalia trichomanoides* Bedd.**

Synonym: *Lindsaea orbiculata* (Lam.) Mett. ex Kuhn

D. trichomanoides merupakan jenis paku epifit yang menempel dibatang pohon dan tumbuh bersama-sama dengan paku sarang burung dan beberapa jenis lainnya. *D. trichomanoides* memiliki akar serabut, permukaan bersisik yang tersusun rapat dengan warna merah kecoklatan, rimpang merayap, perawakan herba. Daun berbentuk segitiga, menyirip ganda tiga, ujung daun meruncing, tepi daun bergerigit, pangkal daun tumpul, berwarna hijau, dan tekstur daun tipis, serta spora terletak diujung anak daun.

***Drymoglossum piloselloides* (L.) Presl.**

Synonym: *D. heterophyllum* C. Chr.

D. piloselloides sering disebut dengan nama daerah paku sisik naga, karena bentuk daunnya seperti sisik dan termasuk dalam famili *Polypodiaceae*. *D. piloselloides* banyak dijumpai di hutan rawa, gambut dan kerangas. Paku jenis ini hidup menempel pada batang pohon atau epifit. Paku ini memiliki daun jenis sporofil dan tropofil. Sporofil memiliki bentuk lebih panjang dari tripofil dan memiliki sporangium, sedangkan tropofil lebih kecil dengan bentuk bulat. *D. piloselloides* memiliki daun berbentuk bulat kecil, akar menjulur dan melekat kuat di inangnnya (Purnawati et al., 2014). (Hetti, 2008) menambahkan bahwa *D. piloselloides* memiliki akar rimpang tipis, daun berdaging dengan permukaan licin, *sporangium* terletak didaun fertil serta merupakan tumbuhan epifit kecil.

***Drynaria quersifolia* (L.) Smith**

Synonym: *Polypodium quercifolium* L. dan *Phymatodes quercifolia* C. Presl

D. quercifolia atau disebut paku kepala tupai, banyak ditemukan di rawa dan hutan kerangas. Hidup di tempat yang teduh dengan pencahayaan matahari sedikit dan lembab. Tumbuhan paku jenis ini memiliki rimpang yang tertutupi oleh serabut halus berwarna coklat, menjalar, dan besar. Daun yang besar dengan tepi daun bercangap. Bagian adaksial bertekstur seperti kertas, permukaan licin, dan berwarna hijau. Paku ini mempunyai daun steril dengan bentuk melebar dan tepi daun yang berlekuk-lekuk. *Sporangium* terletak di bagian abaksial daun fertil yang tersebar tak beraturan (Hartini, 2006).

Tumbuhan paku ini berdaun tunggal dengan 2 jenis daun yaitu sporofil dan tropofil. Daun sporofil berwarna hijau tua dengan bangun daun bulat telur sungsang, pangkal meruncing, ujung membulat, dan tepi daun berbagi menyirip. Daun tropofil berwarna coklat dengan bangun daun bulat telur, daging daunnya tipis seperti kertas. Pangkal daun membulat, ujung daun membulat, dan tepi bercangap menyirip. Pertulangan daun menyirip dengan sorus berwarna coklat yang tersebar dibagian bawah permukaan daun berbentuk bulat (Salamah, Sasongko, & Hidayati, 2020).

***Drynaria sparsisora* Moore.**

Synonym: *Aglaomorpha sparsisora* (Desv.) Hovenkamp & S.Linds.

D. sparsisora dikenal dengan nama daerah paku langlayang, termasuk famili *Polypodiaceae*, banyak tumbuh di rawa dan hutan kerangas. Paku jenis ini ditutupi oleh serabut pendek berwarna hitam dengan tekstur rimpang keras. Bagian abaksial daun berwarna hijau muda, sedangkan bagian adaksial berwarna hijau tua. Tepi daun fertilnya berbagi, daun penyangganya melebar dibagian tengah, pendek dan lebih tipis dari paku kepala tupai. *Sporangium* tersebar takberaturan diantara anak tulang daun fertil dan kecil-kecil. (Sastrapradja, D., Adisoemarsono, S., Kartawinata, S. & Rifai, 1980).

***Lygodium circinatum* (Burm.)**

Synonym: *Lygodium basilanicum* Christ.

L. circinatum dikenal dengan nama daerah paku ribu-ribu. Paku jenis ini banyak dijumpai ditempat terbuka yang terpapar sinar matahari langsung, seperti hutan kerangas. *L. circinatum* termasuk paku terrestrial yang memiliki akar berwarna coklat. Tumbuhan paku ini memiliki batang berwarna coklat muda, kecil, berbentuk bulat dan sangat kuat. Tumbuh merambat atau menjalar pada tumbuhan lain yang berada disampingnya. Ujung daun runcing, tepi bergerigi, kuat dan bertekstur tipis, dan bagian aksialnya berwarna lebih muda (Purnawati et al., 2014). *L. circinatum* berbeda dengan paku jenis lainnya karena memiliki daun yang membelit tumbuhan lain didekatnya dan akar rimpang yang menjalar (Holtum, 1967).

***Pyrrisia numularifolia* Sw.**

Synonym: *Acrostichum nummularifolium* Sw.

P. nummularifolia dikenal dengan nama daerah paku duditan. *P. nummularifolia* banyak ditemukan di hutan kerangas dan rawa, menempel pada batang-batang pohon dan batu-batu. Hidup di tempat teduh dengan pencahayaan matahari rendah dan terbuka yang mendapatkan sinar matahari langsung. Akarnya menjalar panjang berwarna kecoklatan. Bentuk daunnya bulat dan berdaging dengan warna hijau pada bagian adaksialnya, sedangkan bagian abaksialnya berwarna hijau muda. Tepi daunnya rata. Permukaan bagian atas daun dan bagian bawahnya berbulu. *Sporangium* ditutupi bulu-bulu yang tebal yang terletak dipermukaan bagian bawah (Purnawati et al., 2014).

***Pyrrisia longifolia* (Burm.f.)**

Synonym: *Acrostichum longifolium* Burm.fil.

P. longifolia merupakan paku epifit yang memiliki sorus bulat, meliputi seluruh sisi bawah bagian atas daun atau seluruh daun, tanpa indusium. Daun tunggal, berbentuk memanjang dan daun muda penuh dengan rambut-rambut. Habitatnya menempel pada batu yang basah. *P. longifolia* memiliki rizhome menjalar, dengan

daun fertil dan steril (Hasibuan, Rizallinda, & Elvi, 2016).

***Pyrrhosia lingua* Farw.**

Synonym: *Acrostichum lingua* Thunb.

P. lingua merupakan paku epifit yang memiliki nama lain paku picisan. Karakter morfologinya menurut (Wanma, 2016) rimpang menjalar pendek, stipe tumbuh bersama, bersisik merah-coklat; stipe hampir tidak tampak, tertutup oleh pangkal daun decurrent mengecil; daun mengecil perlahan menuju pangkal, bagian tengah melebar, apex acuminate pendek mengecil, tepi agak keriting, tekstur tipis berdaging, tidak kaku, vein utama tidak timbul tetapi jelas, adaxial gundul, abaxial tertutup padat dengan bulu coklat yang akan gugur pada daun dewasa; sorus umumnya 1/3 dari apical daun, menutupi seluruh permukaan antar midrib dan sebuah lajur yang jelas di tepi.

***Pteris vittata* Linn.**

Synonym: *Pteris costata* Bory., *Pteris microdonata* Gaudin.

P. vittata hidup terestrial di celah bebatuan maupun tanah. Batang termodifikasi menjadi rimpang yang pendek dan pemukaannya bersisik. Paku ini memiliki sistem percabangan monopodial, tangkai spesies ini memiliki lekukan atau beralur dengan permukaan yang bersisik. Daun *P. vittata* bertipe majemuk menyirip gasal, bangun anak daun lanset, pangkal rata, ujung meruncing, dengan tepi bergerigi. Memiliki petulangan daun menyirip dengan permukaan yang licin, berwarna hijau muda dibagian bawah dan hijau tua dibagian atas. Sorus berbentuk linier berwarna coklat yang terletak di bawah permukaan daun tepatnya di sepanjang tepi daun. (Salamah et al., 2020).

***Selliguea heterocarpa* (Bl.)**

Synonym: *Polypodium mettenianum* Ces., *Grammitis heterocarpa* Bl.

S. heterocarpa (Bl.) merupakan tumbuhan paku epifit yang memiliki rimpang menjalar panjang dan permukaan daunnya licin. Paku jenis ini memiliki daun tunggal bersendi pada rimpang, berbentuk lanset, tipis, dan kaku. Sorus berbentuk garis dan miring, letaknya di

kanan kiri tulang daun utama. Spora berbentuk tetrahedral (Sunarmi & Sarwono., 2004).

***Selliguea oxylabus* (Wall. ex Kunze)**

Synonym: *Crypsinus oxylabus* (Wall. ex Kunze) Sledge., *Polypodium oxylum* Wall.

S. oxylabus merupakan jenis paku epifit dengan rimpang merayap berwarna coklat dan bersisik. Daun paku ini memiliki toreh yang dalam sehingga hampir terlihat seperti daun majemuk. Bagian abaksial terdapat *sporangium* yang tersusun secara linear. Sorusnya berbentuk bulat dan linear berhadapan, letaknya di kanan kiri tulang daun utama. *Rachis* lebih terlihat di abaksial daun berwarna coklat. Tumbuhan paku ini hidup menempel pada pohon berlumut dan bebatuan yang lembab (RBGE, 2020).

***Selliguea laciniata* (Bedd.) Hovenkamp**

Synonym: *Crypsinus lacinatus* (C.Presl) Holtt., *Polypodium lacinatum* Bl.

S. lacinata merupakan jenis paku epifit yang banyak terdapat di kawasan Malesia. Paku ini memiliki rimpang berwarna coklat merayap panjang, tebal dan ditutupi sisik. *Stipe* tersambung dengan rimpang berwarna coklat lebih muda. Daun paku ini berbentuk oval atau lonjong dan pinnatifid. Bagian abaksial terdapat *sporangium* yang tersusun secara linear. Sorusnya berbentuk bulat, linear berhadapan, letaknya di kanan kiri tulang daun utama dan menonjol ke permukaan daun. *Rachis* lebih terlihat di abaksial daun berwarna hijau (RBGE, 2020).

***Stenochlaena palustris* (Burm.) Bedd.**

Synonym: *Acrostichum laurifolium* (Presl) Hook., *Polypodium palustre* Brum.fil.

S. palustris merupakan tumbuhan paku yang banyak terdapat di rawa-rawa. Tumbuhan paku ini tumbuh menjalar hingga panjangnya 5-10 m dengan akar rimpang kuat dan pipih. Daun kelakai ini mempunyai 8-15 pasang anak daun. Daun berwarna hijau dan ujung daun yang muda mempunyai warna kuning kemerah-merahan (Ranker & Haufler, 2008).

Tumbuhan paku yang berjumlah 15 jenis ini belum banyak diketahui manfaatnya oleh masyarakat sekitar. Berdasarkan hasil survey masyarakat masih memanfaatkan tumbuhan paku

sebagai tanaman hias dan sayur. Menurut (Rismunandar & Ekowati, 1991) tumbuhan paku memiliki manfaat dalam kehidupan manusia seperti sayur-sayuran (*Marsilea*, *Pteridium aquilinum*, dan lainnya), kerajinan tangan, tanaman hias (*Adiantum* sp., *Platyserium* sp., *Asplenium nidus*, *Nephrolepis* sp., *Alsophoila* sp., dan lainnya) dan bahan obat-obatan tradisional (*Equisetum* sp., *Cyclophorus* sp., *Dryopteris* sp.,

dan lainnya). Revitalisasi pengetahuan masyarakat lokal mengenai pemanfaatan tumbuhan paku menjadi penting untuk dilakukan. Karena menurut (A'tourrohman, 2020) Pengetahuan masyarakat lokal menjadi salah satu instrumen ilmu pengetahuan, yang mana sangat berperan penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Tabel 2. Potensi pemanfaatan tumbuhan paku di CA Ulolanang Kecubung

Spesies	Manfaat
<i>Davalia trichomanoides</i> Bedd.	Sebagai tanaman hias dan obat-obatan (Nasution & Kardhinata, 2018)
<i>Davalia denticulata</i> (Brumm.) Mett	Mengandung asam hidrosianik yang dapat menghasilkan racun (Arini & Kinho, 2012). Selain itu genus <i>Davalia</i> digunakan dalam pengobatan tradisional karena efek farmakologisnya sebagai antiasam urat, antiosteoporosis dan antioksidan (Cao, Xia, Dai, Wan, & Xiao, 2014). Paku jenis ini memiliki senyawa metabolit sekunder golongan terpenoid/steroid, saponin, flavonoid, dan fenolik (Hendra et al., 2020).
<i>Pyrrosia lingua</i> Farw.	Sebagai antiviral HSV1 (Zheng, 1990).
<i>Pyrrosia numularifolia</i> Sw	Sebagai ramuan untuk obat batuk dan menambah kebugaran tubuh (Hanum & Hamzah, 1999).
<i>Pyrrosia longifolia</i> (Burm.f.)	Sebagai obat ramuan herbal untuk kanker payudara (Hasibuan et al., 2016).
<i>Drynaria quersifolia</i> (L.) Smith	Sebagai anti bakteri (<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Vibrio cholera</i>), sebagai obat demam, sakit kepala dan <i>colera</i> (Engka, 2017).
<i>Drynaria sparsisora</i> Moore.	Sebagai antioksidan, mengandung <i>flavanoid</i> dan <i>fenolic</i> untuk menghambat fungsi protein tirosinkinase, sehingga bisa mencegah pertumbuhan sel kanker (Tan & Lim, 2015).
<i>Drymoglossum piloselloides</i> (L.) Presl.	Sebagai obat sakit kuning (jaundice), sembelit, gondongan (parotitis), sakit perut, TBC kulit dengan pembesaran kelenjar getah bening (skrofuloderma) kencing nanah (gonore), batuk, rematik, mimisan, keputihan (leukore), dan kanker payudara (Hetti, 2008).
<i>Stenochlaena polustris</i> (Burm.) Bedd.	Sebagai tanaman obat karena mengandung senyawa flavonoid, steroid, lemak, tannin,

Asplenium nidus L.	alkaloid, protein, vitamin C dan A, kalsium, mineral Fe. Juga dapat dimanfaatkan untuk tanaman hias dan sayuran (Rostinawati, Suryana, Fajrin, & Nugrahani, 2018).
Lygodium circinatum (Burm.)	Sebagai penyubur rambut, sebagai obat demam, sakit kepala dan tanaman hias (Sugiarti, 2017).
Pteris vittata Linn.	Sering dimanfaatkan sebagai kerajinan anyaman, yang di gunakan bagian sulurnya. Paku ini juga berguna pada bidang fitofarmaka sebagai obat penyakit kuning, penyembuh luka dan eksim, untuk konsumsi dan untuk tanaman hias (Nasution & Kardhinata, 2018).
Selligiea oxyloba (Wall. ex Kunze) Fraser-Jenk., Selligiea heterocarpa (Bi.), Selligiea laciniata (Bedd.) Hovenkamp	Sebagai tanaman hiperakumulator terhadap logam berat merkuri (Hg) (Salamah et al., 2020).
	Sejauh penelusuran kami, tumbuhan paku ini masih liar dan belum ada literatur yang mengkaji manfaat dari paku jenis ini baik secara histochemical maupun fitokimianya. Sehingga hal ini menjadi peluang untuk penelitian lebih lanjut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur diperoleh 15 jenis tumbuhan paku yang ada di CA Ulolanang Kecubung yaitu, *Davalia trichomanoides* Bedd., *Davalia denticulata* (Brumm.) Mett., *Pyrrosia lingua* Farw., *Pyrrosia numularifolia* Sw., *Pyrrosia longifolia* (Burm.f.) Morton., *Drynaria quersifolia* (L.) Smith., *Drynaria sparsisora* Moore., *Drymoglossum piloselloides* (L.) Presl., *Stenochlaena polustris* (Burm.) Bedd., *Asplenium nidus* Linn., *Lygodium circinatum* (Burm.), *Pteris vittata* Linn., *Selligiea oxyloba* (Wall. ex Kunze) Fraser-Jenk., *Selligiea heterocarpa* (Bi.), dan *Selligiea laciniata* (Bedd.) Hovenkamp. Tumbuhan paku tersebut memiliki manfaat yang bermacam-macam seperti sebagai tanaman hias, sayur-sayuran, antikanker, antiviral, antibakteri, akumulator limbah logam dan bahan obat-obat tradisional.

REFERENSI

- A'tourrohman, M. (2020). Inventarisasi dan Kajian Etnobotani Tanaman Akuatik di Taman Akuatik Kebun Raya Eka Karya Bali. *Biosel (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Sains Dan Pendidikan*, 9(1), 1–10.
- Amalia, R. (2009). Inventarisasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Terrestrial di Desa Antibar Kecamatan Mempawah Timur Kabupaten Pontianak. *Skripsi*.
- Arini, D. I., & Kinho, J. (2012). The pteridophyta diversity in Gunung Ambang Nature Reserve North Sulawesi. *Info BPK Manado*, 2(1), 17–40.
- Backer, C., & Posthumus, O. (1939). Varenflora voor Java: Overzicht der op Java voorkomende varens en varenachtigen, hare verspreiding, oekologie en toepassingen. *Buitenzorg: Uitgave Van's Lands Plantentuin*.
- Betty, J., Linda, R., & Lovadi, I. (2015). Inventarisasi Jenis Paku-pakuan (Pteridophyta) Terrestrial di Hutan Dusun Tauk Kecamatan Air Besar Kabupaten Landak. *Jurnal Protobiont*, 4(1), 94–102.

- BKSDA. (2001). *Penilaian Potensi Cagar Alam Uluanang Kecubung*. Semarang: Balai KSDA Jawa Tengah.
- Cao, J., Xia, X., Dai, X., Wan, Q., & Xiao, J. (2014). Chemical composition and bioactivities of flavonoids-rich extract from *Davallia cylindrica* Ching. *Environ Toxicol Pharmacol*, 37(2), 9–571.
- Darma, I., & Peneng, I. (2007). Inventarisasi Tumbuhan Paku di Kawasan Taman Nasional Laiwangi-Wanggameti Sumba Timur, Waingapu, Nusa Tenggara Timur. *Biodiversitas*, 8(3), 242–248.
- Diliarosta, S., Ramadhani, R., & Indriani, D. (2020). Diversity of Pteridophyta in Lubuak Mato Kuciang Padang Panjang, Sumatera Barat. *Pharmacog J*, 12(1), 180–185.
- Engka, T. (2017). Penentuan Kandungan Total Fenolik, Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan dari Kuso Mafola (*Drynaria quercifolia* L.). *Pharmacon*, 6(1).
- Hanum, F., & Hamzah, N. (1999). The use of medicinal plant species by the Temuan tribe of Ayer Hitam Forest, Selangor, Peninsular Malaysia. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci*, 22(2), 85–94.
- Hartini, S. (2006). Tumbuhan Paku di Cagar Alam Sago Malintang, Sumatra Barat dan Aklimatisasinya Di kebun Raya Bogor. *Biodiversitas*, 7(3), 230–236.
- Hasibuan, H., Rizallinda, & Elvi, R. (2016). Inventarisasi Jenis Paku-Pakuan (Pteridophyta) di Hutan Sebelah Darat Kecamatan Sungai Ambawang Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*, 5(1), 46–58.
- Hendra, R., Khodijah, R., Afham, M., Fachira, R., Sofiyanti, N., & Teruna, H. Y. (2020). Tingkat toksisitas dari beberapa ekstrak tanaman paku kaki tupai (*Davalia denticulate*). *Majalah Farmasetika*, 4, 46–49.
- Hetti, D. (2008). Uji Sitotoksik Ekstrak Etanol 70% Herba Sisik Naga (*Drymoglossum piloselloides* Presl.) Terhadap Sel T47D. Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Skripsi*.
- Holtum, R. (1967). (1967). *Flora of Malaya Vol II (Fern of Malaya)*. Singapore: Authority Government Printing Office.
- Nasution, J., & Kardhinata, E. H. (2018). Inventarisasi tumbuhan paku di kampus I Universitas Medan Area. *Klorofil*, 1(2), 105–110.
- Nugroho, A. S. (2013). Optimizing the Use of Uluanang Kecubung Natural Reserve as Learning Sources of Biodiversity. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 2(1).
- Purnawati, U., Turnip, M., & Lovadi, I. (2014). Eksplorasi Paku-Pakuan (Pteridophyta) di Kawasan Cagar Alam Mandor Kabupaten Landak. *Jurnal Protobiont*, 3(2), 155–165.
- Ranker, T. A., & Haufler, C. H. (2008). *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*. New York: Cambridge University Press.
- RBGE. (2020). Ferns of Thailand, Laos and Cambodia: *Selliguea oxyloba* (Wall. ex Kunze) Fraser-Jenk. Retrieved from https://rbgweb2.rbge.org.uk/thaiferns/factsheets/index.php?q=Selliguea_oxyloba.xml
- Rismunandar, & Ekowati, M. (1991). *Tanaman Hias Paku-Pakuan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rostinawati, T., Suryana, S., Fajrin, M., & Nugrahani, H. (2018). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kelakai (*Stenochlaena palustris* (Burm. F) Bedd) Terhadap *Salmonella typhi* dan *Staphylococcus aureus* dengan Metode Difusi Agar CLSI M02-A11. *Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains, Dan Kesehatan*, 3(1).
- Salamah, Z., Sasongko, H., & Hidayati, A. (2020). Inventory of Ferns (Pteridophyta) at Cerme Cave Bantul District. *Bioscience*, 4(1), 97–108.
- Sastrapradja, D., Adisoemarsono, S., Kartawinata, S., & Rifai, M. (1980). *Jenis Paku Indonesia*. Bogor: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Sugiarti, A. (2017). Identifikasi Jenis Paku-Pakuan (Pteridophyta) di Kawasan Cagar Alam Pagerwunung Darupono Kabupaten Kendal sebagai Media Pembelajaran Sistematis Tumbuhan Berupa Herbarium. *Skripsi*.
- Sunarmi, & Sarwono. (2004). Inventarisasi Tumbuhan Paku di Daerah Malang. *V*, 10, 71–74.
- Tan, J. B., & Lim, Y. Y. (2015). Antioxidant and tyrosinase inhibition activity of the fertile fronds and rhizomes of three different *Drynaria* species. *BMC Research Notes*, 8(1), 468.
- Wanma, A. (2016). *Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Gunung Arfak Papua Barat*. IPB.
- Zheng, M. (1990). Experimental study of 472 herbs with antiviral action against the herpes simplex virus. *Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi= Chinese Journal of Modern Developments in Traditional Medicine*, 10(1), 39–41.

Analisis Keterampilan Berpikir Kritis: Pengaruh Model Pembelajaran SiMaYang Berbantuan *Concept Map* pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan

Analysis of Critical Thinking Skills: The Effect of a SiMaYang Assisted Concept Map Learning Model on Network Structure and Function Material

Laila Puspita^{1*}, Reva Antika Putri¹, Komarudin¹

¹Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Jalan H. Endro Suratmin Sukarame, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia, 35131

*Email Koresponden: lailapuspita@radenintan.ac.id

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4182-894782>

Received: 12 Maret 2020 / Accepted: 16 Mei 2020 / Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Background: Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu aspek penting bagi peserta didik dalam proses pembelajaran. Hal ini dikarenakan penggunaan keterampilan berpikir kritis yang tepat akan membantu peserta didik dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran SiMaYang berbantuan *concept map* terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi struktur dan fungsi jaringan. **Metode:** Metode penelitian yang digunakan adalah quasi eksperimen. Pengambilan sampel menggunakan teknik *cluster random sampling*. Adapun data diambil dengan menggunakan teknik tes, yaitu data tentang keterampilan berpikir kritis peserta didik. Instrumen tes tersebut berupa soal uraian (*essay*) yang dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis. Adapun analisis data yang digunakan yaitu uji-t *Independent*. **Hasil:** Berdasarkan hasil analisis data diperoleh bahwa nilai $t_{hitung} = 5.94$ sedangkan $t_{tabel} = 1.67$ sehingga $t_{hitung} > t_{tabel}$. **Kesimpulan:** Hal ini menunjukkan H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh pengaruh model pembelajaran SiMaYang berbantuan *concept map* terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi struktur dan fungsi jaringan.

Kata kunci: Model pembelajaran SiMaYang; *concept map*; berpikir kritis; struktur dan fungsi jaringan

Abstract

Background: Critical thinking skills are one of the most important aspects of learners in the learning process. It's because using the right critical thinking skills will help learners improve their problem-solving skills. This research aims to determine the influence of the learning model of SiMaYang with the *concept map* of the students' critical thinking skills on the material structure and function of the network. **Methods:** The research method used is the quasi experiment. Sampling uses a random sampling cluster technique. The data is taken using the test technique, which is data on the critical thinking skills of learners. The test instrument is a description of the essay developed based on the indicators of critical thinking skills. The analysis of the data used is the Independent test-T. **Results:** Based on data analysis results obtained that value $t_{obs.} = 5.94$ whereas $t_{table} = 1.67$ so that $t_{obs.} > t_{table}$. **Conclusions:** his shows that H_0 was rejected, so that it could be concluded that there was an influence on the influence of the learning model of the *concept map* of the students' critical thinking skills on the material structure and function of the network

Keywords: SiMaYang learning model; *concept map*; critical thinking; structure and network function.

Cara citasi: Puspita, L., Putri, R.A., Komarudin. 2020. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis: Pengaruh Model Pembelajaran SiMaYang Berbantuan *Concept Map* Pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 04(01): 82-89. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4182-894782>



© 2020 Oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Manusia memiliki akal pikiran yang dapat menstimulasi pengetahuan dalam mengetahui, menjelaskan dan menyelesaikan masalah. Pendidikan dapat memberikan manusia pengetahuan sehingga dapat meningkatkan keterampilan maupun intelektualnya. Oleh karena itu pendidikan menjadi penting, karena dapat merubah tingkah laku dan sikap seseorang menjadi lebih baik, yaitu dengan adanya pengajaran/pembelajaran (Puspita, Yetri, & Novianti, 2017). Pembelajaran adalah suatu proses dalam pendidikan, yang merupakan perubahan perilaku berawal tidak mampu menjadi mampu (Mudlofir, Fatimatur, & Rusydiyah, 2016). Pembelajaran setidaknya memiliki tiga ranah, yaitu afektif, psikomotorik dan kognitif.

Proses pembelajaran membutuhkan model pembelajaran yang tepat untuk menunjang ketiga ranah tersebut. Model pembelajaran erat kaitannya dengan suasana proses pembelajaran, semakin tepat model pembelajaran, maka suasana pembelajaran juga akan semakin baik, sehingga mampu meningkatkan keaktifan, keterampilan berpikir kritis, maupun kreatif (Komarudin, Sujadi, & Kusmayadi, 2014; Sudarisman, 2015). Tetapi prakteknya, pembelajaran di kelas masih tergolong pasif (Dian, 2017; Rolia, Rosmayadi, & Husna, 2017). Selain itu, keterampilan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah (Prani, Eka, & Hidayat, 2017; Yasin et al., 2019), dan banyak peserta didik yang kurang bersemangat dan mudah menyerah dalam menggunakan keterampilan berpikir untuk menyelesaikan suatu masalah (Nastitisari, Sulistiana, Supriadi, & Putra, 2018).

Permasalahan tersebut dapat menjadi indikasi tidak tepatnya penggunaan model pembelajaran yang digunakan, sehingga keterampilan berpikir kritis peserta didik belum maksimal, padahal keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan yang dibutuhkan bagi peserta didik (Kartikawati, Sulistyoning, & Pratama, 2017; Nurlaila, Suparmi,

& Sunarno, 2013; Velina, Nurhasanah, & Zulhannan, 2017).

Pentingnya keterampilan berpikir kritis tersebut didukung dengan adanya penelitian sebelumnya yang membahas tentang keterampilan berpikir kritis. Švecová, et.al., dan Chukwuyenum dalam penelitiannya menyatakan bahwa dalam proses pembelajaran, hendaknya menerapkan dan mengasah keterampilan berpikir kritis (Chukwuyenum & Nelson, 2013; Švecová, Rumanova, & Pavlovičová, 2014). Selanjutnya Duron, Limbach and Waugh dalam penelitiannya dijelaskan bahwa hendaknya dalam pembelajaran ditekankan keterampilan berpikir kritis siswa, hal ini bertujuan agar menghasilkan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan berharga baik bagi siswa maupun bagi guru (Duron, Limbach, & Waugh, 2006). Dan Gueldenzoph dan Snyder dalam penelitiannya menyatakan bahwa berpikir kritis penting karena dengan berpikir kritis secara otomatis seseorang akan mampu menyelesaikan permasalahan yang sederhana maupun kompleks dalam kehidupan sehari-hari (Gueldenzoph & Snyder, 2008).

Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa keterampilan berpikir kritis sangat dibutuhkan peserta didik untuk menyelesaikan masalahnya, karena dapat diselesaikan dengan interpretasi melalui tindakan eksplorasi terhadap suatu masalah, menerima masalah, sebagai respon terhadap situasi dengan memberikan pendapat (Rahma, Farida, & Suherman, 2017). Berpikir kritis memiliki 5 indikator yakni 1) memberikan penjelasan sederhana; 2) membangun keterampilan dasar; 3) menyimpulkan; 4) memberikan penjelasan lanjut; 5) mengatur strategi dan taktik (Lestari, 2014; Maulana, 2018).

Keterampilan berpikir kritis peserta didik diharapkan dapat meningkat seiring dengan penggunaan model pembelajaran SiMaYang. Model pembelajaran SiMaYang merupakan model pembelajaran yang dikembangkan oleh Sunyono pada tahun 2012 (Meidiyanti, 2016). Model tersebut berbasis pada multipel representasi dengan empat fase yaitu orientasi,

eksplorasi-imajinasi, internalisasi, dan evaluasi (Anggi, Pradina, Sunyono, & Efkar, 2015; Meidiyanti, 2016; Suryani, Sunyono, & Efkar, 2015; Tugiyah, Sunyono, & Efkar, 2015). Fase tersebut disusun dalam bentuk layang-layang dan selanjutnya dinamakan Si-5 layang-layang atau disingkat SiMaYang.

Konsep-konsep fenomena sains yang diajarkan membutuhkan strategi yang dapat mempermudah memahami materi pelajaran yaitu dengan menggunakan *Concept Map* (Aminatul & Susilaningih, 2018; Puspita et al., 2017). *Concept Map* memberikan hasil yang baik pada keterampilan berpikir kritis peserta didik (Darusman, 2014a; Nastitisari & Riandi, 2016).

Berdasarkan beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya, model pembelajaran SiMaYang dapat meningkatkan Keterampilan Proses Sains (Aprian, Dwi, Sunyono, & Efkar, 2017), dapat meningkatkan *self-efficacy* (Meidayanti, Sunyono, & Tania, 2015), dapat meningkatkan keterampilan metakognisi (Nurmalia, Sunyono, & Tania., 2015), dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik (Anwar, Sunyono, & Kadaritna, 2015; Hasibuan, Sari, & Setiawaty, 2019; Setiatun, Sunyono, & Rosilawati, 2018). Namun, belum adanya penelitian yang menerapkan model pembelajaran SiMaYang berbantuan *mind map* terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Argumen-argumen yang disebutkan memberikan gambaran perlunya melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran SiMaYang berbantuan *mind map* terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini termasuk dalam quasi eksperimen, karena dalam penelitian ini melihat pengaruh dari suatu perlakuan. Desain penelitian ini adalah *posttest only control design*.

Populasi dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XI IPA. Pengambilan sampel

penelitian dilakukan dengan teknik cluster random sampling, yaitu teknik memilih sebuah sampel berdasarkan kelompok-kelompok kecil, atau cluster yang ada. Pada penelitian ini, sampel dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok pertama yang beri perlakuan model pembelajaran SiMaYang berbantuan *mind map* dan kelompok kedua yang tidak diberi perlakuan dengan model pembelajaran SiMaYang berbantuan *mind map* (konvensional). Adapun sampel kelompok pertama yaitu kelas XI IPA-2 sebagai kelas eksperimen dan kelompok kedua yaitu kelas XI IPA-4 sebagai kelas kontrol.

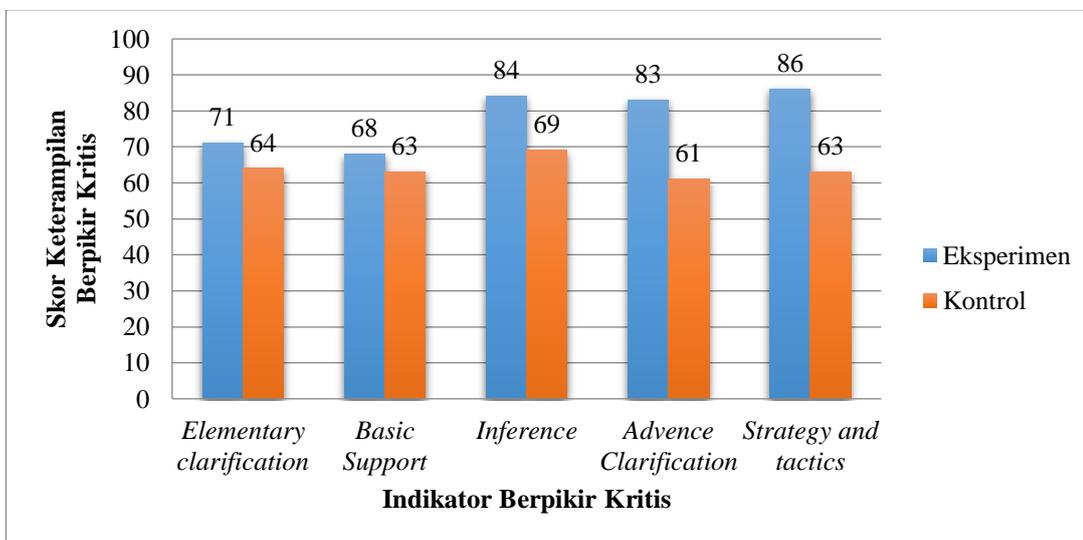
Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan teknik tes. Adapun tujuan dari teknik tersebut yaitu untuk mendapatkan data keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan. Adapun instrumen tes tersebut berupa soal uraian (*essay*) yang dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis, yaitu: memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), membangun keterampilan dasar (*basic support*), menyimpulkan (*inference*), memberikan penjelasan lanjut (*advance clarification*), mengatur strategi dan taktik (*strategy and tactics*). Pengambilan data dilakukan setelah sampel mendapatkan *treatment* berupa model pembelajaran SiMaYang. Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan uji-t *Independent* dengan taraf signifikansi 0,05.

HASIL

Hasil analisis data keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas eksperimen dan kelas memberikan gambaran bahwa model pembelajaran SiMaYang berbantuan *Concept Map* memberikan peningkatan terhadap keterampilan berpikir kritis karena dengan ini dapat mempermudah peserta didik dalam mempelajari materi pembelajaran (Tabel 1.).

Tabel 1. Hasil Pengujian Instrumen

Variabel	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Jumlah peserta didik	30	30
Rata-rata Skor Keterampilan Berpikir Kritis	77,58	64,63
Persentase Skor Keterampilan Berpikir Kritis	78,4%	65%
Standar Deviasi	7,42	9,29



Gambar 1. Capaian Keterampilan Berpikir Kritis untuk masing-masing Indikator pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Tabel 1 di atas memperlihatkan bahwa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Selanjutnya sebelum dilakukan uji hipotesis terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas dilakukan untuk melihat data berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang digunakan adalah uji Liliefors dengan taraf signifikan 0,05%. Hasil perhitungan disajikan pada tabel 2. Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap uji normalitas dengan menggunakan uji Fisher. Hasil uji

perhitungan disajikan dalam tabel 3. Yang terakhir uji hipotesis menggunakan uji - t Independent dengan effect size besar yang berarti memiliki pengaruh yang besar. Tabel 4 memperlihatkan bahwa nilai $t_{hitung} = 5.94$ sedangkan $t_{tabel} = 1.67$ sehingga $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau dengan kata lain H_0 ditolak, yang artinya model pembelajaran SiMaYang berbantuan concept map memberikan pengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi struktur dan fungsi jaringan.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas

Kelas	L_{hitung}	L_{tabel}	Indeks	Interpretasi
Eksperimen	0,08557	0,161	$L_{hitung} < L_{tabel}$	Data Berdistribusi Normal
Kontrol	0,09596	0,161		

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas

Jenis Tes	F_{hitung}	F_{tabel}	Interpretasi
<i>Posttest</i> keterampilan berpikir kritis	1.571	1.860811	Homogen

Tabel 4. Hasil Uji – t Independent

Jenis Tes	t_{hitung}	t_{tabel}	Kesimpulan
<i>Posttest</i> keterampilan berpikir kritis	5.942510	1.671553	H_0 ditolak

PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan bahwa model pembelajaran SiMaYang berbantuan *Concept Map* memberikan pengaruh yang besar terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal ini terjadi karena proses pembelajaran SiMaYang dapat membangkitkan keaktifan dan semangat yang berdampak terhadap interaksi positif antara peserta didik dengan pendidik. Terjadi interaksi yang edukatif antara peserta didik dengan pendidik merupakan pembelajaran yang baik (Hanafy, 2014). Model pembelajaran SiMaYang berbantuan *Concept Map* memberikan pengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal ini dapat dilihat dari persentase skor keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen adalah sebesar 78,4% sedangkan pada kelas kontrol persentase diperoleh sebesar 65%, dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol.

Sains mempelajari fakta, prinsip, teori, dan hukum, sehingga pembelajaran biologi mencakup alam dan lingkungan sekitar, sehingga pada pembelajaran biologi tidak hanya mempelajari hal yang bersifat makro tetapi juga yang bersifat sub mikro maupun secara simbolik yang bersifat abstrak. Model pembelajaran SiMaYang merupakan model pembelajaran berbasis multipelrepresentasi dengan memiliki tiga level fenomena alam yaitu makro, sub mikro dan simbolik yang bersifat abstrak (Anwar et al., 2015). Keterampilan representasi peserta didik dapat meningkat dengan menerapkan pembelajaran yang menekankan imajinasi. Imajinasi didapatkan pada saat pembelajaran menggunakan model pembelajaran SiMaYang

yang memiliki empat langkah yaitu: 1) apersepsi; 2) imajinasi-eksplorasi; 3) internalisasi; dan 4) evaluasi (Sunyono 2015).

Penggunaan *Concept Map* bertujuan untuk membantu peserta didik dalam memperoleh materi pembelajaran. Peserta didik secara berkelompok membuat *Concept Map*, dengan demikian dapat lebih mempermudah peserta didik untuk berpikir sehingga pengetahuan dapat berkembang. Menurut (Darusman, 2014), *Concept Map* mampu meningkatkan keterampilan berpikir peserta didik (Adiwijaya, Suarsini, & Lukiaty, 2016).

Meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik (Adiwijaya et al., 2016; Izzati, Sunyono, & Efkar, 2015; Nurmala et al., 2015). Fase imajinasi-eksplorasi dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Fase imajinasi dapat dilihat saat peserta didik menginterpretasi dengan memberikan tanggapan atau komentar saat pendidik memberikan abstraksi sedangkan fase eksplorasi menekankan terhadap konseptual dengan kegiatan diskusi, eksperimen laboratorium/demonstrasi, mengamati tayangan animasi dan menelusuri informasi melalui jaringan internet (*weblog/webpage*) pada tahap ini dibantu dengan *Concept Map*.

Berpikir kritis adalah bagian dari berpikir tingkat tinggi (Abdullah, 2016; Saregar, Latifah, & Sari, 2016). Berpikir kritis memiliki 5 indikator yakni 1) memberikan penjelasan sederhana; 2) membangun keterampilan dasar; 3) menyimpulkan; 4) memberikan penjelasan lanjut; 5) mengatur strategi dan taktik (Kurnia et al., 2014; Lestari, 2014; Maulana, 2018).

Berdasarkan hasil perhitungan perindikator keterampilan berpikir kritis peserta didik dihasilkan bahwa kelas eksperimen (78,4%) lebih besar daripada kelas kontrol (65%). Kelas eksperimen indikator pertama memberikan penjelasan sederhana memiliki sub-indikator memfokuskan pertanyaan, menganalisis argument, dan menjawab pertanyaan dengan persentase sebesar 71% berkategori baik. Indikator kedua membangun keterampilan dasar menghasilkan persentase yaitu sebesar 68% dengan kategori baik dengan sub-indikator mempertimbangkan hasil observasi dan mempertimbangkan kredibilitas suatu sumber. Indikator ketiga yaitu menyimpulkan dengan persentase sebesar 84% berkategori baik, memiliki sub-indikator membuat deduksi dan induksi serta mempertimbangkan hasil dan membuat keputusan dengan hasil. Indikator keempat memberikan penjelasan lebih lanjut mendapatkan hasil sebesar 83% dengan kategori baik sekali, sub-indikator mengidentifikasi asumsi dan mendefinisikan istilah. Indikator kelima adalah mengatur strategi dan taktik memperoleh persentase sebesar 86% dengan kategori baik sekali sub-indikator memutuskan suatu tindakan.

Hasil keterampilan berpikir kritis kelas kontrol sebagai berikut: indikator pertama yaitu memberikan penjelasan sederhana menghasilkan persentase yaitu sebesar 64% dengan kategori cukup memiliki sub-indikator menganalisis argument memfokuskan pertanyaan, dan menjawab pertanyaan. Indikator kedua membangun keterampilan dasar persentase sebesar 63% dengan kategori cukup, dua sub-indikator yaitu, mempertimbangkan hasil observasi dan mempertimbangkan kredibilitas suatu sumber. Indikator ketiga hasil persentase yaitu sebesar 69% berkategori baik yaitu menyimpulkan, yang memiliki sub-indikator membuat induksi serta mempertimbangkan hasilnya, membuat deduksi serta mempertimbangkan hasil dan membuat keputusan. Keempat mendapatkan hasil sebesar 61% dengan kategori cukup indikatornya adalah memberikan penjelasan lebih lanjut, yang sub-

indikatornya adalah mendefinisikan istilah dan mengidentifikasi asumsi. Indikator kelima mengatur strategi dan taktik memperoleh persentase sebesar 63% dengan kategori cukup, sub-indikatornya yakni memutuskan suatu tindakan. Hal tersebut menguatkan hasil penelitian (Adiwijaya, Suarsini, dan Lukiati 2016; Fujika, Anggereini, dan Budiarti 2015) yang menyebutkan bahwa kelas eksperimen memiliki rata-rata

persentase skor kemampuan berpikir kritis 79,5% lebih tinggi dibanding kelas kontrol 70,2%. Berdasarkan hasil tersebut, kelas eksperimen persentase tertinggi pada indikator kelima yaitu mengatur strategi dan taktik, sedangkan untuk kelas kontrol ada pada indikator ketiga yaitu menyimpulkan. Persentase terendah pada kelas eksperimen ada pada indikator pertama yaitu memberikan penjelasan secara sederhana dan pada kelas kontrol terendah ada di indikator ke empat yaitu memberikan penjelasan lanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data diperoleh bahwa nilai $t_{hitung} = 5.94$ sedangkan $t_{tabel} = 1.67$ sehingga $t_{hitung} > t_{tabel}$. Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan ada pengaruh pengaruh model pembelajaran SiMaYang berbantuan *concept map* terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi struktur dan fungsi jaringan.

REFERENSI

- Abdullah, I. H. (2016). Berpikir kritis matematik. *Delta-Pi: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(1).
- Adiwijaya, H., Suarsini, E., & Lukiati, B. (2016). Penerapan Pembelajaran Reciprocal Teaching Berbantuan Peta Konsep Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan*, 1(2), 2379–2387.
- Aminatul, A., & Susilaningsih, E. (2018). Desain Media Peta Konsep Multi Representasi Pada Materi Buffer Dan Hidrolisis. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 12(1), 2055–2064.
- Anggi, Pradina, O., Sunyono, & Efkar, T. (2015). Perbandingan Simayang Tipe-II Dengan PBL Terhadap Kemampuan Metakognisi Dan Efikasi

- Diri. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 4(3), 1036–1047.
- Anwar, K., Sunyono, S., & Kadaritna, N. (2015). Pembelajaran Model SiMaYang Tipe II untuk meningkatkan Model Mental dan Penguasaan Konsep. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 4(3), 795–806.
- Aprian, Dwi, R., Sunyono, & Efkar, T. (2017). Pengaruh Strategi Scaffolding pada Pembelajaran SiMaYang dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 6(1).
- Chukwuyenum, & Nelson, A. (2013). Impact of critical thinking on performance in mathematics among senior secondary school students in Lagos State. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 3(5), 18–25.
- Darusman, R. (2014a). Penerapan Metode Mind Mapping (Peta Pikiran) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematik Siswa SMP. *Jurnal Ilmiah Program Studi Matematika STKIP Siliwangi Bandung.*, 3(2), 164–172.
- Darusman, R. (2014b). Penerapan Metode Mind Mapping (Peta Pikiran) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematik Siswa SMP. *Infinity Journal*, 3(2), 164–173.
- Dian, A. (2017). Identifikasi Masalah yang Dihadapi Guru Biologi dalam Pelaksanaan Pembelajaran pada Materi Ekosistem. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 3(1), 63–68.
- Duron, R., Limbach, B., & Waugh, W. (2006). Critical Thinking Framework For Any Discipline. *International Journal Of Teaching And Learning In Higher Education*, 17(2), 160–166.
- Gueldenzoph, L., & Snyder, M. J. (2008). Teaching Critical Thinking And Problem Solving Skills. *The Journal Of Research In Business Education*, 50(2), 90.
- Hanafy, M. S. (2014). Konsep Belajar dan Pembelajaran. *Lentera Pendidikan: Jurnal Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan*, 17(1), 66–79.
- Hasibuan, M. P., Sari, R. P., & Setiawaty, S. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Dengan Pendekatan Sainifik Terhadap Pembentukan Habits of Mind Siswa. *JUPI (Jurnal IPA & Pembelajaran IPA)*, 3(2), 119–129. <https://doi.org/10.24815/jupi.v3i2.14415>
- Izzati, S., Sunyono, & Efkar, T. (2015). Penerapan Simayang Tipe II Berbasis Multipel Representasi Pada Materi Asam Basa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 4(1), 262–274.
- Kartikawati, Sulistyning, & Pratama, H. (2017). Pengaruh Penggunaan Whatsapp Messenger Sebagai Mobile Learning Terintegrasi Metode Group Investigation Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 2(2), 33–38.
- Komarudin, Sujadi, I., & Kusmayadi, T. A. (2014). Proses Berpikir Kreatif Siswa SMP Dalam Pengajuan Masalah Matematikaditinjau Dari Gaya Kognitif Siswa (Studi Kasus Pada Siswa Kelas Viii-H SMP Negeri 1 Sukoharjo Tahun Pelajaran 2012/2013). *Jurnal Pembelajaran Matematika*, 2(1).
- Kurnia, R. D., Ruskan, E. L., Ibrahim, A., Informasi, S., Ilmu, F., Universitas, K., ... Universitas, K. (2014). *Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Cooperative Learning dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Mahasiswa dan Peningkatan Mutu Lulusan Alumni Fasilkom Unsri Berbasis E-Learning (studi kasus: matakuliah pemrograman web) 1,2,3*. 6(1), 645–654.
- Lestari, K. E. (2014). Implementasi Brain-Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Koneksi Dan Kemampuan Berpikir Kritis Serta Motivasi Belajar Siswa SMP. *Judika (Jurnal Pendidikan UNSIKA)*, 2(1).
- Maulana. (2018). *Dasar-Dasar Konsep Peluang* (L. P. Pramswari, Ed.). Bandung: UPI PRESS.
- Meidayanti, R., Sunyono, S., & Tania, L. (2015). Pembelajaran Simayang Tipe II Untuk Meningkatkan Self-Efficacy Dan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 4(3), 856–867.
- Meidiyanti, R. (2016). *Pembelajaran Simayang Tipe II Untuk Meningkatkan Self Efficacy Dan Keterampilan Berpikir Kritis Pada Materi Larutan Elektrolit Dan Non-Elektrolit*. Universitas Bandar Lampung.
- Mudlofir, A., Fatimatur, E., & Rusydiyah. (2016). *Desain Pembelajaran Inovatif Dari Teori Ke Praktik*. Jakarta: Rajawali Press.
- Nastitisari, D., & Riandi, R. (2016). Analisis Kemampuan Berpikir Kompleks Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Mind Mapping. *EDUSAINS*, 8(1), 98–107.
- Nastitisari, D., Sulistiana, W., Supriadi, N., & Putra, F. G. (2018). Model Hands On Mathematics (Hom) Berbantuan LKPD Bernuansa Islami Materi Garis Dan Sudut. *Desimal: Jurnal Matematika*, 1(1), 57–63.
- Nurlaila, N., Suparmi, S., & Sunarno, W. (2013). Pembelajaran Fisika Dengan PBL Menggunakan Problem Solving dan Problem Posing Ditinjau Dari Kreativitas dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Inkuiri*, 2(2).

- Nurmala, V., Sunyono, & Tania., L. (2015). Pembelajaran Simayang Tipe II Untuk Meningkatkan Kemampuan Metakognisi Dan Keterampilan Berpikir Kritis. *4*(3), 832–843.
- Prani, A., Eka, I., & Hidayat, A. (2017). Penelitian Eksplanatori : Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Pada Materi Fluida Statis. *Seminar Pendidika IPA Pascasarjana UM 2*, 103–109.
- Puspita, L., Yetri, Y., & Novianti, R. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Reciprocal Teaching Dengan Teknik Mind Mapping Terhadap Kemampuan Metakognisi Dan Afektif Pada Konsep Sistem Sirkulasi Kelas Xi Ipa Di Sma Negeri 15 Bandar Lampung. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, *8*(1), 78–90.
- Rahma, S., Farida, & Suherman. (2017). Analisis Berpikir Kritis Siswa Dengan Pembelajaran Socrates Kontekstual. *Seminar Nasional Mateatika Dan Pendidikan Matematika*, 121–128.
- Rolia, R., Rosmaiyadi, R., & Husna, N. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Creative Problem Solving Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Program Linier Kelas XI SMK. *VOX EDUKASI: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, *8*(2), 72–82.
- Saregar, A., Latifah, S., & Sari, M. (2016). Efektivitas Model Pembelajaran Cups: Dampak Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik Madrasah Aliyah Mathla'ul Anwar Gisting Lampung. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, *5*(2), 233–244.
- Setiatun, S. N., Sunyono, S., & Rosilawati, I. (2018). Pengaruh Scaffolding Dalam Pembelajaran Simayang Untuk Meningkatkan KPS Dan Penguasaan Konsep. *Urnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, *7*(1), 13–225.
- Sudarisman, S. (2015). Memahami Hakikat Dan Karakteristik Pembelajaran Biologi Dalam Upaya Menjawab Tantangan Abad 21 Serta Optimalisasi Implementasi Kurikulum 2013. *Florea : Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, *2*(1), 29–35. <https://doi.org/10.25273/florea.v2i1.403>
- Suryani, I., Sunyono, S., & Efkar, T. (2015). Penerapan Simayang Tipe II Untuk Meningkatkan Model Mental Dan Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, *4*(3), 807–819.
- Švecová, V., Rumanova, L., & Pavlovičová, G. (2014). Support Of Pupil's Creative Thinking In Mathematical Education. *Procedia-Social And Behavioral Sciences*, *116*, 1715–1719.
- Tugiyah, Sunyono, & Efkar, T. (2015). Perbandingan Simayang Tipe-II Dengan Discovery Learning Terhadap Kemampuan Metakognisi Dan Penguasaan Konsep. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, *4*(3), 1073–1084.
- Velina, Y., Nurhasanah, W., & Zulhannan, Z. (2017). Pengaruh Strategi Pembelajaran Peningkatan Kemampuan Berpikir (SPPKB) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Biologi Peserta Didik Kelas XI. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, *8*(2), 67–83.
- Yasin, M., Huda, S., Suherman, Komarudin, Septiana, R., & Palupi, E. K. (2019). *Mathematical Critical Thinking Ability: The Effect of Scramble Learning Model assisted by Prezi in Islamic School*.

Efektivitas Isolat *Actinomycetes* dari Tanah Kebun Raya Bogor sebagai Antifungi terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* secara *In Vitro*

Effectiveness of Actinomycetes Isolates from Bogor Botanical Gardens Land as Antifungal against Candida albicans Growth in Vitro

Rizqi Aminnullah^{1*}, Meiskha Bahar¹, Hikmah Muktamiroh¹, Oktania Sandra¹

¹Fakultas Kedokteran Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Indonesia 12450

*Email Koresponden: aminnullahrizqi@gmail.com

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4190-964362>

Received: 3 Februari 2020 | Accepted: 16 Mei 2020 | Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Background: *Actinomycetes* adalah bakteri anaerob, berbentuk batang atau filamen, Gram positif, dan memiliki senyawa sebagai antibiotik serta antifungi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas isolat *Actinomycetes* dari tanah Kebun Raya Bogor sebagai antifungi terhadap pertumbuhan *Candida albicans* secara *in vitro*. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode difusi sumuran (*well diffusion method*) untuk melihat zona hambat yang terbentuk pada cawan petri yang berisi SDA dan *C.albicans*. **Hasil:** Ditemukan 15 isolat *Actinomycetes* yang berasal dari sampel tanah Kebun Raya Bogor. Pada penelitian ini dari 15 isolat diambil 5 isolat yang diujikan ke *C. albicans*. Dari tiga seri pengenceran terakhir diperoleh ukuran rata-rata zona bening 3,78 mm, 4,03 mm dan 3,52 mm. Pada hasil uji *One Way Anova* (α 0,05) menunjukkan terdapat perbedaan zona hambat pada masing masing konsentrasi terhadap *C. albicans*. **Kesimpulan:** Berdasarkan uji *One Way Anova* Senyawa yang berasal dari *Actinomycetes* dapat berpotensi sebagai antifungi dengan potensi daya hambat yang lemah.

Kata kunci: *Actinomycetes*, Antifungi, *Candida albicans*, Tanah

Abstract

Background: *Actinomycetes* are Gram-positive and anaerobic bacteria noted for its rod-shaped forms. *Actinomycetes* also has an antibiotic and antifungal activity. This study aims to identify the effectiveness of *Actinomycetes* isolate as the antifungal toward *C. albicans* growth by *in vitro*. **Methods:** The media used to see the obstacles zone of *C. albicans* was Sabouraud Dextrose Agar (SDA) with well method diffusion. **Results:** *Actinomycetes* isolates found in the samples were 15 isolates. In this study, from 15 isolates, 5 isolates were taken and tested to *C. albicans*. From the three-dilution series, the study gets the size average of clear zone 3,78 mm, 4,03 mm and 3,52 mm. One way Anova (α 0,05) result also confirmed the difference of obstacles zone levels between *C. albicans* concentration. **Conclusions:** Based on the One Way Anova test Compounds derived from *Actinomycetes* can potentially be antifungal with a potential for weak inhibition.

Keywords: *Actinomycetes*, Antifungi, *Candida albicans*, Soil

Cara citasi: Aminnullah, R., Bahar, M., Muktamiroh, H., & Sandra, O. 2020. Efektivitas Isolat *Actinomycetes* dari Tanah Kebun Raya Bogor sebagai Antifungi terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* secara *In Vitro*. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 04(01): 90-96. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4190-964362>



© 2020 oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Penyakit menular akibat infeksi jamur seperti *Candida albicans* terus mengalami peningkatan yang sangat signifikan dan menurut *Center for Disease Control and Prevention* (CDC), infeksi jamur tersebut saat ini masih menjadi masalah utama di seluruh negara. Jamur ini menyebabkan penyakit kandidiasis dan menyerang mulut, tenggorokan serta vagina. Sebagian besar infeksi *C. albicans* mengenai orang yang menderita penyakit penyerta HIV/AIDS. Menurut CDC, tatalaksana akibat infeksi *C. albicans* adalah pemberian antijamur (Pfaller & Diekema, 2004), namun saat ini banyak ditemukan antijamur yang resistan terhadap *C. albicans* dan jenis *Candida* lainnya. Resistensi ini paling banyak dijumpai pada pasien yang menggunakan obat flukonazole yang termasuk golongan azole karena sebagian besar obat dari golongan ini tidak mahal, toksisitas yang sedikit dan terdapat sediaan untuk oral (Whaley et al., 2017).

Produksi obat pada saat ini terus dikembangkan untuk mengatasi masalah resistensi obat yang terus meluas. Salah satu sumber obat adalah *Actinomycetes*. Hal ini dikarenakan mikroorganisme tersebut menghasilkan senyawa metabolit baru yang mampu menghasilkan antibiotik dan antijamur (Ganesan et al., 2017 & Benhadj et al., 2018).

Actinomycetes dapat ditemukan pada lingkungan yang ekstrim seperti gurun pasir, dasar lautan dan daerah es (Nurkanto et al., 2010). Selain itu *Actinomycetes* juga dapat ditemukan di alam bebas seperti di tanah, air dan tanaman (Singh et al., 2006).

Salah satu contoh *Actinomycetes* yang dapat menghasilkan senyawa antimikroba adalah *Streptomyces* (Benhadj et al., 2018). Senyawa yang dihasilkan ini seperti Amfoterisin B, nistatin, dan natamisin dapat digunakan sebagai antijamur untuk mengobati kandidiasis (Oskay, 2009).

(Akbar, Ryandini, & Kusharyati, 2017) menemukan 24 isolat *Actinomycetes* dari

perakaran Mangrove Segara Anakan Cilacap dan 15 diantaranya berpotensi menghasilkan senyawa antifungi untuk menghambat pertumbuhan *C. albicans*. (Khoirina & Rahayu, 2014) menemukan 10 isolat *Actinomycetes* dari sampel pasir Gunung Merapi dan *Actinomycetes* tersebut dapat menghambat pertumbuhan *C. albicans*. (Ambarwati, Azizah, T., Sembiring & Wahyuono, 2012) menemukan 3 isolat *Actinomycetes* yang berasal dari rizosfer padi dan rizosfer non padi dengan potensi menghambat pertumbuhan *C. albicans*. (Nurjanah, Rahmawati, & Nurhidayat, 2019) menemukan 2 isolat *Actinomycetes* yang berasal dari sumber air panas Ai' Sipant Lotup dan isolat ini dapat menghambat *Malassezia* sp (M1).

Kebun Raya Bogor memiliki variasi tanah yang mengandung berbagai macam mineral, sehingga berpotensi mengandung mikroorganisme, salah satunya *Actinomycetes*. Penelitian mengenai *Actinomycetes* dari sampel tanah di Kebun Raya Bogor terhadap pertumbuhan *C. albicans* belum pernah dilakukan, maka berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini.

MATERI DAN METODE

Desain penelitian

Jenis penelitian ini merupakan eksperimental murni (*True Experimental*) dengan desain *posttest only control group*, untuk mengetahui efektivitas *Actinomycetes* sebagai antijamur *Candida albicans*. Penelitian ini menggunakan metode sumuran (*well diffusion agar*) untuk melihat terbentuknya zona bening (*clear zone*) yang terdapat disekitar sumuran.

Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah isolat bakteri *Actinomycetes* yang diambil dari tanah di Kebun Raya Bogor. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara acak di beberapa titik pada kedalaman 10-15 cm untuk memaksimalkan potensi tanah yang terdapat bakteri *Actinomycetes*. Isolasi *Actinomycetes*

dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran UPN Veteran Jakarta.

Alat dan Bahan

Pembakar Bunsen, Ose steril, Etil alkohol 95%, Gelas beker 500 ml, Pensil penanda alat gelas, Tabung biakan yang berisi 1 ml air steril, Rak tabung uji, Tabung uji (*pyrex*), Spuit 5 ml (*onemed*), Spuit 1 ml (*onemed*), Bak pewarnaan, Kertas pembersih lensa (*lens paper*), Mikroskop (*Olympus*), Inkubator (*Memmert*), Cawan petri (*Pyrex*), Jangka sorong digital (*Vernier*), Mikropipet, *Cold box*, Sekop, Pipet, Botol, Vortex, Ring atau Plat ukuran 6 mm.

Media *Starch Casein Agar* (SCA), Media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA), Antijamur ketokonazole untuk kontrol positif, Nystatin digunakan untuk dicampurkan dengan SCA, Kloramfenikol untuk dicampurkan dengan SDA dan *aquades* untuk kontrol negatif. Bahan untuk pewarnaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Ungu Kristal Karbol, Cairan Lugol, NaCl 0,9%, Air fuksin/ Safranin, Alkohol 96%.

Isolasi *Actinomycetes*

Tanah yang diambil dari Kebun Raya Bogor selanjutnya ditimbang 1 gram dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 10mL *aquades* steril. Sampel selanjutnya divortex hingga homogen (10^{-1}). Kemudian diambil 1 mL dari tabung yang sudah divortex menggunakan spuit dan dipindahkan ke tabung yang berisi 10 mL *aquades* steril, hingga pengenceran 10^{-6} . Media *Starch Casein Agar* (SCA) ditambahkan dengan nystatin dan dituang ke dalam cawan petri steril. Menginokulasikan sampel pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} sebanyak 0,1 mL ke dalam cawan petri secara spread plate dan diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37 °C selama 2 minggu. Setelah itu diujikan ke jamur *Candida albicans* (Saraswati, Husen, & Simanungkalit, 2007).

Identifikasi Makroskopik dan Mikroskopik

Identifikasi makroskopik dilakukan untuk melihat pertumbuhan *Actinomycetes* pada media SCA kemudian dilakukan pewarnaan Gram untuk

identifikasi mikroskopik. Hasil positif untuk *Actinomycetes* ini akan menghasilkan koloni berwarna putih kekuningan, terlihat koloni yang kasar dan berbentuk bubuk (Mohseni *et al.*, 2013).

Pembuatan Media 0,5 Mc Farland dan Media Sabouraud Dextrose Agar

Sebanyak 0,5 mL $BaCl_2$ dicampur dengan 99,5 ml H_2SO_4 di dalam tabung reaksi kemudian dihomogenkan. Suspensi 0,5 Mc. Farland merupakan suspensi standar yang menunjukkan kekeruhan bakteri (konsentrasi 10^8 CFU/mL). Pada pembuatan *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) media dibuat dengan di campurkan kloramfenikol untuk mencegah pertumbuhan bakteri. Pada proses ini dipanaskan lalu di sterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit kemudian dimasukkan kedalam cawan petri (Pratiwi, 2017).

Pengukuran Efektivitas Hambatan Antijamur Peneliitan

Metode yang digunakan adalah metode sumuran. Pada metode ini media SDA dibagi menjadi 3 kuadran. Media *Sabouraud Dextrose Agar* yang telah di tumbuhkan *C. albicans* dilubangi dengan diameter 6 mm lalu diberikan isolat *Actinomycetes* sesuai konsentrasinya. Semua dilakukan pada 3 kuadran yang telah dilubangi dan di beri isolat *Actinomycetes* lalu diinkubasi dengan suhu ruangan. Setelah diinkubasi diamati zona bening dari koloni di cawan petri.

Pada pengujian ini zona hambat dapat diketahui klasifikasinya menurut (Davis & Stout, 1971) yaitu kuat (zona bening 10-20 mm), sedang (zona bening 5-10 mm) dan lemah (zona bening <5 mm).

Analisis Data

Zona hambat pertumbuhan *C. albicans* di analisis dengan uji statistik SPSS versi 22 menggunakan analisa varians satu arah (*one way ANOVA*). Jika syarat dipenuhi dengan uji normalitas berdistribusi normal dan jika data tidak memenuhi syarat maka akan dilakukan uji analisa

varians satu arah lainnya pada olah data ini (Dahlan, 2014).

HASIL

Penelitian ini dilakukan untuk melihat efektivitas isolat *Actinomycetes* yang diambil dari tanah di Kebun Raya Bogor di bagian Barat sebagai antijamur *Candida albicans*. Tanah diambil pada bagian barat Kebun Raya Bogor dengan mengambil dari beberapa titik yang berjarak 200 meter. Hasil pengujian efektivitas isolat *Actinomycetes* dalam menghambat pertumbuhan *C. albicans* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran diameter zona hambat yang dihasilkan oleh 5 isolat *Actinomycetes* terhadap pertumbuhan *C. albicans*

Percobaan	Zona Hambat Isolat <i>Actinomycetes</i> (mm)				
	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	K+	K-
1	3,9	4,3	3,68	30,26	0
2	3,96	4,14	3,86	29,38	0
3	3,72	4,36	3,7	30,58	0
4	3,7	3,76	3,08	31,02	0
5	3,62	3,6	3,28	32,68	0
Mean	3,78	4,03	3,52	30,78	0

K+ = Kontrol Positif, K- = Kontrol Negatif

Berdasarkan tabel 1 diatas terlihat bahwa isolat *Actinomycetes* dapat menghambat jamur *C. albicans*. Tabel 1 menunjukkan kontrol positif yang menggunakan ketokonazole memiliki daya hambat tinggi (30,78 mm) dan kontrol negatif dengan menggunakan aquades tidak menunjukkan adanya zona hambat (0 mm). Kelompok isolat *Actinomycetes* pada konsentrasi 10⁻⁴, 10⁻⁵, dan 10⁻⁶ yang diperoleh dari rata rata keseluruhan ke-5 isolat dapat menghambat pertumbuhan *C. albicans* sebesar 3, 78; 4,03 dan 3,52 mm

Isolat dari Sampel Tanah dan Identifikasi

Sampel tanah yang diambil pada penelitian ini yaitu di bagian barat Kebun Raya Bogor, karena pada bagian barat ini terdapat banyak pohon dan hutan kecil yang memungkinkan tanah dibagian ini subur. Selain itu Kebun Raya Bogor

bagian barat ini juga terbebas dari bangunan dan danau yang berada disana.

Tanah ini diambil dengan memperhatikan suhu, kelembapan, dan pH pada tiga hari sebelum diambil sampel tanah dapat dilihat ditabel 2. Sampel tanah yang diambil didapatkan dengan berwarna coklat dan tanah sedikit basah. Pengambilan tanah di setiap titik dilakukan pada kedalaman 10-15 cm. Jarak masing-masing pengambilan sampel kurang lebih 200 m. Pengambilan sampel tanah ini menggunakan cara acak atau random tetapi dengan mengambil sampel tanah di dekat perakaran pohon.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Suhu, Kelembapan dan pH pada tiga hari sebelum pengambilan dan hari pengambilan.

Hari	Suhu	Kelembapan	pH
1	23	Normal	6
2	23	Normal	6
3	28	Kering	7
Hari Pengambilan	25	Normal	6

Pada penelitian ini ditemukan setidaknya terdapat 15 isolat yang telah diidentifikasi secara makroskopik maupun mikroskopi dengan pewarnaan Gram. Pada identifikasi makroskopik didapatkan ciri-ciri yang mengarah *Actinomycetes* yaitu koloni yang berbentuk bubuk bulat, koloni yang kasar, warna putih dan bau yang khas ragi (Gambar 1). Pada identifikasi mikroskopik dengan pewarnaan Gram didapatkan bakteri yang berbentuk batang panjang yang susunan tunggal, berwarna ungu atau Gram positif (Gambar 2).



Gambar 1. *Actinomycetes* Pada Media SCA (Sumber : Dokumentasi pribadi)



Isolat *Actinomycetes* (pewarnaan Gram) dengan ditandai anak panah (Sumber : Dokumentasi pribadi)

PEMBAHASAN

Hasil uji efektivitas *Actinomycetes* terhadap jamur *C. albicans* pada percobaan yang dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan dengan konsentrasi 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} menunjukkan adanya perbedaan zona hambat dari perbedaan konsentrasi. Konsentrasi 10^{-4} didapatkan rata-rata 3,78 mm, dengan nilai zona hambat minimum 3,62 mm dan nilai maksimal didapatkan 3,96 mm. Pada konsentrasi 10^{-5} didapatkan rata-rata zona hambatnya 4,03 mm, dengan nilai minimumnya 3,6 mm dan nilai maksimal yang dapat dihambat 4,36 mm. Pada konsentrasi 10^{-6} didapatkan nilai rata-rata 3,52 mm yang lebih kecil dari konsentrasi sebelumnya serta didapatkan nilai minimum 3,08 mm dan nilai maksimal zona hambatnya sebesar 3,86 mm.

Penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali pada konsentrasi 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} dengan 5 isolat yang diujikan. Isolat yang ditemukan dari tanah Kebun Raya Bogor juga memperhatikan dalam pengambilan tanah, yaitu 10-15 cm untuk memaksimalkan potensi tanah yang mengandung *Actinomycetes*. (Davis & Stout, 1971) mengklasifikasi kekuatan zona hambat berdasarkan diameter zona bening yang terdapat disekeliling sumuran (*well*), yaitu zona hambat lemah jika <5 mm, sedang 5-10 mm dan dikatakan kuat jika zona hambat 10-20 mm. Pada penelitian ini didapatkan bahwa dari konsentrasi 10^{-4} , 10^{-5} ,

10^{-6} dikategorikan sebagai antifungi yang lemah dikarenakan kurang dari 5 mm tetapi konsentrasi pada 10^{-5} memiliki zona hambat dengan rata-rata yang tertinggi dari konsentrasi lainnya.

Diameter zona hambat dapat dibentuk oleh aktivitas dari antifungi yang memiliki senyawa tertentu dan disebabkan oleh perbedaan periode waktu inkubasi. Besar kecilnya dari diameter zona hambat dapat dipengaruhi oleh berbagai hal antara lain jenis medium, jenis isolat, ketersediaan sumber karbon, pH medium, suhu inkubasi. (Akbar et al., 2017). Penelitian ini juga menggunakan media SDA untuk pertumbuhan jamur *C. albicans*, media ini digunakan karena dapat menumbuhkan *C. albicans*. Media SDA juga ditambahkan dengan kloramfenikol untuk mencegah adanya pertumbuhan bakteri lainnya pada media SDA. Jamur *C. albicans* ini juga diinkubasi dengan suhu ruangan sekitar 25°C dengan lama inkubasi selama 2 hari.

Metabolit sekunder *Actinomycetes* dapat menghambat pertumbuhan dari *C. albicans* (Gambar 3). Secara umum, mekanisme antifungi yang dihasilkan oleh *Actinomycetes* genus *Streptomyces* ada 3, yaitu menghambat sintesis kitin, menghambat sintesis protein dengan merusak membran sel dan berikatan dengan ergosterol. Golongan ini juga masih digunakan secara luas untuk anti jamur dan bersifat fungisid (Katzung, 2018).

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan (Akbar et al., 2017) didapatkan 15 isolat yang ditemukan dari Segara Anakan Cilacap dapat berpotensi sebagai antifungi. Hasil yang diperoleh yaitu fermentasi isolat *Actinomycetes* berpotensi sebagai antifungi tertinggi pada hari ke-14 dengan menggunakan pelarut asetil asetat. Penelitian (Hamidah & Peni, 2013) ditemukan 39 isolat *Actinomycetes* yang berasal dari rizosfer padi, tetapi hanya terdapat 2 isolat yang dapat menghambat jamur *C. albicans* dan tidak ada isolat *Actinomycetes* yang dapat menghambat *Aspergillus fumigatus*. Metode yang digunakan pada aktivitas antifungi ini menggunakan agar blok. Penelitian yang dilakukan (Ambarwati, Azizah, T., Sembiring & Wahyuono, 2012)

ditemukan 14 isolat *Actinomycetes* yang didapatkan dari rizosfer dan non rizosfer padi, dari isolat tersebut hanya 3 isolat yang menunjukkan aktivitas antifungi terhadap *C. albicans* dengan kategori sedang. Namun pada isolat yang telah ditemukan ini tidak ada satupun yang dapat menghambat *A. fumigatus*. (Khoirina & Rahayu, 2014) telah menemukan 10 isolat *Actinomycetes* dari sampel pasir Gunung Merapi. Pada penelitian ini dilakukan fermentasi dalam media cair selama 6 dan 7 hari. Setelah dilakukan penelitian terdapat hasil pada fermentasi hari ke 6 isolat S₆ memiliki potensi paling kuat dan fermentasi hari ke 7 isolat S₁₀ memiliki potensi yang sama kuatnya dalam menghambat pertumbuhan *C. albicans*. Hasil metabolit yang dikeluarkan isolat *Actinomycetes* sangat bervariasi sehingga gambaran zona hambat juga tergantung dari jenis *Actinomycetes* tersebut. (Mohseni et al., 2013) telah menemukan 44 isolat *Actinomycetes* dengan koloni berwarna putih kekuningan, terlihat koloni yang kasar dan berbentuk bubuk. Setelah dilakukan penelitian gambaran tersebut mirip dengan gambaran *Actinomycetes* yang telah ditemukan dari tanah Kebun Raya Bogor.

Berdasarkan penelitian ini dapat disarankan bahwa dapat dilakukan identifikasi jenis *Actinomycetes* lainnya dari Kebun Raya Bogor menggunakan PCR (*Polymerase Chain Reaction*) untuk mengetahui spesies isolat yang ditemukan dari sampel tanah Kebun Raya Bogor. Dengan menggunakan PCR dapat menemukan spesies dari *Actinomycetes* yang berpotensi sebagai antijamur dan antimikroba.



Gambar 2. Zona hambat yang dihasilkan *Actinomycetes*
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian, maka dapat disimpulkan ditemukan 15 isolat *Actinomycetes* berasal dari tanah Kebun Raya Bogor dengan 5 isolat diuji efektivitasnya terhadap pertumbuhan *C. albicans*. *Actinomycetes* yang telah diambil dari Kebun Raya Bogor memiliki potensi daya hambat yang lemah terhadap jamur *C. albicans* pada konsentrasi 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} dengan metode sumuran (*well*).

REFERENSI

- Akbar, R. A., Ryandini, D., & Kusharyati, D. F. (2017). Potensi Aktinomisetes Asal Tanah Perakaran Mangrove Segara Anakan Cilacap Sebagai Penghasil Antifungi Terhadap Yeast Patogen *Candida albicans*. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 2(2), 39. <https://doi.org/10.22146/jtbb.26554>
- Ambarwati, Azizah, T., Sembiring, L., & Wahyuono, S. (2012). Uji Aktivitas Antifungi *Actinomycetes* yang Berasosiasi dengan Rizosfer Padi (*Oriza sativa*), 139–148.
- Benhadj, M., Gacemi-Kirane, D., Menasria, T., Guebla, K., & Ahmane, Z. (2018). Screening of rare actinomycetes isolated from natural wetland ecosystem (Fetzara Lake, northeastern Algeria) for hydrolytic enzymes and antimicrobial activities. *Journal of King Saud University - Science*. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2018.03.008>
- Dahlan, S. (2014). *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan*. Jakarta: Salemba medika.
- Davis, W. W., & Stout, T. R. (1971). Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic Assay. *J.~Chem.~Phys.*, 84(4), 5970.
- Hamidah, A., & Peni, I. (2013). Isolasi dan identifikasi isolat actinomycetes dari rizosfer padi (*Oryza sativa* L.) Sebagai Penghasil Antifungi. *Naskah Publikasi*, 1–15.
- Katzung, B. G. (2018). *Basic & Clinical Pharmacology Fourteenth Edition* (14th ed.). United States of America: McGraw-Hill Education. <https://doi.org/0443069115>
- Khoirina, A., & Rahayu, T. (2014). Aktivitas Antifungi Isolat *Actinomycetes* Dari Sampel Gunung Merapi Dengan Lama Fermentasi yang Berbeda Terhadap *Candida Albicans*. *Publikasi Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Mohseni, M., Norouzi, H., Hamed, J., & Roohi, A. (2013). Screening of Antibacterial Producing *Actinomycetes* from Sediments of the Caspian Sea.

- Int J Mol Cell Med*, 2(2), 64–71.
<https://doi.org/10.1167/iivs.06-0759>
- Nurjanah, Rahmawati, & Nurhidayat, N. (2019). 'Skринing Isolat Bakteri Actinomycetes dari Sumber Air Panas Ai ' Sipant Lotup yang berpotensi sebagai Agen Antifungi terhadap Fungi Malassezia sp. (M1). *Protobiont*, 8(2), 104–109.
- Nurkanto, A., Listyaningsih, F., & Julistiono, H. (2010). Eksplorasi Keanekaragaman Aktinomisetes Tanah Ternate Sebagai Sumber Antibiotik, 6(3), 325–339.
- Oskay, M. (2009). Antifungal and antibacterial compounds from Streptomyces strains. *African Journal of Biotechnology*, 8(13), 3007–3017.
<https://doi.org/10.1016/j.bjps.2009.06.042>
- Pfaller, M. A., & Diekema, D. J. (2004). Rare and Emerging Opportunistic Fungal Pathogens: Concern for Resistance beyond. *Society*, 42(10), 4419–4431.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1128/JCM.42.10.4419>
- Pratiwi, A. (2017). Uji Efektivitas Antibakteri Isolat Actinomycetes Dari Sampel Tanah Kebun Raya Bogor Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus ATCC 25923 Secara In Vitro. In *Skripsi Program Studi Kedokteran Umum, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran."* Jakarta.
- Saraswati, R., Husen, E., & Simanungkalit, R. D. M. (2007). Metode Analisis Biologi Tanah. In *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian*. Bogor.
- Singh, S., Baruah, I., & Bora, T. . (2006). Actinomycetes of Loktak Habitat: Isolation and Screening for Antimicrobial Activities.
- Whaley, S. G., Berkow, E. L., Rybak, J. M., Nishimoto, A. T., Barker, K. S., & Rogers, P. D. (2017). Azole antifungal resistance in Candida albicans and emerging non-albicans Candida Species. *Frontiers in Microbiology*, 7(JAN), 1–12.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02173>

Mengidentifikasi Miskonsepsi Mahasiswa Pendidikan Biologi pada Konsep Bioteknologi Hewan

Identify Misconceptions Biology Education Students on The Concept of Animal Biotechnology

Hilarius Jago Duda^{1*}, Rahayu Esti Wahyuni¹, Antonius Edy Setyawan²

¹Program Studi Pendidikan Biologi, STKIP Persada Khatulistiwa Sintang, Jl. Pertamina KM 4, Sengkuang, Kalimantan Barat, Indonesia, 78614

²Program Studi Pendidikan Komputer, STKIP Persada Khatulistiwa Sintang, Jl. Pertamina KM 4, Sengkuang, Kalimantan Barat, Indonesia, 78614

*Email Korespondensi: hilariusjagod@yahoo.com

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4197-1054807>

Received: 26 Maret 2020 | Accepted: 16 Mei 2020 | Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Background: Miskonsepsi banyak tidak diketahui oleh pengajar, sehingga pengajar tidak akan memberikan solusi kepada peserta didik yang mengalami miskonsepsi, tentu ini akan berdampak bagi proses pembelajaran serta pemahaman mahasiswa kedepannya pada konsep tersebut. Oleh karena itu, peneliti mencoba mengidentifikasi miskonsepsi yang terjadi pada mahasiswa yang sudah belajar matakuliah bioteknologi pada konsep bioteknologi hewan. **Metode:** Pendekatan penelitiannya adalah kualitatif dengan metode deskriptif kualitatif. Populasi penelitian adalah mahasiswa Pendidikan Biologi STKIP Persada Khatulistiwa Sintang, Kalimantan Barat dan sampel yang digunakan adalah 29 mahasiswa. Teknik pengumpulan data dengan tes diagnostik berbentuk pilihan berganda dan wawancara. Analisis data dengan menggunakan *Certainty Of Response Index* (CRI) dan deskriptif. **Hasil:** Hasil penelitian yang didapat adalah miskonsepsi pada konsep bioteknologi hewan secara keseluruhan sebesar 40,37%. Dari data tersebut diketahui bahwa cukup banyak mahasiswa pendidikan biologi yang mengalami miskonsepsi pada konsep tersebut. Hasil wawancara juga menyimpulkan bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi selain disebabkan oleh konsep yang bersifat abstrak dan banyak istilah asing juga disebabkan informasi yang didapat sebelumnya baik dari media cetak (seperti buku, jurnal), internet, tenaga pengajar, dan teman sejawat. **Kesimpulan:** Masih banyak mahasiswa yang mengalami miskonsepsi pada materi bioteknologi hewan dan disebabkan oleh faktor media cetak, online, tenaga pengajar dan lainnya. Penelitian ini bermanfaat bagi tenaga pengajar untuk mengetahui miskonsepsi mahasiswa dan mencari solusi dalam mengatasi faktor-faktor penyebab miskonsepsi tersebut.

Kata kunci: miskonsepsi; mahasiswa; bioteknologi hewan

Abstract

Background: Many misconceptions are unknown to the instructor, so the instructor will not provide solutions for students who correct the misconceptions, of course this will improve the learning process as well as understanding students in the future on the concept. Therefore, researchers try to correct misconceptions that occur in students who have studied biotechnology courses on animal biotechnology concepts. *Methods:* The evaluation of the research was qualitative with qualitative descriptive methods. The study population was students of Biology Education STKIP Persada Equator Sintang, West Kalimantan and the sample used was 29 students. The technique of collecting data with multiple choice rounded tests and interviews. Data analysis using *Certainty Of Response Index* (CRI) and descriptive. *Results:* The research results obtained are misconceptions on the overall concept of animal biotechnology by 40.37%. From these data, quite a lot of biology education students have corrected misconceptions about the concept. The interview also concluded that students change misconceptions in addition to being caused by abstract concepts and many terms also related to information obtained previously from print media (such as books, journals), the internet, teaching staff, and peers. *Conclusion:* There are still many students who change misconceptions on animal biotechnology materials and are caused by print media, online, teaching staff

and others. This research is useful for teaching staff to find out students' misconceptions and find solutions in overcoming the factors in overcoming the factors causing these misconceptions.

Keywords: *misconceptions; students; animal biotechnology*

Cara citasi: Duda, H.J., Wahyuni, R.E., Setyawan, A.E. 2020. Mengidentifikasi Miskonsepsi Mahasiswa Pendidikan Biologi pada Konsep Bioteknologi Hewan. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 04(01): 97-105. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/4197-1054807>



© 2020 Oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Bioteknologi hewan merupakan bioteknologi yang menggunakan agen hayatinya berupa hewan dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa. Bioteknologi hewan terus berkembang untuk meningkatkan konsistensi dan keamanan produk dari ternak yang berharga secara genetik dan menyelamatkan spesies langka. Bioteknologi hewan juga memudahkan antisipasi kemungkinan industri yang mengarah pada produk dengan sifat-sifat genetik bernilai ekonomis seperti pertumbuhan jaringan otot, produk rendah lemak, dan ketahanan terhadap penyakit. Metode-metode bioteknologi pada hewan antara lain: transfer embrio, bayi tabung, kultur sel hewan, hormon BST (*bovine somatotrophin*), hewan transgenic, kriopreservasi embrio, inseminasi buatan, dan seksing sperma (Margawati, 2009).

Mengingat pentingnya manfaat dari bioteknologi hewan ini bagi kehidupan di era revolusi industri 4.0 ini, maka teori bioteknologi ini harus ajarkan dengan baik dan benar kepada peserta didik sehingga peserta didik dapat memahami teori tersebut dan dapat menerapkan atau menerapkan pengaplikasian dalam kehidupan sehari-harinya.

Teori merupakan serangkaian bagian atau variabel, definisi dan dalil yang saling berhubungan yang menghadirkan sebuah pandangan sistematis mengenai fenomena dengan menentukan hubungan antar variabel, dengan maksud menjelaskan fenomena alamiah. Labovitz dan Hagedorn mendefinisikan teori sebagai ide pemikiran “pemikiran teoritis” yang mereka defenisikan sebagai “menentukan”

bagaimana dan mengapa variabel-variabel dan pernyataan hubungan dapat saling berhubungan (Creswell, 1993). Dalam ilmu pengetahuan, teori dalam ilmu pengetahuan berarti model atau kerangka pikiran yang menjelaskan fenomena alami atau fenomena sosial tertentu.

Manusia membangun teori untuk menjelaskan, meramalkan, dan menguasai fenomena tertentu (misalnya, benda-benda mati, kejadian-kejadian di alam, atau tingkah laku hewan).

Goris & Dyrenfurth (2010) mengusulkan ketika siswa memasuki ruang kelas sains, mereka sering memiliki pengetahuan atau konsepsi yang telah berakar sebelumnya tentang dunia alam. Konsep-konsep ini akan mempengaruhi bagaimana mereka memahami pengalaman sains formal mereka di sekolah. Beberapa pengetahuan sebelumnya ini memberikan landasan yang baik untuk pendidikan formal lebih lanjut, sementara konsepsi lain mungkin tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah yang diterima saat ini. Pentingnya pengetahuan sebelumnya dan perjuangan untuk mengganti pengetahuan itu dengan membantu pengetahuan itu berkembang menjadi pengetahuan ilmiah yang kuat telah memacu tradisi penelitian yang besar dalam psikologi perkembangan dan pengajaran serta pendidikan sains.

Namun yang menjadi permasalahan adalah jika teori yang dipertahankan atau dimiliki siswa berbeda dengan teori para ahli, hal ini bisa saja terjadi miskonsepsi pada siswa tersebut. Dimana kita ketahui bahwa miskonsepsi adalah pemahaman yang keliru tentang teori tertentu

yang dimiliki siswa tetapi dipertahankan dengan alasan tertentu. Miskonsepsi dapat dipandang sebagai suatu konsepsi atau struktur kognitif yang melekat dengan kuat dan stabil di benak mahasiswa yang sebenarnya menyimpang dari konsepsi yang dikemukakan para ahli, yang dapat menyesatkan para mahasiswa dalam memahami fenomena alamiah dan melakukan eksplanasi ilmiah (Muna, 2015). Jika miskonsepsi yang dimiliki mahasiswa terus dipertahankan maka mahasiswa akan meneruskan konsep yang keliru kepada generasi penerus, apalagi mahasiswa tersebut adalah calon guru. Selain itu juga miskonsepsi yang dialami oleh mahasiswa akan mengganggu proses pembelajaran dan juga pengaplikasian atau penerapan ilmu tersebut. Akibatnya, miskonsepsi merupakan penghalang nyata untuk pemahaman mahasiswa tentang biologi (Tekkaya, 2002)

Hasil belajar yang rendah merupakan salah satu ciri atau dampak dari adanya miskonsepsi. Miskonsepsi siswa sering muncul karena siswa hanya menggunakan pola pikir intuitif atau akal sehat (*common sense*) dan tidak menggunakan pola berpikir ilmiah dalam menanggapi dan menjelaskan permasalahan yang mereka hadapi. Gagasan-gagasan siswa yang miskonsepsi cukup sulit diubah menjadi konsepsi ilmiah dan merupakan salah satu faktor yang menghambat siswa dalam memahami konsepsi ilmiah (Wiradana, 2012). Sumber miskonsepsi yang dialami oleh siswa bisa didapat dari guru waktu dibangku sekolah atau dari sumber belajar yang digunakan sebelumnya. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh (Kwen, 2005). menjelaskan bahwa guru dapat menjadi sumber banyaknya miskonsepsi yang dipegang oleh siswa.

Dari permasalahan diatas maka dapat dijabarkan rumusan masalah pada penelitian tersebut yaitu bagaimanakah miskonsepsi yang dialami mahasiswa pendidikan biologi pada konsep bioteknologi hewan dan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan miskonsepsi tersebut. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi,

Instrumen tes diagnostik terlebih dahulu dilakukan ujicoba untuk mengetahui validitas,

menemukan, menguraikan miskonsepsi yang dialami mahasiswa pendidikan biologi pada konsep bioteknologi hewan dan menggali serta menjelaskan faktor-faktor yang menyebabkan miskonsepsi tersebut.

MATERI DAN METODE

Desain penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan metode deskriptif kualitatif yang tidak memberikan perlakuan, manipulasi atau mengubah pada variabel-variabel bebas, tetapi menggambarkan suatu kondisi apa adanya. Penelitian ini menggunakan format CRI dengan 4 tahap penelitian yaitu koleksi data, persentasi data, reduksi data, dan penarikan kesimpulan.

Sampel penelitian

Sampel yang digunakan adalah 29 mahasiswa pendidikan biologi STKIP Persada Khatulistiwa Sintang, Kalimantan Barat, Indonesia yang sudah mengambil matakuliah bioteknologi. Sampel dipilih dengan teknik *purposive sampling* dimana sesuai dengan tujuan dan kebutuhan peneliti.

Instrumen/prosedur penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan tes diagnostik pilihan berganda dan wawancara. Pada setiap pertanyaan, mahasiswa diminta memilih jawaban yang dianggap paling benar dengan melengkapi tabel keyakinan. Responden juga harus menuliskan indeks keyakinan terhadap jawabannya atau *Certainty of Response Index* (CRI) yang terdiri dari angka 1-5.

Setelah saudara memilih jawaban tersebut saudara diminta untuk mengisi tabel dibawah ini atas keyakinan jawaban anda tersebut dengan memberikan tanda ceklist pada kolom tersedia (0-5).

reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembedanya. Dengan tujuan uji coba instrumen

adalah untuk menghasilkan soal yang berkualitas baik dari segi isi maupun strukturnya, sehingga tepat mengukur penguasaan konsep tersebut pada

mahasiswa. Hasil uji coba instrumen pilahan berganda dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji coba terbatas

No soal	Validitas	Reliabilitas	Daya beda	Tingkat kesukaran
1	0,385	0,82	60,00	Sedang
2	0,774	0,82	100,00	Sedang
3	0,429	0,82	60,00	Sedang
4	0,866	0,82	100,00	Sedang
5	0,731	0,82	80,00	Sedang
6	0,671	0,82	60,00	Sedang
7	0,246	0,82	60,00	Sedang
8	0,740	0,82	60,00	Mudah
9	0,732	0,82	80,00	Sedang
10	0,454	0,82	60,00	Sedang
11	0,663	0,82	80,00	Sedang
12	0,671	0,82	80,00	Sedang
13	0,493	0,82	80,00	Sedang
14	0,449	0,82	60,00	Sedang
15	0,587	0,82	60,00	Mudah
16	0,589	0,82	60,00	Sedang
17	0,668	0,82	100,00	Sedang

Analisis data

Analisis data miskonsepsi pada penelitian ini dilakukan sesuai dengan analisis CRI yang dilakukan oleh Hasan (1999). CRI merupakan ukuran tingkat keyakinan atau kepastian responden dalam menjawab setiap pertanyaan (soal) yang diberikan. CRI yang rendah menandakan ketidakyakinan konsep pada diri responden dalam menjawab suatu pertanyaan, sebaliknya CRI yang tinggi mencerminkan keyakinan dan kepastian konsep yang tinggi pada diri responden. CRI dikembangkan dengan skala enam (0 – 5) seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. CRI dan Kriterianya

CRI	Kriteria
0	(Totally guessed answer)
1	(Almost guess)
2	(Not Sure)
3	(Sure)
4	(Almost certain)
5	(Certain)

Untuk memperjelas pemberian nilai, maka berikut ini akan menjelaskan ketentuan untuk membedakan antara tahu konsep, miskonsepsi, dan tidak tahu konsep untuk responden secara individu.

Tabel 3. Analisis CRI Berdasarkan Kriteria Jawaban

Criteria	Low CRI (CRI < 2,5)	High CRI (CRI > 2,5)
The answer		
Jawaban Benar	Jawaban benar tapi CRI Rendah tidak tahu konsep (lucky guess)	Jawaban benar dan CRI Tinggi menguasai konsep dengan baik
Jawaban Salah	Jawaban salah dan CRI Rendah tidak tahu konsep	Jawaban salah tapi CRI Tinggi terjadi miskonsepsi

Berdasarkan Tabel 3, maka dapat dijelaskan bahwa jika jawaban benar tetapi CRI rendah hal ini berarti tidak tahu konsep (*lucky guess*). Jika jawaban benar dan CRI Tinggi, berarti menguasai konsep dengan baik (tahu konsep). Jika jawaban salah dan CRI rendah, berarti tidak tahu konsep, dan jika jawaban salah tetapi CRI tinggi, berarti terjadi miskonsepsi. Setelah itu dihitung persentase masing-masing kriterianya dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase X} = \frac{X}{N} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Y} = \frac{Y}{N} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Z} = \frac{Z}{N} \times 100\%$$

Keterangan:
 X = Jumlah mahasiswa yang tahu konsep
 Y = Jumlah mahasiswa yang tidak tahu konsep
 Z = Jumlah mahasiswa yang miskonsepsi
 N = Jumlah total mahasiswa

Selanjutnya dilakukan analisis pemahaman mahasiswa pada masing-masing subkonsep dengan cara menjumlahkan persentase mahasiswa yang tahu konsep, tidak tahu konsep,

dan miskonsepsi pada masing-masing subkonsep berdasarkan keyakinan jawaban mahasiswa pada masing-masing soal tes. Untuk mengetahui penyebab terjadinya miskonsepsi, dilakukan wawancara terhadap beberapa mahasiswa yang mengalami miskonsepsi.

miskonsepsi mahasiswa pendidikan biologi pada matakuliah bioteknologi hewan dengan metode CRI, diketahui beberapa mahasiswa masih mengalami miskonsepsi yang berbeda-beda dalam pengerjaan soal bioteknologi. Berikut ini merupakan sub materi dan indikator materi serta nomor soal yang diteliti.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan kepada 29 mahasiswa tentang

Tabel 4. Indikator submateri yang diteliti

No	Sub Materi	Indikator materi	Nomor soal
1	Ruang lingkup bioteknologi hewan	Pengertian bioteknologi hewan	13
		Contoh bioteknologi hewan	16
		Pengenalan rekayasa genetika hewan	2
		Contoh Kloning tingkat sel	9
2	Jenis-jenis bioteknologi hewan (jenis, teknik, tahapan, proses)	Teknik transgenik	15
		Jenis bioteknologi hewan	4
		Proses teknik reproduksi	5
		Proses transfer embrio	6
		Tahapan kloning	7
		Teknik bayi tabung	11
		Perkembangbiakan dengan kloning	14
3	Manfaat bioteknologi hewan	Manfaat inseminasi	10
		Manfaat bayi tabung	12
		Manfaat rekayasa genetika hewan	1
4	Kelemahan atau kerugian bioteknologi hewan	Keterbatasan kloning	8
		Penggunaan hewan model	17
		Dampak negatif dari rekayasa genetika hewan	3

Penganalisan miskonsepsi mahasiswa dengan menggunakan CRI yaitu melihat hasil tes mahasiswa dengan cara mengecek jawaban hasil tes pilihan ganda dan skala CRI yang diberikan mahasiswa, lalu disesuaikan dengan ketentuan untuk membedakan miskonsepsi mahasiswa. Mahasiswa yang dikatakan mengalami miskonsepsi adalah mahasiswa yang menjawab soal dengan salah, namun memiliki keyakinan

yang tinggi akan kebenaran jawaban tersebut dengan memilih skala CRI 3-5. Berdasarkan hasil penelitian pada konsep bioteknologi hewan ditemukan beberapa mahasiswa mengalami tahu konsep, tidak tahu konsep, dan miskonsepsi dari setiap item nomor yang diteliti pada konsep bioteknologi hewan, hal ini dapat terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data hasil persentase tahu konsep, tidak tahu konsep, dan miskonsepsi mahasiswa dari setiap item soal pada konsep bioteknologi hewan

No	Sub materi	No soal	Skor Tahu konsep (X)	Skor Tidak tahu konsep (Y)	Skor Miskonsepsi (Z)	Total % miskonsepsi pada setiap sub materi
1	Definisi bioteknologi hewan	13	18	3	8	9,12%
		16	6	7	16	
		2	5	9	15	
		9	19	4	6	
		Total skor	48	23	45	
2	Jenis-jenis bioteknologi hewan (jenis, teknik, tahapan, proses)	15	5	8	16	17,04%
		4	25	2	2	
		5	21	1	7	
		6	2	9	18	
		7	13	6	10	

		11	13	3	13	
		14	5	6	18	
		Total skor	84	35	84	
3	Manfaat bioteknologi hewan	10	20	3	6	4,87%
		12	19	5	5	
		1	11	5	13	
		Total skor	50	13	24	
4	Kerugian/kelemahan bioteknologi hewan	8	3	7	19	9,33%
		17	0	14	15	
		3	14	3	12	
		Total skor	17	24	46	
Total persentase miskonsepsi						40,37%

Selain menguraikan data miskonsepsi bioteknologi hewan. Dimana dari data setiap item nomor dari indikator soal yang ada. tersebut kita dapat melihat hasil secara Peneliti juga merekap secara keseluruhan data keseluruhan tentang miskonsepsi mahasiswa tahu konsep, tidak tahu konsep, dan miskonsepsi pada konsep bioteknologi hewan. Untuk lebih mahasiswa pendidikan biologi pada konsep jelas data tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil rekap keseluruhan data tahu konsep, tidak tahu konsep, dan miskonsepsi mahasiswa pada materi bioteknologi hewan

No	Kriteria	Jumlah Siswa	Jumlah Soal	Skor	Rata-rata	Persen (%)
1	Tahu Konsep (X)	29	17	199	11,71	40,37
2	Tidak Tahu konsep (Y)	29	17	95	5,59	19,27
3	Miskonsepsi (Z)	29	17	199	11,71	40,37
				493	29	100

Selain pemberian instrumen tes, penelitian tersebut mengungkap miskonsepsi mahasiswa melalui wawancara. Hasil wawancara menunjukkan bahwa penyebab terjadinya miskonsepsi mahasiswa pada matakuliah bioteknologi hewan antara lain konsep substansi pada bioteknologi hewan yang selalu berhubungan dengan biologi dasar yang bersifat abstrak, banyak istilah asing, bahasanya sulit, serta ketidaksiapan mahasiswa dalam menerima materi yang disampaikan oleh dosen. Selain itu juga sumber belajar yang digunakan juga terdapat miskonsepsi yaitu diantaranya media cetak seperti buku, jurnal cetak, dan juga media sosial lainnya seperti internet, tenaga pengajar, dan juga teman sejawat. Tetapi data kualitatif dominan menjawab penyebab utama miskonsepsi adalah materi bioteknologi tersebut sulit karena bersifat abstrak dan juga dari kesalahan konsep pada media cetak berupa buku.

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian tentang mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa pada konsep bioteknologi hewan yang mencakup konsep definisi bioteknologi hewan, jenis-jenis bioteknologi hewan (jenis, teknik, tahapan, proses), manfaat bioteknologi hewan, dan kerugian/kelemahan bioteknologi hewan ditemukan bahwa masih banyak mahasiswa yang mengalami miskonsepsi dari setiap sub konsep yang diteliti. Data penelitian pada Tabel 6 mengungkapkan bahwa pada sub konsep definisi bioteknologi hewan terdapat miskonsepsi sebanyak 9,12%, pada konsep jenis-jenis bioteknologi hewan (jenis, teknik, tahapan, proses) sebanyak 17,04%, pada konsep manfaat bioteknologi hewan sebanyak 4,87%, dan pada konsep kerugian/kelemahan bioteknologi hewan 9.33%. Secara keseluruhan juga ditemukan bahwa data miskonsepsi mahasiswa pada materi bioteknologi hewan sebesar 40,37% , tidak tahu teori sebesar 19,27, dan tahu teori sebesar 40,37.

Dari data tersebut terlihat bahwa masih banyak mahasiswa yang mengalami miskonsepsi pada materi bioteknologi hewan, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti yang diungkapkan oleh beberapa peneliti. Menurut [Chiu \(2005\)](#) miskonsepsi dapat disebabkan oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal penyebab miskonsepsi siswa dapat bersumber dari pengalaman sehari-hari siswa, sedangkan faktor eksternal dapat bersumber dari buku ajar, proses pembelajaran, media pembelajaran, dan bahasa. Penelitian [Taufiq, Hindarto & Khumaedi \(2011\)](#) mengungkapkan bahwa faktor penyebab kesalahpahaman sains tentang perubahan kondisi air adalah faktor bahasa, faktor pengalaman, faktor observasi, dan faktor keterampilan berpikir. Penyebab miskonsepsi siswa terhadap suatu konsep dapat terjadi melalui satu ataupun gabungan pengalaman belajar siswa. Secara garis besar, penyebab miskonsepsi yang dialami siswa yaitu penyebab yang berasal dari pengetahuan lahiriah siswa, konteks, guru, metode mengajar, serta buku teks. Pengalaman dan kejadian sehari-hari siswa merupakan salah satu penyebab miskonsepsi yang berasal dari siswa secara kontekstual. Pengalaman dapat membentuk konsep yang cukup kuat karena langsung dialami oleh siswa itu sendiri ([Siwi, 2013](#)).

[Duit \(2009\)](#) juga mengemukakan bahwa miskonsepsi cenderung resistan untuk berubah dan memberikan tantangan bagi pendidik dan peneliti pendidikan sains untuk mengatasinya. [Murni \(2013\)](#) menjelaskan bahwa miskonsepsi yang diperoleh seseorang dari tingkat pendidikan sebelumnya akan menetap pada dirinya sampai di perguruan tinggi. [Setiawati \(2011\)](#) juga memperoleh hasil sebesar 3,80% miskonsepsi calon guru disebabkan oleh buku teks. Hasil penelitian [Handoko & Sipahutar \(2016\)](#) dari mengidentifikasi miskonsepsi pada buku teks biologi ditemukan ada 20 miskonsepsi, yakni misidentifications (MI) sebesar 20%, overgeneralizations (OG) sebesar 10%, oversimplifications (OS) sebesar 45%, undergeneralizations (UG) sebesar 20%, dan

obsolete concepts and terms (OCT) sebesar 5%. Mahasiswa sebelum mengikuti proses pembelajaran biologi secara formal di kampus sudah membawa konsep awal tentang biologi. Konsep awal yang dibawa itu kadang-kadang tidak sesuai atau bertentangan dengan konsep yang diterima oleh para ahli. Konsep awal itu mereka dapatkan sewaktu berada di sekolah dasar, sekolah menengah, dari pengalaman dan pengamatan mereka di masyarakat atau dalam kehidupan sehari-hari ([Berg, 2004](#)).

Faktor lain yang menyebabkan miskonsepsi pada peserta didik adalah gurunya. Hal ini dijelaskan dalam penelitian yang dilakukan oleh [Taufiq \(2012\)](#) bahwa jika guru mengajarkan pada siswa konsep yang salah, maka hal ini akan memberikan pemikiran yang salah kepada siswa dalam usahanya merekonstruksi pengetahuan sehingga terjadi interferensi antara konsep yang telah dipelajari (salah) dengan yang sedang dipelajari (benar). Miskonsepsi juga dapat bersifat menetap saat tidak terbukti salah atau mendapat tantangan konsep lain. Menurut [Duda \(2016\)](#) bahwa miskonsepsi yang dialami oleh mahasiswa bisa terjadi karena salah menginterpretasi hasil pengamatan dari kejadian nyata di lapangan atau peristiwa yang dihadapi dalam hidupnya. Miskonsepsi yang pernah diperoleh mahasiswa waktu dibangku sekolah masih menetap pada dirinya sampai berada di perguruan tinggi. Miskonsepsi biasanya berkembang seiring proses pembelajaran yang tidak dapat mengubahnya.

Selain itu, [Suhirman \(2006\)](#) juga menjelaskan penyebab-penyebab dari adanya miskonsepsi diantaranya adalah: 1) keterbatasan informasi yang dapat diterima, 2) adanya teori-teori yang terbarukan namun tidak dapat diuji, 3) adanya kesalahan pada sumber-sumber belajar seperti buku teks, 4) biasanya informasi yang didapatkan dari media baik cetak, elektronik, maupun media online, 5) peserta didik bersikap pasif, menerima apa adanya, dan tidak kritis atas penyampaian guru, 6) materi yang diajarkan terlalu kompleks, 7) materi yang diajarkan ke peserta didik tidak sesuai dengan perkembangan

kognitifnya, 8) banyaknya istilah-istilah asing yang digunakan. Miskonsepsi bisa terdapat pada semua konsep biologi. Choirina, Ramli & Rinanto (2019) juga mengungkapkan bahwa terdapat miskonsepsi pada konsep biologi yaitu tentang kingdom plantae meliputi monokotil dan

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini mengungkapkan bahwa masih banyak mahasiswa yang mengalami miskonsepsi baik setiap indikator sub materi bioteknologi hewan yang diteliti atau secara keseluruhan pada materi bioteknologi hewan tersebut dimana dengan besarnya 40,37% mahasiswa yang mengalami miskonsepsi. Tentu, ini akan berdampak terhadap proses dan juga pengaplikasian ilmu bioteknologi hewan, oleh karena itu, hal ini perlu diperhatikan dan diperbaiki kesalahpahaman konsep tersebut. Faktor-faktor penyebab miskonsepsi tersebut adalah selain konsep bioteknologi hewan sulit, abstrak dan banyak istilah asing juga disebabkan oleh kesalahan konsep pada media cetak seperti buku atau jurnal cetak, media online, tenaga pengajar (guru atau dosen), teman sejawat, atau faktor lingkungan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Bagi DRPM, direktorat jendral penguatan riset dan pengembangan, kementerian riset, teknologi, dan pendidikan tinggi indonesia yang sudah mensupport dana untuk penelitian
2. Bagi STKIP Persada Khatulistiwa Sintang, Kalimantan Barat, Indonesia yang sudah memudahkan dan melancarkan kegiatan penelitian di kampus tersebut
3. Bagi LPPM STKIP Persada Khatulistiwa Sintang Kalimantan Barat, Indonesia yang sudah memudahkan dan melancarkan kegiatan penelitian

REFERENSI

Berg, EVD. 2004. *Alternative Conceptions in Physics and Remediation*. Philippines: Science and Mathematics Education Institute University of San Carlos.

dikotil, morfologi *Anacardium occidentale*, *Musa* sp. dan *Solanum tuberosum*, klasifikasi *Anacardium occidentale*. Konsep lain yang terdapat miskonsepsi menurut penelitian Omrod (2009); Siwi (2013) diantaranya miskonsepsi pada siswa tentang fisiologi tubuh manusia.

Chiu, Mei Hung. 2005. "A National Survey of Student's Conceptions of Chemistry in Taiwan." *Chemical Educational International* 6(1):1-8. <https://doi.org/10.1080/09500690601072964>

Choirina, Yasinta, Murni Ramli, and Yudi Rinanto. 2019. "Conceptual Understanding of High School Students on Plantae." *Journal of Education and Learning (EduLearn)* 13(1):48. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v13i1.8357>

Creswell, J. W. 1993. *Research Design: Qualitative & Quantitative Approach*. London: Sage Publication.

Duda, H. J. 2016. "Analysis of Genetic Misconceptions Student Biology Education at STKIP Persada Khatulistiwa Sintang." in *International Conference On Education, Education in the 21th Century: Responding to Current Issues, Graduate School, Universitas Negeri Malang*.

Duit, R. 2009. "Conceptual Change Still a Powerful Framework for Improving the Practice of Science Instruction." in *International Science Education Conference oleh National Institute of Education*. Singapura.

Goris, T., and M. Dyrenfurth. 2010. Students' Misconceptions in Science, Technology, and Engineering. See Discussions, Stats, and Author Profiles for This. <https://www.researchgate.net/publication/228459823>

Handoko, Rudy, and Herbert Sipahutar. 2016. "Analisis Miskonsepsi Pada Buku Teks Biologi SMA Kelas X Berbasis Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan 2006 Dan Kurikulum 2013 Di Kota Tebing Tinggi." *Jurnal Pelita Pendidikan* 4(1):39-47.

Hasan, S. 1999. "Misconception and The Certainty of Response Index (CRI)." *Physics Education* 34(5).

Kwen, B. H. 2005. "Teachers' Misconceptions of Biological Science Concepts as Revealed in Science Examination Papers." *International Education Research Conference* 1-8.

Margawati, Endang Tri. 2009. *Transgenic Animals: Their Benefits To Human Welfare*.

Muna, Izza Auliyatul. 2015. "Identifikasi Miskonsepsi Mahasiswa Pgsd Pada Konsep Hukum Newton Menggunakan Certainty of Response Index (CRI)." *Cendekia: Journal of Education and*

- Society* 13(2):309–22.
<https://doi.org/10.21154/cendekia.v13i2.251>
- Murni, Dewi. 2013. “Identifikasi Miskonsepsi Mahasiswa Pada Konsep Substansi Genetika Menggunakan Certainty of Response Index (CRI).” Pp. 205–12 in *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Vol. 1.
- Omrod, Jeanne Ellis. 2009. *Psikologi Pendidikan Membantu Siswa Tumbuh Dan Berkembang*. Jakarta: Erlangga.
- Setiawati, G. A. D. 2011. “Kajian Miskonsepsi Dalam Materi Fotosintesis Dan Respirasi Tumbuhan Pada Mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Ganesha Tahun Pelajaran 2010/2011.” in *Tesis Tidak Diterbitkan*.
- Siwi, D. A. P. 2013. “Identifikasi Miskonsepsi Siswa Kelas VIII Pada Konsep Sistem Pencernaan Dan Pernapasan.” in *Skripsi*.
- Suhirman. 2006. “Prakonsepsi, Miskonsepsi, Dan Pemahaman Konsep Dalam Pembelajaran Sains.” *Jurnal Teknologi Pembelajaran* (2).
- Taufiq, M., N. Hindarto, and Khumaedi. 2011. “Student’S Science Misconceptions Concerning the State Changes of Water and Their Remediation Using Three Different Learning Models in Elementary School.” *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 7(2):74–79.
<https://doi.org/10.15294/jpfi.v7i2.1075>
- Taufiq, Muhamad. 2012. “Remediasi Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Fisika Pada Konsep Gaya Melalui Penerapan Model Siklus Belajar (Learning Cycle) 5E.” *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 1(2):198–203.
<https://doi.org/10.15294/jpii.v1i2.2139>
- Tekkaya, C. 2002. “Misconceptions as Barrier to Understanding Biology.” *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (23):259–66.
- Wiradana, I. W. G. 2012. *Pengubahan Miskonsepsi Siswa SMP Melalui Penciptaan Lingkungan Belajar Konstruktivis Berbasis Masalah Nyata*.

Penggunaan Serbuk *Piper ornatum* terhadap Kematian Larva *Musca domestica*

The Using Piper ornatum as Biopesticide Larvae Musca domestica

Violita Pita Nugraheni¹, Anita Dewi Moelyaningrum^{1*}, Prehatin Trirahayu Ningrum¹

¹ Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No.42, Krajan Timur, Sumbersari, Kec. Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121

* Email Koresponden: anitamoelyani@gmail.com

doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/41106-1124341>

Received: 27 Januari 2020 | Accepted: 16 Mei 2020 | Published: 30 Juni 2020



Abstrak

Background: Background: Sirih merah (*Piper ornatum*) mengandung beberapa senyawa antara lain flavonoid, alkaloid, tanin, dan minyak atsiri yang memiliki kemampuan sebagai bioinsectisida. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan jumlah kematian larva lalat rumah (*Musca domestica*) yang dipapar sirih merah pada kelompok control (0%) dan kelompok perlakuan dengan konsentrasi 1%; 1,5% dan 2% selama 24 jam. **Metode:** yang digunakan adalah metode true experimental dengan desain only posttest control group design. Terdapat 4 perlakuan dengan 6 replikasi setiap perlakuan. Setiap perlakuan dipaparkan pada 8 ekor larva, sehingga jumlah larva yang digunakan dalam penelitian ini adalah 192 ekor. **Hasil:** Penelitian menunjukkan bahwa serbuk sirih merah memang efektif dalam membunuh larva *Musca domestica* akan tetapi masih membutuhkan waktu yang lama yaitu minimal 24 jam. Diperlukan pemberian konsentrasu minimal 2% apabila digunakan sebagai biopestisida untuk menurunkan tingkat kepadatan lalat. **Kesimpulan:** Tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kematian larva *Musca domestica* pada pemberian serbuk sirih merah (*Piper ornatum*)

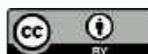
Kata kunci: Insektisida; lalat rumah; sirih merah

Abstract

Background: Red betel (*Piper ornatum*) contains several compounds including flavonoids, alkaloids, tannins, and essential oils that have the ability as bioinsecticides. The purpose of this study was to analyze the differences in the number of deaths of house fly larvae (*Musca domestica*) exposed to red betel in the control group (0%) and the treatment group with a concentration of 1%; 1.5% and 2% for 24 hours. **Methods:** used is true experimental method with only posttest control group design. There were 4 treatments with 6 replications per treatment. Each treatment was described on 8 larvae, so the number of larvae used in this study was 192 tails. **Results:** Research shows that red betel powder is indeed effective in killing *Musca domestica* larvae, but it still requires a long time, which is at least 24 hours. Concentration is needed at least 2% if used as a biopesticide to reduce the density of flies. **Conclusion:** There was no significant difference in the mortality of *Musca domestica* larvae in the administration of red betel powder (*Piper ornatum*).

Keywords: Insecticide; house fly; *Piper ornatum*

Cara citasi: Moelyaningrum, A.D. 2020. Penggunaan Serbuk *Piper ornatum* Terhadap Kematian Larva *Musca domestica* *Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 04(01): 106-112. Doi: <http://dx.doi.org/10.29405/j.bes/41106-1124341>



© 2020 Oleh Bioeduscience: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

PENDAHULUAN

Lalat merupakan serangga yang mempunyai kebiasaan berada di tempat yang kumuh dan kotor seperti tempat pembuangan sampah dan bangkai hewan, selain itu lalat merupakan salah satu binatang yang berperan sebagai vektor penyakit. Lalat masuk dalam filum Arthropoda dan merupakan salah satu kelompok serangga ordo Diptera yang paling dominan karena lalat dapat hidup di berbagai situasi lingkungan (Mawarni, 2016). Diptera memiliki tipe mulut yang digunakan untuk mengunyah dan menghisap atau menjilat dan menghisap dengan bentuk seperti belalai (probosis). Memiliki dua pasang sayap, sayap depan dan sayap belakang. Sayap belakang disebut haltere yang digunakan sebagai alat untuk mengetahui keadaan angin dan alat penyeimbangan (Adun, 2013). Di dunia kesehatan, Arthropoda masuk dalam kelompok vektor yang berbahaya bagi kesehatan karena dapat merugikan kehidupan manusia. Ada berbagai jenis lalat di sekitar pemukiman dan sering kontak dengan manusia, antara lain *Chysosmia megacephala* (lalat hijau), *Sarcophaga* (lalat abu-abu), *Fannia canicularis* (lalat rumah kecil), dan *Musca domestica* (lalat rumah).

Lalat rumah (*Musca domestica*) termasuk family Muscidae dan tersebar di seluruh dunia. Mempunyai ukuran tubuh antara 6,5-7 mm, berwarna hitam keabu-abuan dengan empat garis memanjang gelap pada bagian dorsal toraks (Panca Putri, 2018). Antena terdiri dari tiga ruas dan dilengkapi dengan arista yang memiliki bulu pada bagian atas dan bawah. Mata pada lalat betina mempunyai celah yang lebih lebar dibandingkan lalat jantan. Memiliki mata besar dan menonjol, lidah penghisapnya melebar dibagian ujung dan berbentuk seperti perut (alat untuk menghisap makanannya), abdomennya berwarna kekuning-kuningan sedangkan ruas terakhir berwarna coklat kehitaman (Hastutiek & Fitri, 2007).

Lalat rumah (*Musca domestica*) memiliki mulut dengan tipe menyerap dan menjilat (Sucipto, 2011). Mulut bagian ujung memiliki ribuan sel syaraf yang bertugas merasakan segala

hal tentang makanannya. Permukaan tubuhnya mempunyai banyak rambut yang digunakan sebagai perasa yang mampu menangkap perubahan susunan molekul udara yang disebabkan oleh gerakan tangan atau hal lain (Sugiarto, 2015). Lalat memiliki kebiasaan mengeluarkan ludah dan tinja yang membentuk titik hitam saat hinggap. Tanda ini merupakan tanda yang penting untuk mengenal tempat lalat beristirahat. Lalat beristirahat di lantai, dinding, langit-langit, rerumputan, dan tempat sejuk disiang hari. Tempat istirahat lalat di dalam rumah adalah pinggiran tempat makanan dan kawat listrik. Lalat tidak melakukan aktivitas pada malam hari. tempat hinggap lalat biasanya pada ketinggian tidak lebih dari lima meter. Tempat yang disukai lalat yaitu berdekatan dengan makanan dan tempat berbiaknya, serta terlindung dari angin dan matahari (Widoyono, 2008).

Lalat merupakan hewan yang suka bergerombol dan berkembang biak di sekitar sumber makanan. Penyebaran lalat dipengaruhi oleh cahaya, temperatur, dan kelembaban. Suhu yang diperlukan lalat untuk beristirahat sekitar 35o – 40o C dengan kelembaban 90%. Lalat betina akan bertelur 75-150 butir dalam sekali bertelur selama 30 hari. siklus hidup lalat dari telur hingga lalat dewasa dapat memerlukan waktu 14 hari (Yuliarsih, 2002).

Lalat bisa terbang sejauh 1 kilometer, akan tetapi lalat tidak bisa terbang menantang arah angin. Penyebaran vektor dari tempat pembiakannya dilakukan dengan cara terbang, lari atau pasif dibawa oleh pejamu. Pengetahuan tentang penyebaran vektor penting diketahui untuk menentukan luasnya wilayah pengendalian vektor agar penduduk terlindungi dari transmisi penyakit yang ditularkan vektor (Widoyono, 2008).

Lalat merupakan insekta yang mengalami siklus hidup/metamorfosa yang sempurna, yaitu diawali dengan stadium telur, stadium larva atau ulat, stadium pupa atau kepompong, dan stadium dewasa. Umur lalat pada umumnya sekitar 2-3 minggu. Tetapi pada kondisi yang lebih sejuk bisa mencapai tiga bulan (Azwar, 1999).

Salah satu alternatif dalam pengendalian vektor lalat yang aman adalah dengan menggunakan insektisida nabati. Insektisida nabati merupakan insektisida yang berasal dari tumbuhan. Insektisida ini bisa digunakan untuk alternatif memberantas larva lalat maupun lalat dewasa dan dikarenakan terbuat dari bahan alami sehingga insektisida ini mudah terurai (*bio-degradable*) di alam dan tidak mencemari lingkungan sehingga aman bagi alam maupun kesehatan.

Ada beberapa jenis tumbuhan di alam yang bisa digunakan sebagai insektisida nabati, akan tetapi dalam penelitian ini peneliti berinisiatif untuk memanfaatkan daun sirih merah (*Piper ornatum*) sebagai insektisida nabati (Anisah & Sukei, 2018). Di Indonesia sirih merah selain digunakan untuk upacara tradisional, juga digunakan untuk memelihara higienitas oral, mengatasi masalah bau pada badan dan mulut, mimisan, gatal-gatal, koreng, dan untuk mengatasi masalah kewanitaan. Kandungan senyawa kimia yang ada pada sirih merah antara lain flavonoid, alkaloid, tanin, dan minyak atsiri. Senyawa-senyawa tersebut bekerja sebagai toksik pada tubuh serangga (Ningtias & Asyiah, 2014).

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang efektivitas serbuk daun sirih merah (*Piper ornatum*) terhadap kematian larva lalat rumah (*Musca domestica*) dengan konsentrasi 1%; 1,5%; dan 2% yang akan diamati selama 24 jam dengan waktu pengamatan pada 6, 12, dan 24 jam. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, sirih merah (*Piper ornatum*) dapat digunakan sebagai alternatif pemberantasan vektor lalat rumah (*Musca domestica*) yang murah serta ramah lingkungan.

MATERI DAN METODE

Desain Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan yaitu true experimental dengan desain posttest only control design. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol,

kondisi diatur dan dibuat oleh peneliti. Pengaruh perlakuan diketahui dengan membandingkan kelompok yang diberi perlakuan dan tidak diberi perlakuan (Sugiyono, 2014). Larva *Musca domestica* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan larva instar II karena struktur anatominya masih belum terlihat dan ukurannya sekitar 4 mm. Ukuran tersebut tergolong ukuran yang tidak terlalu kecil maupun terlalu besar jika dibandingkan dengan instar I atau instar III. Terdapat dua kelompok pada penelitian ini, yaitu kelompok pertama yang tidak diberi perlakuan dan kelompok kedua yang diberikan perlakuan. Konsentrasi yang diberikan pada kelompok perlakuan yaitu sebesar 1%; 1,5%; dan 2%, sedangkan untuk jumlah larva yang digunakan tiap perlakuan yaitu 8 ekor larva. Waktu yang diperlukan untuk penelitian ini yaitu selama 24 jam.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Farmasi Universitas Jember dan di Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember. Larva *Musca domestica* diambil di tempat pembuangan sampah. Larva yang digunakan di penelitian ini adalah larva *Musca domestica* instar II. Terdapat 4 perlakuan dengan konsentrasi 0%, 1%; 1,5%, dan 2%, dan 6 kali replikasi pada setiap perlakuan yang menggunakan 8 ekor larva setiap perlakuannya. Pengamatan dilakukan pada 6, 12, dan 24 jam.

Prosedur Penelitian

Pembuatan ekstrak diawali dengan penyiapan simplisia. Simplisia merupakan bahan alami yang digunakan sebagai obat yang belum mengalami pengolahan. Simplisia yang digunakan yaitu bagian daun sirih merah. Daun sirih merah (*Piper ornatum*) yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebanyak 1,5 kg yang diambil di pekarangan rumah. Daun dikeringkan terlebih dahulu sebelum dimaserasi. Daun yang diambil adalah daun yang berwarna merah, berusia tidak terlalu muda dan terlalu tua, dan diharapkan memiliki kadar senyawa aktif paling tinggi sehingga diperoleh mutu yang baik. Setelah pengumpulan daun sirih merah langkah

selanjutnya adalah pembersihan bahan dengan dilap menggunakan kain bersih, kemudian dirajang. Simplisia selanjutnya dikeringkan dengan oven selama 1 jam dengan suhu 50°C, setelah kering kemudian dilakukan proses penghalusan dengan mesin selip dan dilakukan penimbangan. Tahap berikutnya yaitu memasukkan serbuk ke dalam maserator dan ditambahkan dengan pelarut (etanol) kemudian diaduk. Perendaman dilakukan selama 3x24 jam dengan sesekali diaduk, selanjutnya dilakukan pemisahan maserat dengan cara pengendapan hingga diperoleh ekstrak kental. Tahap selanjutnya yaitu dengan penambahan laktosa dengan takaran sama berat dengan berat ekstrak lalu diaduk sampai homogen dan ditambahkan pelarut heksan, kemudian diaduk kembali dan dibiarkan mengendap. Tahap terakhir yaitu dilakukan pemisahan heksan dengan ekstrak dan dilakukan pengeringan ekstrak dengan oven pada suhu 70°C.

HASIL

Pembuatan Ekstrak Sirih Merah (Piper ornatum)

Penelitian tentang toksisitas daun sirih merah (*Piper ornatum*) diawali dengan pembuatan ekstrak daun sirih merah (*Piper ornatum*) di Laboratorium Biologi Fakultas Farmasi Universitas Jember kemudian dilanjutkan dengan pembuatan serbuk sirih merah (*Piper ornatum*) di Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember. Hasil akhir proses maserasi adalah ekstrak kental daun sirih merah. Ekstrak kental ini akan diubah menjadi serbuk yang akan diaplikasikan ke larva *Musca domestica*.

Kematian Larva Musca domestica oleh Serbuk Piper ornatum

Kematian larva menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap perlakuan, hal ini tergantung pada jumlah konsentrasi yang diberikan serta lamanya waktu pengamatan. Berikut merupakan tabel kematian larva *Musca domestica* pada konsentrasi 0%, 1%, 1,55, dan 2% dengan waktu pengamatan 6, 12, dan 24 jam.

Tabel 1. Kematian Larva *Musca domestica*

Konsentrasi	Pengulangan	Kematian Larva		
		6 jam	12 jam	24 jam
0 %	1	0	0	0
	2	0	0	0
	3	0	0	0
	4	0	0	0
	5	0	0	0
	6	0	0	0
Rata-rata		0	0	0
1 %	1	1	2	5
	2	1	3	4
	3	0	2	4
	4	0	3	4
	5	1	3	4
	6	1	3	4
Rata-rata		0,6	2,6	4,1
Konsentrasi	Pengulangan	Kematian Larva		
		6 jam	12 jam	24 jam
1,5 %	1	1	3	4
	2	2	3	5
	3	1	2	4
	4	1	3	4
	5	1	3	4
	6	1	3	4
Rata-rata		1,1	2,8	4,1
2 %	1	1	5	7
	2	2	4	8
	3	3	4	8
	4	1	4	5
	5	2	5	8
	6	2	5	8
Rata-rata		1,8	4,5	7,3

Berdasarkan tabel 1 di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi serbuk sirih merah (*Piper ornatum*) maka kematian larva semakin besar. Persentase kematian larva tertinggi yaitu pada konsentrasi 2% sedangkan kematian terendah pada konsentrasi 0%. Lama waktu pengamatan juga mempengaruhi kematian larva, semakin lama waktu pengamatan semakin tinggi pula kematian larva *Musca domestica*. Berdasarkan tabel tersebut dapat dikatakan bahwa penggunaan serbuk sirih merah (*Piper ornatum*) menyebabkan kematian larva *Musca domestica*, hal ini dapat dibuktikan dengan pengamatan pada kelompok kontrol yang tidak terjadi kematian pada setiap pengulangannya.

Perbedaan rata-rata kematian larva *Musca domestica* pada setiap variabel dapat diketahui dengan melakukan beberapa uji, pertama dilakukan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov untuk mengetahui kelompok data yang

berdistribusi normal atau tidak. Uji selanjutnya adalah uji One Way Anova untuk menentukan adanya perbedaan antara lebih dari dua kelompok variabel independen pada variabel dependen. Hasil uji Anova diketahui bahwa nilai sig 0,000 < 0,05 hal ini berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada kematian larva. Namun hasil uji Anova ini masih bersifat menyeluruh yaitu secara bersama-sama kelompok konsentrasi memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kematian larva kecuali pada kelompok 0% yang tidak ada pengaruh karena tidak adanya pemberian serbuk.

Pada konsentrasi 1% terdapat perbedaan jumlah kematian larva terhadap pemberian serbuk sirih merah (*Piper ornatum*) selama waktu pengamatan 6, 12, 24 jam. Berdasarkan hasil uji One Way Anova diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000. Selanjutnya diuji post hoc diketahui bahwa nilai signifikansi masing-masing kelompok waktu < 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa kelompok waktu pengamatan 6 jam berbeda signifikan dengan kelompok waktu 12 dan 24 jam, serta kelompok waktu 12 jam berbeda signifikan dengan kelompok waktu 24 jam.

Pada konsentrasi 1,5% terdapat perbedaan jumlah kematian larva *Musca domestica* terhadap pemberian serbuk sirih merah (*Piper ornatum*) selama waktu pengamatan 6, 12, 24 jam. Berdasarkan hasil uji One Way Anova diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000. Selanjutnya pada uji post hoc diketahui bahwa nilai signifikansi masing-masing kelompok waktu < 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa kelompok waktu pengamatan 6 jam berbeda signifikan dengan kelompok waktu 12 dan 24 jam, serta kelompok waktu 12 jam berbeda signifikan dengan kelompok waktu 24 jam.

Pada konsentrasi 2% terdapat perbedaan jumlah kematian larva *Musca domestica* terhadap pemberian serbuk sirih merah (*Piper ornatum*) selama waktu pengamatan 6, 12, 24 jam. Berdasarkan hasil uji One Way Anova diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000. Selanjutnya pada uji post hoc diketahui bahwa nilai signifikansi masing-masing kelompok waktu < 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa kelompok waktu

pengamatan 6 jam berbeda signifikan dengan kelompok waktu 12 dan 24 jam, serta kelompok waktu 12 jam berbeda signifikan dengan kelompok waktu 24 jam.

Berikut ini merupakan tabel analisis perbedaan rata-rata kematian larva terhadap waktu pengamatan:

Tabel 2. Analisis Perbedaan Rata-rata Kematian

Konsentrasi	Waktu	Mean	Std. Dev	Sig.
0%	6 jam	0,9167	0,823	0,000*
1%	6 jam			
1,5%	6 jam			
2%	6 jam			

Konsentrasi	Waktu	Mean	Std. Dev	Sig.
0%	12 jam	2,5	1,694	0,000*
1%	12 jam			
1,5%	12 jam			
2%	12 jam			
0%	24 jam	3,9167	2,733	0,000*
1%	24 jam			
1,5%	24 jam			
2%	24 jam			

Berdasarkan tabel 2 di atas dapat diketahui bahwa pemberian serbuk sirih merah pada kelompok konsentrasi masing-masing waktu pengamatan yaitu 6 jam, 12 jam dan 24 jam secara statistik signifikan hal ini terlihat dari nilai signifikansi yang diperoleh sebesar 0,000 < 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata kematian larva pada setiap waktu pengamatan.

PEMBAHASAN

Daun sirih merah digunakan sebagai insektisida nabati karena di dalam daun tersebut terdapat senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, dan minyak atsiri yang berfungsi sebagai racun perut terhadap serangga (larva) *Musca domestica*. Keuntungan penyarian dengan maserasi adalah cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan, serta pelarut yang digunakan dapat diminimalkan. Kerugian maserasi adalah pengerjaannya lama dan penyariannya kurang sempurna. Hasil akhir dari ekstrak daun sirih merah yaitu berbentuk ekstrak kental yang kemudian diubah menjadi bentuk

serbuk. Ekstrak diubah menjadi bentuk serbuk yang dicampur dengan laktosum dan dikeringkan.

Kandungan dalam daun sirih merah seperti alkaloid, flavonoid, dan minyak atsiri bersifat toksik pada larva dan bekerja sebagai racun perut. Pada konsentrasi 0% tidak terjadi kematian larva *Musca domestica* karena tidak adanya penambahan serbuk sirih merah. Pada konsentrasi 1% selama 24 jam sudah memberikan efek kematian pada larva *Musca domestica* rata-rata sebesar 4,1. Pada konsentrasi 1,5% yaitu sebesar 4,1 dan pada konsentrasi 2% sebesar 7,3. Kematian larva *Musca domestica* tertinggi terjadi pada kelompok konsentrasi 2% selama 24 jam. Kematian larva pada seluruh pengulangannya berbeda-beda. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi serbuk yang diberikan, maka semakin tinggi pula kematian larvanya.

Pada konsentrasi 1% dan 1,5% kematian larva tertinggi terjadi pada waktu pengamatan 24 jam akan tetapi belum mencapai rata-rata. Hal ini karena konsentrasi serbuk sirih merah (*Piper ornatum*) yang diberikan sedikit, sehingga keterpaparan senyawa kimia ke dalam tubuh larva *Musca domestica* juga sedikit. Kondisi larva *Musca domestica* yang mati dapat diamati dengan ciri larva tidak bergerak saat diamati dan disentuh dengan lidi serta adanya perubahan warna pada larva yang sedikit kekuningan dan transparan. Perubahan warna larva *Musca domestica* ini merupakan dampak dari adanya senyawa alkaloid. Alkaloid yang masuk ke dalam tubuh larva akan terabsorpsi dan mendegradasi membran sel kulit, selain itu alkaloid juga mengganggu sistem syaraf dan menyebabkan warna tubuh larva menjadi transparan serta gerakan tubuhnya melambat, sehingga lama kelamaan akan mati (Hapsari, 2012).

Kematian larva pada konsentrasi 2% tertinggi terjadi pada waktu pengamatan 24 jam dan sudah mampu membunuh 100% dari total larva yang digunakan. Hal ini karena adanya peningkatan konsentrasi yang diberikan pada larva, sehingga kandungan kimia masuk semakin banyak ke dalam tubuh larva. Perbedaan kematian

yang terjadi pada pemberian konsentrasi 2% selama 24 jam ini terjadi karena perbedaan tingkat kekebalan pada setiap larva berbeda sehingga respon tubuh larva pun berbeda terhadap pemberian serbuk sirih merah (*Piper ornatum*) yang mengakibatkan perbedaan tingkat kematian larva pada setiap pengulangan.

KESIMPULAN

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kematian larva *Musca domestica* pada pemberian serbuk sirih merah (*Piper ornatum*) dengan konsentrasi 0% berdasarkan waktu pengamatan 6, 12, dan 24 jam; Terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kematian larva *Musca domestica* pada pemberian serbuk sirih merah (*Piper ornatum*) dengan konsentrasi 1% ($p=0,000$), 1,5% ($p=0,000$), dan 2% ($p=0,000$) berdasarkan waktu pengamatan 6, 12, dan 24 jam.

REFERENSI

- Adun, R. (2013). *Zoologi Invertebrata (Teori dan Praktik)*. Bandung: Alfabeta.
- Anisah, & Sukei, T. (2018). Uji Efektifitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle L*) S ebagai Larvasida Larva Lalat Rumah (*Musca domestica*) Effectiveness of Sirih Leaf Extract (*Piper betle L*) as A House Fly Larvae (*Musca domestica*) Larvicidal. *Jurnal Vektor Penyakit*, 12(1), 39–46.
- Azwar, A. (1999). *Pengantar Epidemiologi*. Jakarta Barat: Bintaraga Aksara.
- Hastutiek, P., & Fitri, L. E. (2007). Potensi *Musca domestica* Linn. sebagai Vektor Beberapa Penyakit. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 23(9), 125–136. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mawarni, A. (2016). Potensi Lalat (*Musca domestica*) di TPA Jatibarang Semarang Sebagai Vektor Cacing Parasit. *IOSR Journal of Economics and Finance*, 3(1), 1–217. <https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-b-000238666>
- Ningtias, A. F., & Asyiah, I. N. (2014). Manfaat Daun Sirih (*Piper betle L* .) Sebagai Obat Tradisional Penyakit Dalam di Kecamatan Kalianget Kabupaten Sumenep Madura (Benefits of Betel Leaf (*Piper betle L* .) As Traditional Medicine for Internal Disease in Kalianget District Sumenep Regency M.

- Panca Putri, Y. (2018). Taksonomi Lalat di Pasar Induk Jakabaring Kota Palembang. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 15(2), 105.
<https://doi.org/10.31851/sainmatika.v15i2.2299>
- Sucipto, C. D. (2011). *Vektor Penyakit Tropis*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Sugiarto, K. T. (2015). PENGUJIAN BEBERAPA JENIS INSEKTISIDA NABATI TERHADAP KUTU BERAS (*Sitophilus oryzae* L). *Jurnal Biota*, 1(1), 1–8.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R& D*. Bandung: Alfabeta.
- Widoyono. (2008). *Penyakit Tropis Epidemiologi, Penularan, Pencegahan, Dan Pemberantasannya*. Jakarta: Erlangga.
- Yuliarsih. (2002). *Higiene Dan Sanitasi Umum Dan Perhotelan*. Jakarta: Pt. Grasin.



BIOEDUSCIENCE