

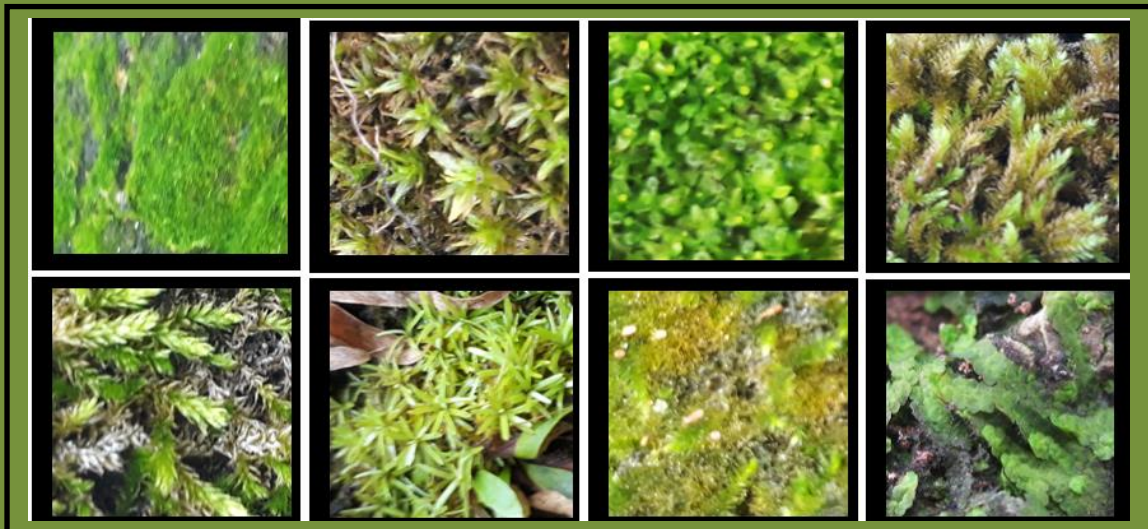


UNIVERSITAS ANDALAS

ISSN: 2303-2162

Volume 7, Nomor 1
Maret 2019

Jurnal Biologi Universitas Andalas



Diterbitkan Oleh :
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas, Padang – Sumatera Barat



UNIVERSITAS ANDALAS

Jurnal Biologi Universitas Andalas

Volume 7, Nomor 1– Maret 2019

Diterbitkan Oleh :
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas, Padang – Sumatera Barat

DEWAN REDAKSI

Penanggung Jawab

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

Dewan Editor

Dr. Henny Herwina

Editor Pelaksana

Ahmad Taufiq, M.Si.

Alamat Redaksi

Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengeahuan Alam Universitas Andalas

Kampus UNAND Limau Manis Padang

Sumatera Barat 25163

Telp. 0751-777427, Fax. 0751-71343

Email redaksi: ejurnalbioua@gmail.com

Homepage : <http://jbioua.fmipa.unand.ac.id/index.php/jbioua/index>

Gambar Sampul :

Karakteristik morfologi flora epifit golongan lumut. Gambar sesuai dengan makalah pada halaman 36. (Foto oleh Nery Sofiyanti, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau).

Desain sampul oleh Ahmad Taufiq

©Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, 2019

Kami Ucapkan Terimakasih dan Penghargaan yang Setinggi-tingginya Kepada Mitra
Bestari (*Reviewer*)
Jurnal Biologi Universitas Andalas (*J. Bio. U.A.*)
Vol. 7 No. 1, Maret 2019

1. Prof. Dr. Mansyurdin
2. Dr. Tesri Maideliza
3. Dr. Wilson Novarino
4. Dr. Nurainas
5. Dr. Nofrita
6. Dr. Putra Santoso
7. Dr. Fuji Astuti Febria
8. Dr. Periadnadi

Kata Pengantar

Dewan Redaksi menyampaikan ucapan terimakasih kepada para penulis yang telah mempercayakan hasil penelitiannya untuk dipublikasikan di Jurnal Biologi Universitas Andalas (*J. Bio. UA.*) Volume 7 Nomor 1, Maret 2019. Dewan Redaksi juga mengucapkan terimakasih kepada Mitra Bestari (*Reviewer*) yang telah memberikan kontribusi dalam menelaah hingga artikel pada nomor ini bisa diterbitkan.

Pada edisi ini, Redaksi menyajikan 9 artikel hasil penelitian yang berkaitan dengan Biologi secara umum. Artikel yang diterbitkan meliputi bidang : Fisiologi Tumbuhan dan Kultur Jaringan, Ekologi Hewan, Biosistematik Tumbuhan, Ekologi Perairan, dan Mikrobiologi. Untuk penerbitan berikutnya, Dewan Redaksi terus mengundang para peneliti bidang Biologi untuk mengirimkan artikel ilmiahnya.

Akhirnya, dengan kerendahan hati, Dewan Redaksi menyajikan Jurnal Biologi Universitas Andalas ini ke hadapan pembaca dengan harapan semoga bermanfaat. Jurnal ini dipublikasi secara online pada website <http://jbioua.fmipa.unand.ac.id/index.php/jbioua/index> serta versi cetak yang diterbitkan oleh Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas.

Dewan Redaksi

DAFTAR ISI

Kata Pengantar

Daftar Isi

<p>Induksi Kalus Tanaman Puspa (<i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth) dengan Penambahan Beberapa Konsentrasi Benzyl Amino Purin (BAP) dan 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D)</p> <p>Husri Meli, Zozy Aneloi Noli, Suwirmen.....</p>	<p>Halaman 1-5</p>
<p>Induksi Embriogenesis Somatik Pada Anggrek <i>Vanda Sumatrana</i> Schltr. dengan Penambahan Beberapa Konsentrasi Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D)</p> <p>Anita Tri Astuti, Zozy Aneloi Noli, Suwirmen.....</p>	<p>6-13</p>
<p>Jaringan Sosial (<i>Social Network</i>) Antar Jantan Monyet Ekor Panjang (<i>Macaca fascicularis</i>) Di Gunung Meru, Padang, Sumatera Barat</p> <p>Ami Hidayat, Rizaldi, Jabang Nurdin.....</p>	<p>14-20</p>
<p>Karakter Morfologi dan Sitologi Bunga Pepaya Merah Delima</p> <p>Noflindawati, Aswaldi Anwar, Yusniwati, dan Agus Sutanto.....</p>	<p>21-26</p>
<p>Struktur Komunitas Alga Perifiton Sungai dalam Gua Batu Asahan di Sumpur Kudus Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat</p> <p>Izmiarti.....</p>	<p>27-33</p>
<p>Keanekaragaman Jenis Flora Epifit Di Hutan Kota Pekanbaru, Provinsi Riau dan Kajian Kekerabatannya</p> <p>Nery Sofiyanti.....</p>	<p>34-42</p>
<p>Paku Kawat <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Serm. (Lycopodiaceae-Lycopodiales) dari Provinsi Riau – Kajian Morfologi dan Sekuen DNA berdasarkan Primer <i>RBCL</i></p> <p>Nery Sofiyanti, Mayta Novaliza Isda.....</p>	<p>43-50</p>
<p>Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tangkai dan Daun <i>Begonia Multangula</i> Blume. terhadap <i>Porphyromonas Gingivalis</i></p> <p>Nadya Haqqe Santosa Putri, Dewi Nurdiwiyati¹, Sintia Lestari, Billyardi Ramdhan, Muhammad Efendi, Novik Nurhidayat.....</p>	<p>51-58</p>
<p>Pengaruh Penggunaan Effective Microorganism 4 (EM4) Pada Budidaya Jamur Merang (<i>Volvariella volvaceae</i>) Menggunakan Media Tandan Kosong Kelapa Sawit.</p> <p>Andriyanto, Retni S Budiarti, Agus Subagyo.....</p>	<p>59-68</p>

Induksi Kalus Tanaman Puspa (*Schima wallichii* (DC.) Korth) dengan Penambahan Beberapa Konsentrasi Benzyl Amino Purin (BAP) dan 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D)

Callus Induction of Puspa (*Schima wallichii* (DC.) Korth) with Several Concentrations Addition of Benzyl Amino Purine (BAP) and 2,4-Dichlorophenoxyacetid acid (2,4-D)

Husri Meli*, Zozy Aneloi Noli, Suwirmen

Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Kultur Jaringan, Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manih, Padang-25163
Koresponden* : husrimeli89@gmail.com

Abstract

The research about Callus Induction of Puspa (*Schima wallichii* (DC.) Korth) with several concentrations addition of Benzyl Amino Purine (BAP) and 2,4-Dichlorophenoxyacetid acid (2,4-D) had been done from October until November 2016 at Plant Physiology dan Tissue Culture Laboratory, Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Science, Andalas University. The aim of this research is to get the combination of 2,4-D and BAP to induce the best callus of *Schima wallichii*. This research used a Completely Randomized Design Method with 10 treatments and 3 replications. The result showed that combination of 2 ppm 2,4-D + 0,75 ppm BAP was the best concentration to induce callus of *Schima wallichii*.

Keywords : BAP, Callus, *Schima wallichii*, 2,4-D

Pendahuluan

Tanaman Puspa (*Schima wallichii* (DC.) Korth) dimanfaatkan untuk pembangunan rumah, penghasil kayu bakar, pembuatan kertas, penghasil zat pewarna, pakan ternak, dan bahan dalam pembuatan jamu. Di Indonesia, Puspa juga digunakan sebagai tanaman pelindung di hutan dan reklamasi lahan serta digunakan untuk reboisasi (Heyne, 1987). Menurut Widodo (2003), Puspa dapat dijadikan sebagai tanaman revegetasi karena mampu tumbuh pada berbagai kondisi tanah, iklim dan habitat. Puspa juga resisten terhadap kebakaran.

Mengingat potensi tanaman Puspa, maka perlu dilakukan upaya perbanyakan tanaman dalam jumlah besar dan waktu yang singkat. Menurut Aprianti (2013), perbanyakan bibit tanaman Puspa dilakukan dengan menggunakan biji ataupun anakan/semai alam. Teknik perbanyakan menggunakan anakan dapat dilakukan melalui teknik puteran atau cabutan. Teknik

ini membutuhkan waktu yang cukup lama dalam pengadaan bibit. Salah satu metode perbanyakan tanaman berkualitas tinggi adalah menggunakan teknik kultur jaringan yang salah satunya yaitu dengan cara induksi kalus.

Faktor penentu pembentukan kalus adalah rasio antara auksin dan sitokinin berada dalam keadaan seimbang. Apabila dosis auksin lebih tinggi dari pada sitokinin, akan memicu terbentuknya akar, sedangkan apabila dosis auksin lebih rendah dari pada sitokinin maka akan memicu untuk terbentuknya tunas (Hendaryono dan Wijayani, 2012).

Menurut Gunawan (1992), untuk merangsang pertumbuhan kalus digunakan auksin 2,4-D karena penambahan 2,4-D dalam media ternyata efektif untuk meningkatkan laju pertumbuhan kalus. Penambahan sitokinin ke media yang sudah mengandung auksin dapat merangsang

pertumbuhan kalus karena kedua ZPT tersebut bekerja secara sinergis.

Lizawati *et al.* (2012) melaporkan bahwa 2,4-D dan BAP dapat menginduksi kalus pada perlakuan 4 ppm 2,4-D dengan kombinasi 0,5 ppm BAP menghasilkan kalus eksplan *Durio zibethinus* yang paling cepat yaitu 8 hari setelah tanam. Luluk *et al.*, (2014) melaporkan bahwa kombinasi 2,4-D dan BAP terbaik dalam menginduksi kalus *Acacia mangium* adalah 4 mg/L 2,4-D + 0,5 mg/L BAP.

Berdasarkan uraian diatas maka telah dilakukan penelitian mengenai induksi kalus Puspa dengan pemberian beberapa konsentrasi 2,4-D dan BAP.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, memakai Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 10

Hasil dan Pembahasan

Persentase hidup eksplan

Tabel 1. Persentase Hidup Puspa dengan pemberian beberapa konsentrasi 2,4-D dan BAP

Perlakuan	Persentase Hidup (%)
A. 2,4-D (0 mg/l) + BAP (0 mg/l)	100
B. 2,4-D (2 mg/l) + BAP (0,25 mg/l)	100
C. 2,4-D (2 mg/l) + BAP (0,5 mg/l)	100
D. 2,4-D (2 mg/l) + BAP (0,75 mg/l)	100
E. 2,4-D (3 mg/l) + BAP (0,25 mg/l)	100
F. 2,4-D (3 mg/l) + BAP (0,5 mg/l)	100
G. 2,4-D (3 mg/l) + BAP (0,75 mg/l)	100
H. 2,4-D (4 mg/l) + BAP (0,25 mg/l)	100
I. 2,4-D (4 mg/l) + BAP (0,5 mg/l)	100
J. 2,4-D (4 mg/l) + BAP (0,75 mg/l)	100

Persentase hidup eksplan nodus Puspa dengan pemberian kombinasi konsentrasi ZPT ataupun tanpa ZPT dapat menghasilkan persentase hidup eksplan 100% (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi medium sudah memenuhi kebutuhan hidup eksplan. Namun penambahan ZPT auksin dan sitokinin juga diperlukan untuk meningkatkan persentase hidup karena bisa meningkatkan konsentrasi ZPT endogen didalam sel, sehingga menjadi faktor

perlakuan dengan 3 kali ulangan. Sumber eksplan yang digunakan adalah nodus *Schima wallichii*. Prosedur kerja sesuai prosedur kultur jaringan secara baku (Hendaryono dan Wijayani, 1994).

Parameter pengamatan yang diamati yaitu persentase eksplan yang tumbuh, persentase eksplan yang membentuk kalus, tekstur kalus, waktu muncul kalus, dan berat segar kalus.

Analisis yang diperoleh dari hasil penelitian ini, yaitu berupa persentase eksplan yang tumbuh, waktu muncul kalus, persentase eksplan yang membentuk kalus, dan tekstur kalus disajikan secara deskriptif sedangkan berat segar kalus di lakukan analisa statistik. Apabila hasil yang didapat berbeda nyata pada taraf 5% maka dilakukan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5 %.

pemicu dalam proses tumbuh dan perkembangan jaringan dari tanaman Puspa.

Menurut Hutami dan Purnamaningsih (2003), medium MS adalah medium dasar yang umumnya digunakan untuk perbanyakan tanaman. Medium ini kaya akan mineral yang merangsang terjadinya organogenesis. Menurut Wetter dan Constabel (1991), medium MS mempunyai kandungan nitrat, kalium dan ammonium yang sesuai untuk diferensiasi,

pertumbuhan dan perkembangan eksplan atau pembentukan organ pada eksplan secara *in vitro*. Pada medium MS juga terdapat sumber nitrogen yang merupakan komponen protein, asam nukleat, dan substansi penting lainnya yang diperlukan untuk pembentukan protoplasma yang berfungsi untuk memperbaiki pertumbuhan vegetatif.

Penambahan ZPT berperan penting dalam mengontrol proses biologi dalam jaringan tanaman. Peranannya untuk mengatur kecepatan pertumbuhan masing-masing jaringan dan mengintegrasikan bagian-bagian tanaman. Aktivitas ZPT di dalam pertumbuhan tergantung dari jenis, struktur kimia, konsentrasi, genotip serta fase fisiologi tanaman (Lestari, 2011).

Persentase Eksplan yang membentuk kalus dan waktu muncul kalus

Tabel 2. Persentase eksplan yang membentuk kalus dan waktu munculnya kalus Puspa dengan pemberian beberapa konsentrasi 2,4-D dan BAP selama 30 hari masa tanam

Perlakuan	Persentase Eksplan yang membentuk kalus (%)	Waktu muncul kalus (hst)
A. 2,4-D (0 ppm) + BAP (0 ppm)	0	-
B. 2,4-D (2 ppm) + BAP (0,25 ppm)	100	17-25
C. 2,4-D (2 ppm) + BAP (0,5 ppm)	100	16-27
D. 2,4-D (2 ppm) + BAP (0,75 ppm)	100	25-30
E. 2,4-D (3 ppm) + BAP (0,25 ppm)	100	16-17
F. 2,4-D (3 ppm) + BAP (0,5 ppm)	100	18-20
G. 2,4-D (3 ppm) + BAP (0,75 ppm)	100	19-20
H. 2,4-D (4 ppm) + BAP (0,25 ppm)	100	13-15
I. 2,4-D (4 ppm) + BAP (0,5 ppm)	100	13-14
J. 2,4-D (4 ppm) + BAP (0,75 ppm)	100	14-15

Keterangan : (-) Tidak munculnya kalus

Kalus tidak terbentuk pada perlakuan kontrol karena jumlah ZPT dalam eksplan belum mencukupi untuk terbentuknya kalus sehingga tambahan ZPT mutlak diperlukan dalam pembentukan kalus Puspa. Perlakuan lainnya kecuali kontrol dapat menghasilkan persentase eksplan yang membentuk kalus 100% (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan ZPT auksin dan sitokinin diperlukan untuk meningkatkan persentase hidup kalus karena bisa meningkatkan konsentrasi ZPT endogen pada eksplan, sehingga menjadi faktor pemicu dalam proses pertumbuhan kalus.

Pembentukan kalus tercepat pada penelitian ini yaitu kombinasi konsentrasi 2,4-D (4 ppm) + BAP (0,5 ppm), waktu muncul kalus pada hari ke 13-14 setelah tanam. Hasil yang sama dilaporkan Lizawati (2012), perlakuan 4 ppm 2,4-D dengan kombinasi 0,5 ppm BAP menghasilkan kalus eksplan *Durio*

zibethinus yang paling cepat yaitu 8 hari setelah tanam. Luluk *et al.*, (2014) juga melaporkan bahwa kombinasi 2,4-D dan BAP terbaik dalam menginduksi kalus *Acacia mangium* adalah 4 mg/L 2,4-D + 0,5 mg/L BAP yaitu pada hari ke-33. Menurut Yelnitis (2012), induksi kalus dipengaruhi oleh konsentrasi ZPT yang digunakan, dimana semakin tinggi 2,4-D yang diberikan, induksi kalus akan semakin cepat.

Waktu kemunculan kalus terlama diperoleh pada perlakuan kombinasi konsentrasi 2,4-D (2 ppm) +BAP (0,75 ppm) yaitu hari ke 25- 30 hari setelah tanam. Hal ini disebabkan karena penggunaan kombinasi konsentrasi auksin dan sitokinin pada perlakuan tersebut diduga belum mampu menginduksi kalus dengan cepat sehingga menghambat pertumbuhan kalus eksplan Puspa.

Tekstur dan Berat segar kalus

Tabel 3. Tekstur dan berat segar kalus Puspa dengan pemberian beberapa konsentrasi 2,4-D dan BAP pada hari ke 30

Perlakuan	Tekstur Kalus	Berat Segar (g)
A. 2,4-D (0 ppm) + BAP (0 ppm)	-	0,0000 f
B. 2,4-D (2 ppm) + BAP (0,25 ppm)	Remah	0,2571 b
C. 2,4-D (2 ppm) + BAP (0,5 ppm)	Remah	0,0634 def
D. 2,4-D (2 ppm) + BAP (0,75 ppm)	Remah	0,6626 a
E. 2,4-D (3 ppm) + BAP (0,25 ppm)	Remah	0,0443 ef
F. 2,4-D (3 ppm) + BAP (0,5 ppm)	Remah	0,0907 cde
G. 2,4-D (3 ppm) + BAP (0,75 ppm)	Remah	0,1487 c
H. 2,4-D (4 ppm) + BAP (0,25 ppm)	Remah	0,1246 cd
I. 2,4-D (4 ppm) + BAP (0,5 ppm)	Kompak	0,2214 b
J. 2,4-D (4 ppm) + BAP (0,75 ppm)	Kompak	0,1149 cd

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang tidak diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda nyata pada taraf uji DNMRT 5%

Pemberian konsentrasi ZPT 2,4-D dan BAP berpengaruh terhadap pertumbuhan kalus, baik tekstur maupun berat segar kalus yang dihasilkan (Tabel 3). Tekstur kalus yang dihasilkan dominan remah. Menurut Thomy (2012), tekstur kalus yang remah dianggap baik karena dapat meningkatkan aerasi oksigen sehingga mudah untuk perbanyakan. Kalus yang remah menunjukkan bahwa kalus tersebut banyak mengandung air (Sumadji, 2015).

Kombinasi konsentrasi 2,4-D dan BAP pada perlakuan B, D, F, G, H, I, J memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap berat segar kalus Puspa dibandingkan kontrol. Sedangkan perlakuan C dan E memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap berat kalus Puspa dibandingkan kontrol (Tabel 3). Hasil terbaik diperoleh dari perlakuan D yaitu 2,4-D 2 mg/l 2,4-D + 0,75 mg/l BAP yang menghasilkan berat segar kalus 0,66 kali lebih besar dibandingkan dengan kontrol.

Menurut Rahayu dan Anggarwulan (2003), berat segar kalus yang dihasilkan sangat tergantung pada kecepatan sel-sel tersebut membelah diri, dan dilanjutkan dengan membesarnya kalus. Zat Pengatur tumbuh Auksin dan Sitokinin yang diberikan pada perbandingan yang tepat dapat menginisiasi pembelahan sel dan meningkatkan pertumbuhan sel.

Menurut Wattimera (1988), mekanisme kerja auksin salah satunya adalah pemanjangan sel. Auksin

mendorong pada ruas-ruas tanaman. Elongasi sel terutama terjadi pada arah vertikal dan diikuti dengan pembesaran sel dan peningkatan bobot basah. Rahayu dan Anggarwulan (2003), pengaruh auksin terhadap pertumbuhan jaringan diduga menginduksi sekresi ion H⁺ keluar melalui dinding sel. Pengasaman dinding sel menyebabkan K⁺ diambil. Pengambilan ini mengurangi potensial air dalam sel, akibatnya air mudah masuk kedalam sel dan sel akan membesar sehingga mempengaruhi pertambahan berat segar kalus.

Kesimpulan

Pemberian konsentrasi 2 ppm 2,4-D + 0,75 ppm BAP merupakan kombinasi konsentrasi terbaik untuk induksi kalus tanaman *Schima wallichii* dengan tekstur kalus yang dihasilkan yaitu remah dan memiliki berat segar kalus 0,66 kali lebih besar dari kontrol.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Prof. Dr. Mansyurdin, Dr. Tesri Maideliza, dan Mildawati, M.Si. atas saran dan masukannya dalam penulisan artikel ini.

Daftar Pustaka

Aprianti, F. 2013. *Teknik Pemanfaatan Anakan Alam Puspa (Schima wallichii (Dc) Korth) di Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW) Sukabumi*. Departemen Silviculture

- Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hendaryono, D. P. S dan A. Wijayani, 1994. *Teknik kultur jaringan, pengenalan dan petunjuk perbanyakan tanaman secara vegetatif modern*. Kanisius. Yogyakarta.
- Hendaryono, D. P dan A. Wijayani. 2012. *Teknik Kultur Jaringan: Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman secara Vegetatif-Modern*. Kanisius. Yogyakarta.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid III*: 1367-1368. Yayasan Sarana Wana Jaya. Jakarta.
- Hutami, S dan R. Purnamaningsih. 2003. Perbanyakan klonal Temu Mangga (*Curcuma mangga*) melalui Kultur *In vitro*. *Buletin Plasma Nutfah*, 9(1) : 39-44.
- Lestari, E.G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian Institut Pertanian Bogor, 7(1) : 63-68.
- Lizawati, Neliyati, Desfira. 2012. Induksi Kalus Eksplan Daun Durian (*Durio zibethinus Murr.cv. Selat Jambi*) Pada Beberapa Kombinasi 2,4-D dan BAP. *Jurnal Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jambi*, 1(1): 2302-6472.
- Luluk ,W, Ruri S.R, Nashichuddin. 2014. *Induksi Kalus Akasia (Acacia mangium) dengan Penambahan Kombinasi 2,4-D dan BAP pada Media MS*. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Rahayu, R., S dan E. Anggarwulan. 2003. Pengaruh Asam 2,4-D terhadap Pembentukan dan Pertumbuhan Kalus serta Kandungan Flavonoid Kultur Kalus *Acalypha indica* L. *Biofarmasi*, 1 (1) : 1-6.
- Sumadji, A. R. 2015. *Induksi Kalus Padi (Oryza sativa) Varietas IR64, Mentik Wangi dan Rojolele Melalui Kultur In Vitro*. [Skripsi]. Universitas Katolik Widya Mandala, Madiun.
- Thomy, Z. 2012. *Effect of Plant Growth Regulator 2,4-D and BAP on callus Growth of Plants Producing Gaharu*. Prosiding Seminar Hasil Nasional Biologi. Medan, 11 Mei 2012.
- Wattimera, G. A. 1988. *Zat Pengatur Tumbuh pada Tanaman*. Laboratorium Kultur Jaringan Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor
- Wetter, L. R dan F. Constabel. 1991. *Metode kultur jaringan Edisi 2*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Widodo A. 2003. *Permasalahan dan Pengendalian Kebakaran Hutan di Indonesia*. Review Hasil Litbang. Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Departemen Kehutanan.
- Yelnititis. 2012. Pembentukan Kalus Remah dari Eksplan Daun Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq) Kurz). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 6 (1):181-194

Induksi Embriogenesis Somatik Pada Anggrek *Vanda Sumatrana* Schltr. dengan Penambahan Beberapa Konsentrasi Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D)

(Induction Somatic Embryogenesis of Orchid *Vanda Sumatrana* Schltr. with 2,4-Diclorofenoxiacetad Acid (2,4-D) Addition)

Anita Tri Astuti^{*}, Zozy Aneloi Noli, Suwirmen

Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Kultur Jaringan, Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Andalas, Kampus UNAND Limau Manis Padang -25613

^{*})Koresponden : Anitatria.11@gmail.com

Abstract

The research about induction of somatic embryogenesis of Orchid *Vanda sumatrana* Schltr. by giving 2,4-Diclorophenoxyacetic acid (2,4-D), was conducted from May to July 2016 in plant Physiology and tissue Culture Laboratory, Biology Departement, Matematics and Natural Science Faculty, Andalas University. The aim of this study was found the concentration of 2,4-D to induce somatic embryogenesis of *Vanda sumatrana*. The research used Completely Randomized Resign (CDR) with 6 treatments and 4 replication. The treatments were : without 2,4-D (control); 1 mg/L; 2 mg/L; 3 mg/L; 4 mg/L; 5 mg/L. The result showed that 2 mg/L 2,4-D and 3 mg/L 2,4-D were concentrations to induct somatic embryogenesis.

Keywords: *Somatic Embryogenesis, 2,4-D, Vanda sumatrana* Schltr.

Pendahuluan

Vanda sumatrana merupakan tanaman endemik pulau Sumatera (Comber, 2001) Jenis *V. sumatrana* dapat ditemukan di beberapa provinsi di pulau Sumatera mulai dari Aceh sampai Lampung (Comber, 2001). Dr. A. H Schrage mengatakan penyebaran *V. sumatrana* terdapat di pulau Samosir (Danau toba), anggrek ini juga banyak di temukan, di Sumatera Barat : Agam, Ngarai (Bukittinggi), Lampung : Batas Lampung-Palembang (Latif, 1960). Anggrek *Vanda sumatrana* digemari karena keindahan dan kecantikan bunganya, kebutuhan anggrek yang kian meningkat perlu ditunjang dengan penyediaan bibit dalam jumlah banyak dan dalam waktu yang singkat, kualitas yang unggul. Salah satu permasalahan dalam budidaya anggrek, khususnya genus *Vanda*, adalah masa vegetatif yang panjang, sehingga saat (waktu) pembungaan (*flowering*) membutuhkan waktu yang relatif lama (Dwiyani, 2013). Secara umum anggrek juga

termasuk tanaman yang sulit dikembangbiakkan dikarenakan bijinya tidak memiliki endosperm sehingga sulit tumbuh di alam (Arditti, dan Ernst, 1993). Solusi terbaik yang dapat dilakukan adalah melalui perbanyakan *in vitro*, Perbanyakan secara *in vitro* merupakan sarana efektif dan potensial untuk mendapatkan bibit yang baik dan cepat (Suwirmen, 2009).

Perbanyakan *V. sumatrana* secara *in vitro* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan organogenesis dan embriogenesis somatik. Reg enerasi melalui embriogenesis somatik memberikan banyak keuntungan, antara lain waktu perbanyakan lebih cepat, pencapaian hasil dalam mendukung program perbaikan tanaman lebih cepat dan jumlah bibit yang dihasilkan tidak terbatas jumlahnya (Mariska, 2001).

Pemberian 2,4-D dengan Konsentrasi 0,2 mg/L berhasil menginduksi embrio somatik pada tanaman anggrek *Phalaenopsis* sp L.

oleh Rianawati, *et al.* (2009) sedangkan Saputra (2012) berhasil menginduksi embrio somatik pada tanaman *Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume dengan pemberian 2,4-D pada konsentrasi 1 mg/l. Naing, *et al.* (2011) juga berhasil menginduksi embriogenesis somatik pada tanaman *Coelogyne cristata* dengan pemberian 2,4-D 2 mg/L. Dwiyani (2013) berhasil menginduksi kalus *Vanda tricolor* Lindl. Var. *Suavis* bersifat embrionik pada

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, memakai Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Sebagai perlakuan adalah tanpa zat pengatur tumbuh (kontrol), 1 mg/L 2,4-D, 2 mg/L 2,4-D, 3 mg/L 2,4-D, 4 mg/L 2,4-D, dan 5 mg/L 2,4-D. Sumber eksplan yang digunakan adalah daun muda. Prosedur kerja sesuai prosedur kultur jaringan secara baku (Hendaryono dan Wijayani, 1994). Parameter pengamatan yang diamati yaitu persentase eksplan yang hidup, Respon Eksplan dan Persentase

Hasil dan Pembahasan

Persentase Hidup Eksplan

Pemberian beberapa konsentrasi berbeda mempengaruhi respon hidup terhadap eksplan *V. sumatrana* sampai 12 minggu setelah tanam, mulai dari konsentrasi 2 sampai 4 mg/L (Tabel 1) sedangkan pada perlakuan kontrol tidak memberikan respon terhadap pertumbuhan eksplan, sedangkan pemberian konsentrasi 5 mg/L 2,4-D eksplan mengalami kematian jaringan, hal ini karena konsentrasi 2,4-D yang diberikan terlalu tinggi bersifat toksik sehingga mengurangi kemampuan eksplan untuk berregenerasi. Hal ini menunjukkan bahwa zat pengatur tumbuh mempengaruhi keberhasilan pertumbuhan eksplan. Menurut Lizawati, *et al.* (2012) asam 2,4-D yang diberikan kedalam media kultur mampu menginduksi sel-sel yang berpotensi untuk melakukan pembelahan

pemberian 2,4-D 2 mg/L. Kemudian Hoesen, *et al.* (2008) berhasil menginduksi embriogenesis dari kalus *Dendrobium lineale* Rofle. dengan pemberian 2,4-D 5 mg/l. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi asam 2,4-Diklorofenoksiasetat yang mampu menginduksi pembentukan embriogenesis somatik pada *V. Sumatrana*

Metode Penelitian

Embrio Somatik yang Terbentuk, tekstur kalus, dan berat basah kalus. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 12 minggu setelah tanam. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan deskriptif. persentase eksplan yang hidup, Respon Eksplan dan Persentase Embrio Somatik yang Terbentuk, tekstur kalus disajikan secara deskriptif. Berat basah kalus di analisa secara statistik. Apabila pengaruh perlakuan berbeda nyata maka dilanjutkan uji Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf peluang 1 dan 5%

secara terus menerus, sedangkan tanpa pemberian zat pengatur tumbuh 2,4-D (Kontrol) eksplan tidak memperlihatkan respon hidup, ditandai dengan tidak adanya bagian sel yang berkembang dan eksplan berubah warna menjadi kehitaman. Menurut Collin dan Edward (1998) penambahan 2,4-D didalam media MS yang terlalu rendah tidak akan memberikan respon yang baik terhadap pertumbuhan eksplan.

Tabel 1. Persentase hidup eksplan daun *V. sumatrana* pada medium MS dengan Pemberian 2,4-D pada 12 minggu setelah tanam.

Perlakuan	Persentase hidup eksplan (%)
A. Kontrol	0
B. 1 mg/L 2,4-D	0
C. 2 mg/L 2,4-D	100
D. 3 mg/ 2,4-D	100
E. 4 mg/L 2,4-D	50
F. 5 mg/L 2,4-D	0

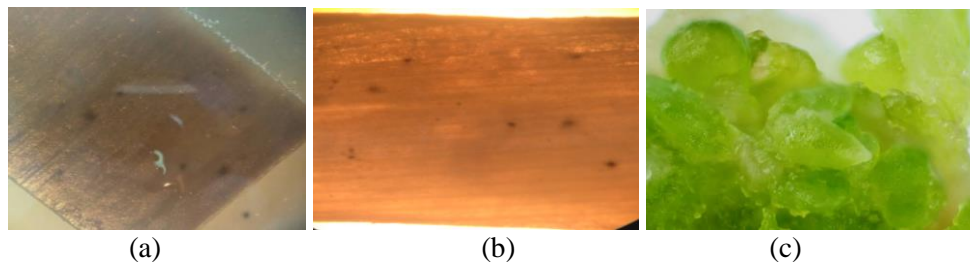
Respon hidup eksplan juga menunjukkan pembentukan kalus yang dimulai pada konsentrasi 2 mg/L 2,4-D (Tabel 2). Hal ini menandakan bahwa pertumbuhan eksplan juga dipengaruhi oleh interaksi antara eksplan dan zat pengatur tumbuh pada media MS. Menurut Gardner *et al.* (1991), respons tanaman terhadap hormon dan zat pengatur tumbuh sangat bervariasi tergantung pada kepekaan organ tersebut. Menurut Collin dan Edward (1998) level zat pengatur tumbuh merupakan faktor yang sangat menentukan keberhasilan hidup eksplan berupa pertumbuhan kalus suspensi sel dan diferensiasi.

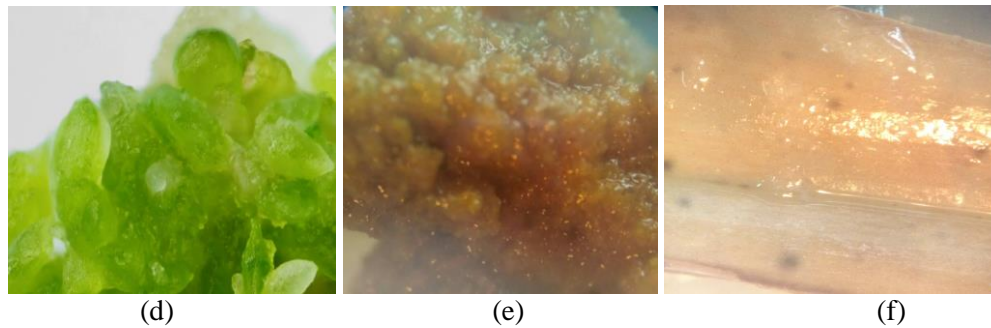
Respon dan Persentase Eksplan yang Membentuk Embrio Somatik

Pemberian konsentrasi 2,4-D yang berbeda mampu menginduksi embrio somatik pada eksplan *V. sumatrana* (Tabel 2). Pada pemberian konsentrasi 2 dan 3 mg/L 2,4-D mampu menginduksi embrio somatik pada minggu ke 12 setelah penanaman. Hal dikarenakan zat pengatur tumbuh 2,4-D pada konsentrasi 2 dan 3 mg/L merupakan

koncentrasi yang optimum dalam menginduksi embrio somatik pada eksplant *V. sumatrana*. Naing, *et.al* (2011) melaporkan keberhasilan induksi embriogenesis somatik pada tanaman *Coleogyne cristata* dengan pemberian 2,4-D 2 mg/L. Dwiyani (2013) juga melaporkan induksi kalus yang bersifat embrionik pada tanaman *Vanda tricolor* Lindl. Var. *Suavis* pada konsentrasi 2,4-D 2 mg/L.

Pada hasil pengamatan yang telah dilakukan embrio somatik yang terbentuk juga memperlihatkan, bahwa tidak semua bagian eksplan yang berkalus dapat membentuk embrio somatik. Dapat dilihat pada pemberian konsentrasi 4 mg/L terbentuk kalus berstruktur kompak dan berwarna coklat namun nonembriogenik (Gambar 1e). Warna coklat pada eksplan menandakan bahwa eksplan mengalami browning atau pencoklatan. Menurut Zaid (1987), terjadinya pencoklatan disebabkan tingginya senyawa fenol pada eksplan yang dapat menghambat pertumbuhan eksplan bahkan dapat mengakibatkan eksplan mati.





Gambar 1. Respon eksplan dari daun *V. sumatrana* pada perlakuan (a) tanpa 2,4-D, tidak ada respon (b) 1 mg/L 2,4-D, tidak ada respon (c) 2 mg/L 2,4-D, membentuk kalus remah embrio somatik fase globular (d) 3 mg/L 2,4-D, membentuk kalus remah embrio somatik fase globular (e) 4 mg/L 2,4-D, membentuk kalus kompak nonembrionik (f) 5 mg/L 2,4-D, tidak ada respon

Tabel 2. Respon eksplan *V. sumatrana* yang membentuk embrio somatik dan persentase eksplan yang membentuk embrio somatik pada medium MS dengan pemberian 2,4-D pada minggu ke 12 setelah tanam.

Konsentrasi	Tahapan Embrio Somatik Yang Terbentuk	Jumlah eksplan yang membentuk Embrio Somatik (%)	Tekstur Kalus	Terbentuknya kalus
A. Kontrol	Tidak terbentuk	0	Tidak terbentuk	Tidak terbentuk
B. 1 mg/L 2,4-D	Tidak terbentuk	0	Tidak terbentuk	Tidak terbentuk
C. 2 mg/L 2,4-D	Globular	25	Remah	Terbentuk
D. 3 mg/L 2,4-D	Globular	75	Remah	Terbentuk
E. 4 mg/L 2,4-D	Tidak terbentuk	0	Kompak	Terbentuk
F. 5 mg/L 2,4-D	Tidak terbentuk	0	Tidak terbentuk	Tidak terbentuk

Pada penelitian yang telah dilakukan, embriogenesis somatik tidak terbentuk pada perlakuan kontrol dan perlakuan pemberian konsentrasi 1 dan 5 mg/L 2,4-D. Sel embriogenesis somatik yang tidak muncul pada perlakuan kontrol dan pemberian 2,4-D konsentrasi 1 mg/L diduga karena auksin endogen pada eksplan daun *V. sumatrana* belum mampu menginduksi kalus, dengan kata lain eksplan mempunyai kandungan auksin yang rendah, sehingga masih membutuhkan tambahan auksin eksogen pada media kultur. Menurut Narayanaswamy (1994), setiap eksplan yang berasal dari organ dan spesies yang berbeda akan membutuhkan zat pengatur tumbuh yang berbeda pula. Hal ini juga diperkuat oleh Klaus Dan Haensch (2007) bahwa perlakuan tanpa 2,4-D tidak menunjukkan pembentukan embriogenesis somatik. Pada

konsentrasi 5 mg/L 2,4-D juga tidak terbentuk embriogenesis somatik pada eksplan *V. sumatrana*. Hal ini disebabkan karena zat pengatur tumbuh 2,4-D merupakan auksin yang kuat sehingga jika diberikan pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kematian jaringan pada eksplan.

Pada penelitian yang telah dilakukan embrio somatik terbentuk melalui jalur tidak langsung karena melewati proses kalus. Pada minggu ke 10 teramati bentuk kalus yang mulai bermunculan nodul-nodul yang berkembang menjadi embrio somatik. Menurut Fintarti (2010), ciri-ciri kalus bersifat embrionik ditandai dengan adanya nodul-nodul yang kemudian akan berkembang memasuki fase embrio somatik. Menurut Widuri *et, al* (2015) kalus embriogenik memiliki ciri berwarna hujau kekuningan, berstruktur remah dan kering

sedangkan kalus non embriogenik berstruktur kompak, basah, dan berwarna bening kecoklatan.

Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa fase embrio somatik pada media MS adalah fase globular, ditandai dengan terbentuknya nodul-nodul yang berbentuk bulat padat serta memiliki warna hijau (Gambar 1c,d). Menurut Fadhilah (2016), fase globular biasanya lebih mudah diamati karena bentuknya yang bulat spesifik. Sedangkan menurut Utami *et. al.*, (2007), fase globular pada embrio somatik biasanya dicirikan dengan warna hijau kekuningan berbentuk remah, mengkilat dan berding tipis.

Pada pengamatan embrio somatik yang terbentuk memperlihatkan tidak semua bagian eksplan yang berkalus yang membentuk embrio somatik (Gambar 1e). Menurut Oktavia *et. al.*, (2003), setiap jaringan memiliki respon yang berbeda dalam penyerapan zat pengatur tumbuh karena kebutuhan akan zat pengatur tumbuh pada eksplan masing-masing berbeda, oleh karena itu terkadang hanya dibutuhkan auksin, sitokini, tersendiri maupun secara bersamaan. Selain 2,4-D terdapat jenis zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin yang mampu menginduksi embriogenesis somatik salah satunya adalah Benziladenin, BAP, serta kinetin (Purmaningsih, 2004).

Tekstur Kalus

Tekstur kalus yang dihasilkan remah dan kompak (Tabel 2). Hal ini juga di sebabkan karena pengaruh berbagai konsentrasi zat pengatur tumbuh yang diberikan pada eksplan daun *V. sumatrana*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi 2,4-D 2 dan 3 mg/L mampu membentuk embrio somatik dengan tekstur kalus yang remah dengan warna hijau kekuningan, Sedangkan pada konsentrasi 4 mg/L 2,4-D terbentuk kalus kompak namun tidak bersifat embrionik, karena konsentrasi 2,4-D memiliki batas optimum yang berbeda pada setiap tanaman. Menurut Indrianto (2003), struktur kalus yang remah bersifat embriogenik. selanjutnya

menurut Yelnititis (2012) Warna kalus yang dianggap baik adalah warna kalus yang hijau, karena masih banyak mengandung klorofil.

Perbedaan tekstur kalus, kalus bertekstur kompak ditandai dengan tekstur yang padat dan sel-selnya sulit di pisahkan, sedangkan kalus bertekstur remah dengan sel-selnya mudah dipisahkan (Tabel 2). Sugiyarto, *et. al.* (2014) menyatakan bahwa kalus kompak mempunyai tekstur padat dan keras, yang tersusun dari sel-sel kecil yang sangat rapat, sedangkan kalus remah mempunyai tekstur lunak dan tersusun dari sel-sel dengan ruang antar sel yang banyak. Menurut Fintarti (2010) variasi tekstur yang terbentuk disebabkan oleh pengaruh pemberian auksin yang di tambahkan kedalam medium. Pierik (1987) menyatakan tekstur pada kalus dapat bervariasi dari kompak hingga meremah, tergantung pada jenis tanaman yang digunakan, komposisi nutrisi media, zat pengatur tumbuh dan kondisi lingkungan kultur.

Berat Basah Kalus

Penambahan berbagai konsentrasi 2,4-D dapat meningkatkan berat basah kalus, mulai dari konsentrasi 2 hingga 4 mg/L 2,4-D (Tabel 3). Pada perlakuan kontrol, 1 dan 5 tidak memberikan respon terhadap berat basah kalus. George *et al.*, (2008) menyatakan 2,4-D sering digunakan sebagai sumber auksin eksogen terutama untuk menginisiasi pembentukan kalus embriogenik pada proses embriogenesis somatik, tetapi embrio somatik tidak dapat terbentuk bila konsentrasi auksin terlalu tinggi. Perlakuan terbaik untuk peningkatan berat basah kalus terdapat pada konsentrasi 3 mg/L 2,4-D dimana berat basah kalus yang dihasilkan lebih tinggi dari perlakuan lainnya yaitu 1,776 g. Hal ini disebabkan oleh aktifitas 2,4-D yang mempengaruhi pertumbuhan eksplan. Menurut Rahayu *et. al.*, (2003), berat basah kalus yang besar disebabkan karena kandungan airnya yang tinggi. Berat basah yang dihasilkan sangat tergantung pada kecepatan sel-sel tersebut membelah diri,

memperbanyak diri dan dilanjutkan dengan membesarnya kalus. Penelitian ini sejalan dengan Indarjo (2003) yang mana pada penambahan 2,4-D dengan konsentrasi 2

mg/L 2,4-D menghasilkan berat basah kalus tertinggi pada anggrek *Dendrobium* jakarta molek .

Tabel 3. Rata-rata berat basah kalus eksplan daun *V. sumatrana* 12 minggu setelah tanam.

Perlakuan	Rata-rata berat basah (g)
A. Tanpa 2,4-D	0,000 d
B. 1 mg/L 2,4-D	0,000 d
C. 2 mg/L 2,4-D	0,832 b
D. 3 mg/L 2,4-D	1,776 a
E. 4 mg/L 2,4-D	0,248 c
F. 5 mg/L 2,4-D	0,000 d

Keterangan :Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut uji F pada taraf 5% dan 1%.

Adanya perbedaan berat kalus pada setiap perlakuan dikarenakan perbedaan laju pertumbuhan kalus yang dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh. Menurut Santoso dan Nursandi, (2004). Auksin mendorong elongasi sel terjadi pada arah vertikal dan diikuti dengan pembesaran sel dan peningkatan bobot basah. Arah perkembangan kultur ditentukan oleh interaksi dan perimbangan antara zat pengatur tumbuh yang diproduksi oleh sel tanaman secara endogen, akan tetapi dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara *in vitro* zat pengatur tumbuh eksogen masih dibutuhkan.

Pada perlakuan konsentrasi 4 mg/L dapat dilihat bahwa rata-rata berat basah kalus mengalami penurunan. Menurut Sriyanti (2000), pengukuran berat basah kalus masih sangat tergantung pada kandungan air dalam kalus, sehingga penurunan berat basah kalus kemungkinan besar disebabkan penurunan kandungan air dalam kalus. Perbedaan penurunan berat basah diduga oleh kemampuan jaringan dalam menyimpan air dan unsur hara yang berbeda. Penurunan berat basah kalus kemungkinan juga disebabkan karena kalus diduga telah memiliki hormon auksin endogen sehingga kandungan hormon pada media menjadi terlalu tinggi (Wattimena, 1991).

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai induksi embriogenesis somatik daun *V. sumatrana* dengan pemberian beberapa konsentrasi 2,4-D dapat disimpulkan bahwa embriogenesis somatik tahap globular yang dicirikan berteskstur remah mampu terbentuk pada pemberian 2,4-D konsentrasi 2 dan 3 mg/L .

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Tesri Maideliza, Prof. Dr. Mansyurdin, dan Zuhri syam, MP yang telah memberikan saran, bimbingan dan ilmu pengetahuan hingga terselesaikannya artikel ini.

Daftar Pustaka

- Arditti, J. and Ernst, R. 1993. *Micropropagation of Orchid*. John Wiley& Sons Inc. New York.
- Collin, H.A dan Edwad.S. 1998. *Plant cell culture*. BIOS Scientific Publisher. United Kingdom.
- Comber, J. B. 2001. *Orchids of Sumatra*. The Royal Botanic Garden. Kew.
- Deli, R.N, Noli, Z.A dan Suwirmen. 2015.respon Pertumbuhan Nodus *Artemesia vulgaris* L. Pada medium Murashige-Skoog dengan Penambahan Beberapa Zat Pengatur Tumbuh Secara

- In vitro. *Jurnal Biologi Universitas Andala*. 4(3) :162-168.
- Dwiyani,. R. 2013. Induksi Kalus pada Tanaman Anggrek *Vanda tricolor* Lindl. Var. *Suavis* Upaya Penyediaan Target Transformasi Melalui *Argobacterium tumefaciens*. *Jurnal Agrotropika*. 18(2) : 73-76.
- Edy, A dan Pujisiswanto, H. 2008. Pengaruh 2,4-D terhadap Induksi Embrio Somatik Eksplant Laevet pada Beberapa Varietas Kacang Tanah (*Arachis hipogea*) Secara in vitro. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II Universitas Lampung*. : 17-18
- Fadhilah, N. 2016. *Induksi Embriogenesis somatik Artemesia vulgaris L. Dengan pemberian 2,4-D.*{Skripsi}. Universitas Andalas. Padang.
- Fintarti, M. 2010. *Embriogenesis Somatik dari Kalus Pegangan (Centella asiatica L Urban) Dengan Pemberian 2,4-D.* {Skripsi}. Universitas Andalas. Padang.
- Gardner, F, P. Pearce,R. B, dan R. I, Mitchell. 1991. *The Plantation of Vegetation Physiology*. Academic press. London
- George E.F., Hall M.A., Jan De Clerk G. 2008. *Plant Propagation by Tissue Culture 3rd edition. Volume 1. The background*. Springer. P: 183-197.
- Hendaryono, D.P.S., dan A.Wijayani. 1994. *Teknik Kultur Jaringan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 139p.
- Hoesen, D.S.H., Widjaksono., dan Sukamto LA. 2008. Induksi kalus dan Organogenesis Kultur/ZV-Vitro *Dendrobium lineale* Rofle. *Berita Biologi* 9(3) : 333-341.
- Indah., P. N dan Ermavitalini, D. 2013. Induksi Kalus Daun Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.) pada Beberapa Kombinasi Konsentrasi 6-Benzylaminopurine (BAP) dan 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). *Jurnal Sains dan Seni POMITS*. 2 (1): 2337-3520
- Indarjo, S. 2003. Pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh NAA dan 2,4-D terhadap pembentukan kalus pada kultur invitro polen anggrek *Dendrobium jakarta* molek. {Skripsi}. Fakultas kehutanan. IPB. Bogor.
- Indrianto, A. 2003. *Kultur Jaringan Tumbuhan*. Fakultas Biologi Universitas Gadjahmada, Yogyakarta.
- Klaus dan Haensch.T. 2007. Influence of 2,4-D and BAP on callus growth and the subsequent regeneration of somatic embryos in long-term cultures of Pelargonium X Domesticum Cv. Madame Layal. *Electronic Journal of Biotechnology* 10(1): 69 – 77.
- Latif, S.M. 1960. *Bunga anggerik permata belantara indonesia*. Sumur bandung. Bandung
- Lestari, E.G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen* 7(1):63-68
- Lizawati, Neliyati, R., Desrfira. 2012. Induksi Kalus Eksplan Daun Durian (*Durio Zibethinus* Murr cv Selat Jambi) pada beberapa kombinasi 2,4-D dan BAP. 2012. *Jurnal Online UNJA*. 1 (1) : 2302-6472
- Mariska, I., D. Sopandie, S. Hutami, E. Syamsudin, dan M. Kosmiatin. 2001. Peningkatan ketahanan terhadap Al pada tanaman kedelai melalui kultur in vitro. *Laporan Riset Unggulan Terpadu VIII*. Kantor Menristek dan LIPI, Jakarta.
- Naing, A.H., J.D Chung dan K.B. Lim. 2011. Plant Regeneration through Indirect Somatic Embryogenesis in *Coelogyne cristata* Orchids. *American Journal Of Plant Science*. 2: 262-267.

- Narayanaswamy. 1994. *Plant Cell and tissue Culture*. Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Oktavia,. Fetrina,. Siswanto,. Budiani dan sudarsono. 2003. Embriogenesis somatik langsung dan regenerasi planlet kopi Arabika (*coffea arabika*) dari Berbagai Eksplan. *Menara perkebunan* 2003. 71 (02) : 45-55.
- Pierik, R.L.M. 1987. *In Vitro Of Higher Plants*. Martunis Nijhoff. Publ.Dordrecht.344
- Purmaningsih, R. 2004. Regenerasi tanaman melalui embriogenesis somatik dan beberapa gen yang mengendalikannya. *Buletin Agrobio Balai penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan*. Bogor. 5(2):51-58.
- Rahayu, B., Solichatun, dan E. Anggarwulan. 2003. Pengaruh Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) terhadap Pembentukan dan Pertumbuhan Kalus serta Kandungan Flavonoid Kultur Kalus *Acalypha indica* L. *Biofarmasi* .1(1) :1-6.
- Rianawati, S. Purwito, A. Marwoto, B. Kurniati, R dan Suryanah. 2009. Embriogenesis somatik dari eksplan daun *Phalaenopsis* sp L. *J. Argon. Indonesia*. 37(3):240-248.
- Santoso, U. Dan Nursandi. F. 2004. *Kultur jaringan tanaman*. UMM Pers. Malang.
- Sriyanti, D.P. 2000. Pelestarian Tanaman Nilam (*Pogostemon heyneanus* Benth.) melalui Kultur Mikrostek. *Biosmart* 2(2): 19-22.
- Suwirmen. 2009. Induksi dan Multiplikasi Tunas Tumbuhan Andalas (*Morus macroura* Miq., var. *macroura*) secara In vitro dalam Konservasi Plasma Nutfah Mascot Flora Sumatra Barat. *Berk. Penel. Hayati Edisi Khusus: 3D* : 61–65
- Utami, E.S.W., Sumardi, I., Taryono, dan . Semiarti, E. 2007. Pengaruh α -Naphtaleneacetic Acid (NAA) Terhadap Embriogenesis Somatik Anggrek Bulan *Phalaenopsis Amabilis* (L.) Bl. *Jurnal Biodiversitas*. 8 (4) : 295-299.
- Wattimena, G. A, L. W Gunawan, N. Mattjik, A, Syamsudin, E, Wiendi, N. M. A Ermwati. 1991. *Bioteknologi Tanaman*. PAU Bioteknologi. IPB Bogor.
- Widuri LI, Dewanti, P. Soeparjono, S. 2015. Induksi somatik embriogenesis tanaman tebu transgenik SUT event 02 menggunakan 2,4-D dan BAP. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1) : 1-5.
- Yelnititis. 2012. Pembentukan Kalus Remah dari Eksplan Daun Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq) Kurz). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 6:181-194.
- Zaid, A. 1987. Invitro Browning of Tissue and Media With Special Emphasis To Date Palm Culture. *Acta Horticulure* 21(2): 561-566.

Jaringan Sosial (*Social Network*) Antar Jantan Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) Di Gunung Meru, Padang, Sumatera Barat

The Social Network Between Male Long - Tailed Macaques (*Macaca fascicularis*) at Gunung Meru, Padang, West Sumatera

Ami Hidayat*, Rizaldi, Jabang Nurdin

Laboratorium Ekologi Hewan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas

*Koresponden: amihidayatsyah@gmail.com

Abstract

A study on social network based on grooming interactions among males of long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) at Gunung Meru, Padang has been conducted from August to October 2015. The dominance relationship determined by submissive interactions among 17 adult males. Submissive interactions were recorded using *ad libitum* observation and grooming interactions by continuous recording method. The results showed that the dominance hierarchy among males was linear (Matman linearity index: $h' = 0.97$). Alfa male appeared to have the highest centrality index among all the males. This study indicates that individuals attained higher dominance hierarchy tend to have higher degree of centrality.

Keywords : centrality, dominance hierarchy, grooming, social network, submissive,

Pendahuluan

Monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) adalah salah satu jenis satwa liar yang mampu hidup diberbagai tipe habitat. Di Indonesia monyet ekor panjang ini dapat ditemukan mulai dari pulau Sumatera hingga Sulawesi (Van der Zon, 1979). Jenis monyet ini tidak hanya hidup di dekat wilayah garis pantai tetapi juga didalam hutan bahkan terdapat juga kelompok yang hidup di dekat pemukiman warga (Roonwal dan Monhot, 1977).

Monyet ekor panjang hidup berkelompok. Setiap individu dalam kelompok berinteraksi satu sama lain. Interaksi tersebut terdiri atas berbagai tingkah laku sosial, diantaranya tingkah laku *grooming*, *agonistic*, bermain dan seksual (Septiana, 1996). Interaksi yang dilakukan secara berulang ulang oleh masing-masing jantan dewasa menunjukkan

hubungan antar sesama individu yang pada gilirannya dapat diketahui hubungan satu sama lain berapa jaringan sosialnya (*social network*) (Wasserman dan Faust, 1994). Analisis jaringan sosial juga diterapkan untuk melihat kedekatan hubungan antara individu yang satu dengan individu lainnya (Voelkl dan Kasper, 2009).

Di Gunung Meru ditemukan sebanyak 17 jantan dewasa 15 betina dewasa, 18 jantan remaja, 10 betina remaja, 18 anak anak dan 8 bayi (Ilham, 2016). Jumlah individu jantan dalam kelompok ini sangat banyak dibandingkan dengan kondisi biasa. Kelompok ini juga telah terhabituasi dengan kedatangan manusia yang sering memberikan makanan (Bercovitch dan Huffman, 1999).

Jumlah pengunjung Gunung Meru cukup tinggi, banyak pengunjung yang memberikan makanan kepada kelompok

monyet ekor panjang yang berada di daerah gunung meru, seperti kacang dan buah (Ilham, 2016)

Jumlah jantan yang tidak wajar didalam kelompok dan bentuk dari hubungan antar jantan dewasa yang belum diketahui maka dilakukanlah penelitian tentang jaringan sosial mereka.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Agustus sampai dengan bulan Oktober 2015 didaerah Gunung Meru, Kelurahan Teluk Nibung, Kecamatan Lubug Begalung, Kota Padang, provinsi Sumatera

Barat. Gunung Meru masuk kedalam wilayah administratif Kota Padang, yang berjarak lebih kurang 8 km dari pusat Kota Padang. Daerah Gunung Meru ini merupakan bukit batu yang berada di pinggir pantai dengan ketinggian 152 mdpl. Penelitian ini dilakukan terhadap kelompok Calak yang sering terlihat dibagian lereng bukit hingga ke jalan umum yang banyak dilalui kendaraan dan warga.

Kondisi habitat Gunung Meru yang menjadi tempat hidup bagi *Macaca fascicularis* ini sebagian telah menjadi perladangan dan pemukiman penduduk serta



Gambar 1. Lokasi pengamatan di Gunung Meru (Sumber: Google earth, 2017)

dijadikan objek wisata oleh masyarakat setempat. Penelitian ini dilakukan kepada kelompok Calak yang hidup didaerah Gunung Meru terdiri dari 17 jantan dewasa, 15 betina dewasa, 18 remaja jantan, 10 remaja betina, 18 anak anak dan 8 bayi. Penelitian difokuskan pada 17 individu jantan dewasa monyet ekor panjang sebagai hewan fokal. individu yang telah diidentifikasi diberi nama secara sistematis yaitu dengan cara mengamati ciri-ciri khusus dan tempat-tempat yang

sering dikunjungi oleh setiap individu untuk mempermudah setiap pengamatan. Pencatatan data tingkah laku dilakukan antara pukul 06.00 hingga 18.00 WIB. Tabel sociomatrik diolah dengan menggunakan software MATMAN 1.0 untuk menentukan dominansi hirarki dan uji *Spearman rank correlation test*. Kemudian sociogram digambarkan dengan menggunakan aplikasi Sociogram. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, kamera, alat tulis, teropong dan stopwatch.

Tingkah laku yang diamati terhadap individu jantan berupa tingkah laku *submissive* dan *grooming*. Tingkah laku *submissive* dicatat dengan metode *ad libitum* dengan mencatat yang dilakukan oleh individu yang diamati secara tidak sistematis dan acak, sementara itu

pencatatan data tingkah laku *grooming* antar individu menggunakan metode Continuous recording (Altman, 1974) dengan membagi pengamatan menjadi beberapa sesi, selama 20 menit untuk masing-masing sesi (Rizaldi dan Watanabe 2010).

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Total frekuensi *submissive*, *grooming* dan durasi *grooming* serta jumlah pasangan *grooming*

Ranking	Hewan fokal	Total frekuensi <i>submissive</i>	Total frekuensi <i>grooming</i>	Total durasi <i>grooming</i> (detik)	Jumlah pasangan <i>grooming</i>
1	Calak	59	28	4229	11
2	Bony	80	17	1936	7
3	Muls	69	12	1608	6
4	Kenshin	72	14	1489	7
5	Kongo	80	13	1149	5
6	Pipu	51	15	1179	7
7	Brons	42	17	1341	6
8	Frank	58	16	1533	7
9	Hibi	37	9	788	5
10	Ipe	20	6	457	3
11	Raden	28	8	812	4
12	Eca	25	7	537	3
13	Bino	13	8	780	4
14	Tahe	9	2	173	2
15	Erik	8	2	130	1
16	Machida	2	0	0	0
17	Bisping	3	0	0	0

Setelah dilakukan uji linearity dengan MatMan 1.1 didapatkan nilai indeks linearity $h' = 0,97$, $N=17$, $P < 0,001$ yang artinya hirarki antar jantan dewasa monyet ekor anjang sangat linear. Individu dominan menerima sinyal *submissive* dalam jumlah yang banyak dan sebaliknya individu *subordinate* memberikan sinyal *submissive* dalam jumlah yang banyak. Dominansi hirarki dalam kelompok *Macaca fascicularis* sangat jelas terlihat, umumnya tingkah laku agresif terjadi secara searah dan tingkah laku *grooming* sangat berhubungan kuat dengan dominansi hirarki (tabel 1). Setelah dilakukan uji korelasi *spearman rank correlation test*

terhadap data antar tingkah laku *grooming* dan peringkat masing-masing individu yang ada didalam kelompok didapatkan nilai $r = 0,94$ $N = 17$ $P < 0,001$. Yang artinya adalah peringkat setiap individu berkorelasi positif dengan aktifitas *grooming* yang diterima oleh setiap individu. Semakin tinggi peringkat individu dalam kelompok maka akan semakin banyak pula mendapatkan frekuensi dan durasi *grooming* dari individu lainnya yang ada didalam kelompok dan begitu juga sebaliknya. Hal ini jelas mengindikasikan bahwa semakin tinggi peringkat maka akan semakin lama durasi *grooming* yang diterima. Individu tertentu menghabiskan sebagian besar waktunya untuk aktifitas

grooming. Durasi *grooming* dipengaruhi oleh linearitas hubungan antar individu, dimana makin dekat hubungan sosial antar individu maka semakin lama durasi *grooming* dilakukan (Schino, 2001).

Grooming yang telah dilakukan oleh individu *subordinate* dapat mengurangi stres dan membentuk hubungan yang baik dengan individu yang dominan serta mempermudah individu *subordinate* dalam mengakses sumber daya makanan yang ada (Barret dan Henzi, 1999). Meskipun

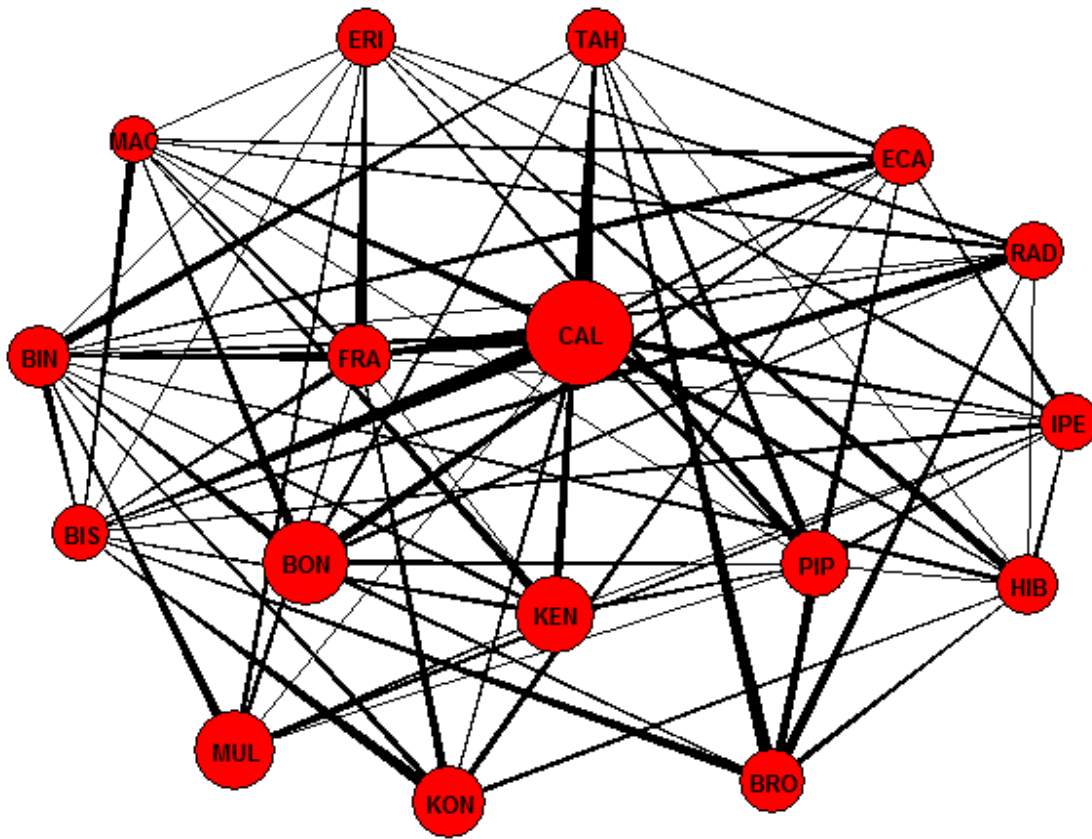
hubungan antar dominansi dan *grooming* sering ditemukan signifikan namun dominansi bukanlah satu-satunya hal yang dapat menentukan terjadinya *grooming*. Keekerabatan atau hubungan keluarga juga bisa menjadi salah satu hal yang mempengaruhi terjadinya *grooming* (Loy dan Harnois (1998). Berdasarkan data interaksi *grooming* maka dihitung derajat sentralitasnya masing-masing individu (tabel2)

Tabel 2 . Derajat sentralitas masing-masing individu

Individu fokal	Derajat sentralitas
Calak	0,68
Bony	0,43
Muls	0,37
Kenshin	0,43
Kongo	0,31
Pipu	0,43
Brons	0,37
Frank	0,43
Hibi	0,31
Ipe	0,18
Raden	0,25
Eca	0,18
Bino	0,25
Tahe	0,12
Erik	0,06
Machida	0,00
Bisping	0,00

Setelah dilakuan uji korelasi antara dominan hirarki dan sentralitas didapatkan korelasi positif yang kuat, semakin tinggi peringkat individu dalam kelompoknya maka akan semakin banyak dan lama individu tersebut berinteraksi dengan individu lain ($r = 0,91$ $N = 17$ $P < 0,001$). Calak sebagai individu dominan memiliki sentralitas yang paling tinggi dibandingkan anggota kelompok lainnya. Jantan yang belum dewasa mewarisi peringkat induk mereka selama kehidupan mereka masih

bergantung kepada induknya (kawamura 1958). Ukuran sentralitas ini menunjukkan pentingnya keberadaan individu tertentu didalam kelompoknya dan kedekatan hubungan antar masing-masing individu didalam kelompok. ketika individu dengan sentralitas yang tertinggi dihilangkan didalam jaringan, jumlah jaringan menurun drastis. Temuan ini menunjukkan bahwa individu dengan sentralitas yang tinggi memainkan peran penting dalam menjaga hubungan jaringan (patricia, 2011)



Gambar2. Sociogram antar jantan dewasa dalam kelompok monyet ekor panjang di Gunung Meru. Masing-masing lingkaran merepresentasikan satu individu focal dan ukuran dari lingkaran merepresentasikan sentralitas individu

Machida dan Bisping sebagai individu dengan peringkat terendah didalam kelompok dengan nilai sentralitas paling rendah atau dapat dikatakan tidak memiliki nilai sentralitas sama sekali. Hubungan antar individu dalam kelompok *Macaca fascicularis* disebut dengan hubungan yang despotik (dominansi individu yang sangat asimetris), yang menandakan bahwa dominansi hirarki dalam suatu kelompok sangatlah menentukan hubungan antar masing-masing individu (Aurelli,1997). Status sosial didalam kelompok akan sangat menentukan sentralitas individu didalam jaringan sosial kelompok tersebut. Dalam hal ini dapat dilihat bahwa individu jantan dewasa *Macaca fascicularis* dengan status sosial paling tinggi yaitu Calak memiliki

sentralitas yang sangat tinggi dalam jaringan sosial kelompoknya (gambar 2). Hal ini terjadi karena tipe hubungan mereka yang despotik, dimana individu yang paling dominan akan menguasai seluruh sumber daya yang ada seperti makanan ataupun akses terhadap betina (Takahashi dan Furuichi, 1998). Calak sebagai individu yang memiliki sentralitas paling tinggi didalam jaringan sosial kelompoknya juga sangat memungkinkan memberikan dampak yang buruk pada kelompoknya, seperti penyebaran penyakit ataupun parasit (Griffin dan Charles, 2012). Dimana hampir seluruh individu yang ada didalam kelompok berhubungan dengannya maka dapat dipastikan setiap individu yang berhubungan tersebut akan terkena penyakit

juga. Menurut (Newman, 2005) Individu dengan sentralitas yang tinggi juga memiliki kontrol terhadap informasi antara satu sama lain dalam kelompok.

Kesimpulan

Dominansi hirarki jantan dewasa monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) di Gunung Meru Padang adalah linear ($h = 0,97$). Peringkat setiap individu berkorelasi positif dengan aktifitas *grooming* yang diterima oleh setiap individu. Semakin tinggi peringkat individu dalam kelompok maka akan semakin sering dan semakin lama pula mendapatkan *grooming* dari individu lainnya begitu juga sebaliknya. Jantan Alfa (Calak) merupakan individu sentral yang memiliki peranan paling kuat didalam jaringan sosial kelompoknya yaitu dengan nilai sentralitas 0,68.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Kurnia Ilham dan Putriana Haragus yang telah banyak membantu dalam proses pelaksanaan penelitian ini dillapangan dan berbagi artikel terkait dengan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Altmann, J. 1974. *Observational Study of Behavior: Sampling Methods*. University of Chicago. United State of America.
- Aurelli. 1997. Differential kinship effect on reconciliation in three species of Macaques (*Macacca fascicularis*, *M. fuscata*, *M. sylvanus*). *Journal of comparative psychology*. Vol 111 (1). 91-99
- Barrett, L and S. P. Henzi. 1999. Market Forces Predict Grooming Reciprocity in Female Baboons. *Proceedings of the Royal Society London* 266: 665-670.
- Bercovitch, F. B. and M. A. Huffman 1999. *The macaques*. In *the nonhuman primates*. Dolhinow, P and A. Fuentes (Ed.), Mayfield Publishing, California 112-120.
- Griffin, H.R and Charles, L.N. 2012. Community structure and the pread of infectious disease in primate social networks. *Evolutionary Ecology* 26: 779-800
- Ilham, K., Rizaldi., J.Nuridin, Y.Tsuji. 2016. Status of urban population of the male long – tailed macaque (*Macaca fascicularis*) in West Sumatera, Indonesia. *Primates* 58: 295-305
- Kawamura, S. 1958. Matriarchal social ranks in the Minoo-B troop: A study of the rank system of Japanese monkeys. *Primates* 1: 148-156
- Lindburg, D.G. 1971. The Rhesus Monkey in North India: an Ecological and Behavioral Study. In: Rosenblum, L.A. (Eds). *Primate behavior: developments in field laboratory research*, vol. 2. Academic Press, New York. 1-106.
- Loy, J and Harnois, M. 1988. An Assessment of Dominance and Kinship among Patas Monkeys: *Primates* 29: 331-342
- Newman, M. 2005. A measure of betweenness centrality based on random walks. *Social Network* 27: 39-54
- Patricia, K and Cedric, S. 2011 Grooming Network Cohesion and the Role of Individuals in a Captive Chimpanzee Group. *American Journal of Primatology* 73:758-767
- Preuschott, S and van Schaik, C. P. 2000. Dominance and Communication. Conflict Management in Various Social Settings. In: F. Aurelli and F.B.M de Waal (Eds). *Natural Conflict Resolution*. University of California Press. Berkley, California. 77-105
- Rizaldi and K. Watanabe. 2010. Early development of peer dominance relationships in a captive group of japanese macaques *Macaca fuscata*. *Current zoologi* 56(2) : 190-197

- Roonwal, M. L. and S. M. Monhot. 1977. *Primates of South Asia*. Harvard University press. Cambridge.
- Schino, G. 2001. Grooming, Competition and Social Rank among Female Primates: A meta-analysis. *Animal Behaviour*. 62: 265-271.
- Septiana, A. 1996. *Tingkah Laku Bermain Beruk (Macaca nemestrina) di Penangkaran Pusat Studi Satwa Primata (PSSP) Lembaga Penelitian IPB Darmaga*. Skripsi Sarjana Biologi FMIPA Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Takahashi, H. and T. Furuichi. 1998. Comparative Study of Grooming Relationships among Wild Japanese Macaques in Kinkazan A troop and Yakushima M troop. *Primates* 39: 365-374.
- Van der Zon, A.P.M. 1979. *Mammal of Indonesia*. UNDP/FAO National Park Development Project. Bogor
- Voelkl, B. And Kasper, C. 2009. A social network analysis of primate group. *Primates* 50: 343-356
- Wasserman, S and K, Faust. 1994. Social Network Analysis: Methods and Applications. In: Granovetter M, (Eds). *Structural Analysis in the Social Science*. Cambridge University press. Cambridge. 825

Karakter Morfologi dan Sitologi Bunga Pepaya Merah Delima

Morphological and cytological characters flower of Papaya Merah Delima

Noflindawati^{1,2}, Aswaldi Anwar², Yusniwati² dan Agus Sutanto¹

¹Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika

²Fakultas Pertanian Universitas Andalas

*Koresponden noflindawariacik@gmail.com

Abstract

The papaya plant has three types of flowering, male flowers, female flowers, and perfect flower (hermaphrodite). The difference in interest affects the shape of the resulting fruit. This study aimed to characterize morphology and cytology of papaya flowers. The study was conducted in Tropical Fruit Research Institute at Solok and Laboratory of SPT at the Biology Department of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Andalas University, Padang, West Sumatra. The research material uses papaya flowers Merah Delima variety from KP. Aripan Balitbu Troipka. The results showed the male flowers of male plants were smaller than the male flowers of the perfect plant. The difference of hermaphrodite flower of pentandria with hermaphrodite elongata flower, among others, the number of stamens, the length of the stem and the size of the ovary. Hermaphrodite pentandria has a number of stamens 5 while elongata has stamens 10

Keyword : female flower, hermaphrodite flowers, male flower, papaya

Pendahuluan

Tanaman pepaya merupakan tanaman *dioceous*, namun juga ada *gynodioceous*, terdapat tiga jenis tanaman berdasarkan tipe pembungaan yaitu tanaman dengan bunga jantan, tanaman dengan bunga betina dan tanaman dengan bunga sempurna (*hermaprodit*). Tanaman pepaya mempunyai sifat pembungaan yang berbeda dengan tipe pembungaan tanaman buah lainnya. Pepaya tipe *dioecious* mempunyai ekspresi seks bunga betina (*pistillate*) pada pohon betina dan bunga jantan (*staminate*) pada pohon jantan. Pepaya tipe *gynodioecious* mempunyai ekspresi seks bunga betina dan bunga *hermafrodit* pada pohon hermafrodit dan bunga jantan pada pohon jantan (Nakasone 1986; Villegas 1997; Magdalita dan Mercado 2003; Ming *et al.* 2007;2010; Jimenez, 2014).

Bunga merupakan alat reproduksi seksual. Bunga dikatakan lengkap apabila mempunyai daun kelopak, daun mahkota, benang sari, putik atau daun buah. Bunga terdiri atas bagian fertil, yaitu benang sari dan daun buah, serta bagian yang steril yaitu daun kelopak dan daun mahkota (Tjitrosoepomo 2005; Rosanti, 2013). Definisi bunga menurut Fahn (1995) adalah

pucuk yang termodifikasi, karena menunjukkan beberapa perubahan dalam pengaturan apeks pucuk. Bunga dianggap ranting yang bersumbu pendek dengan daun yang rapat dan memiliki bentuk khas sesuai fungsinya.

Empat bagian utama dari bunga (dari luar ke dalam) adalah sebagai berikut: a). kelopak bunga atau calyx, b). mahkota bunga atau corolla yang biasanya tipis dan dapat berwarna-warni untuk memikat serangga yang membantu proses penyerbukan; c) alat kelamin jantan atau androecium berupa benang sari; d) alat kelamin betina atau *gynoecium* berupa putik. Putik (*pistillum*) adalah alat kelamin betina, putik terdiri dari bakal buah (*ovarium*), tangkai putik (*stilus*) dan kepala putik (*stigma*). Keseluruhan putik disebut ginasium (*gynaecium*) di dalam ovarium terdapat bakal biji (*ovulum*) (Wardhini dan Iriawati, 2014)

Tanaman betina biasanya memiliki bunga *pistillat*, meski jarang bisa menghasilkan bunga biseksual (*hermaprodit*) (Ram 1996). Pada tanaman pepaya ada terjadi perubahan jenis kelamin tanaman jantan terhadap hermafrodit atau *femaleness* atau sebaliknya. Hal ini dapat

disebabkan faktor suhu dan kelembaban (Storey 1969; Allan et al. 1987; Saran *et al.* 2016). Tanaman hermafrodite, merupakan tanaman yang diharapkan petani karena bentuk buah yang dihasilkan memanjang atau silendris. Perbedaan bentuk bunga terkait dengan bentuk buah yang dihasilkan. Tanaman dengan bunga betina akan menghasilkan buah yang membulat dan bersegi, sedangkan tanaman jantan tidak menghasilkan buah. Tanaman betina atau Femaleness adalah karakter yang paling stabil, paling tidak dipengaruhi oleh variasi musim (Jimenez *et al.*, 2014)

Perkembangan bunga *staminat* (bunga jantan) menyerupai bunga *pistillat* (bunga betina) sampai dengan inisiasi benang sari selanjutnya perkembangan mengarah pada morfologi yang sangat berbeda. Pada bunga *staminat* kombinasi pertumbuhan yang berkerut dan berkembang kesatu tabung stamen yang sama menghasilkan tabung bunga yang panjang (Decraene dan Smets, 1999)

Pohon hermaphrodit memiliki perbungaan yang panjangnya 2,5-25,0 cm, satu poros ke enam bunga biasanya, bunga terminal utama dari tangkai primer dan sekunder yang sempurna. Bunga dari tangkai tersier dan paling bawah mungkin sempurna atau staminate (jantan). Kebanyakan tanaman hermaphrodit dapat mengalami pembalikan seks atau modifikasi. Perubahan jenis kelamin terjadi, dari jantan ke betina, tapi tidak pernah dari betina ke jantan. Bunga hermaphrodit dalam kasus 'elongata' memiliki ovarium memanjang yang berkembang menjadi buah yang berbentuk silindris, pir atau lonjong tergantung pada kultivar atau genotipe. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan secara morfologi bagian-bagian bunga betina, hermaphrodit dan jantan dan inisiasi bagian dalam bunga secara sitologi.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada bunga pepaya varietas Merah Delima yang ditanam di KP. Arian Balai Penelitian Tanam Buah Tropika, Solok. Pengamatan terhadap bunga jantan betina dan

hermaphrodit elongata dan pentandria. Bahan dan alat yang digunakan adalah alkohol, parafin, safranin, malakit green. Pengamatan jaringan bunga dilakukan dengan menggunakan metode Alkohol Xylol (SAS, 1958) yang dimodifikasi serta pengamatan langsung menggunakan mikroskop stereo. Pengamatan secara kuantitatif (moroflogi) bunga dilakukan dengan mengukur langsung bagian bunga baik pada bunga jantan murni, betina, jantan dari tanaman sempurna, bunga sempurna (hermaphrodit) elongata dan pentandria, masing-masing jenis 20 bunga.

Pengambilan sampel untuk sitologi : sampel diambil sebanyak 10 bunga setiap masing jenis bunga (jantan, betina dan hermaphrodit) langsung dimasukkan kedalam alkohol 70%, kemudian sampel difiksasi dalam larutan FAA (formalin : asam asetat : alkohol 95% = 50 ml : 50 ml : 900 ml) untuk setiap 1 liter larutan selama 24 jam. Dehidrasi dalam alkohol dengan konsentrasi 70%, 80%, 90%, dan 100% berturut-turut selama 3x 30 menit. Kemudian Dealkoholisasi bertahap dalam larutan xylol : parafin cair dengan perbandingan 1:3, 1:1, 3:1 dengan lama perendaman masing-masing 30 menit. Kemudian direndam dalam xylol selama 1 jam. Selanjutnya infiltrasi dengan xylol: parafin dalam suhu 58 ° C selama 24 jam pencetakan (blocking) dalam parafin cair, kemudian didinginkan hingga padatan parafin dapat dipotong, pemotongan (embedding) menggunakan mikrotom dengan ketebalan 20 mikron dan sampel diletakkan pada objek gelas yang telah diolesi albumin mayer sebagai perekat .

Selanjutnya pewarnaan dilakukan dengan merendam preparat dalam pelarut dan zat warna safranin dan malakitgreen yang dimulai berturut-turut dari larutan xylol I, xylol II, alkohol 100% : alkohol 100%, alkohol 96%, alkohol 70% + safranin 1 %, alkohol 96 %, (masing-masing larutan 5 menit). Malakitgreen 0,1% selama 5 menit, alkohol 96 %, aquades, alkohol 100%, xylol III, xylol IV, perendaman dalam masing-masing larutan dilakukan selama 5 menit setelah xylol IV sampel ditutup dengan cover glass yang

telah diolesi etelan canada , preparat dibiarkan kering dan dapat diamati dibawah mikroskop .

Hasil dan Pembahasan

Pengamatan langsung pada bunga jantan murni, betina, jantan dari tanaman sempurna ,bunga hermaprodit elongata dan hermaprodit pentandria terlihat pada tabel 1. Rangkaian bunga jantan dari tanaman sempurna berdiri sendiri atau

tunggal berbeda dengan bunga jantan dari tanaman jantan. Ukuran bunga jantan dari tanaman sempurna (*masculus*) lebih besar dibandingkan dengan bunga jantan (*staminate*) dari tanaman jantan (murni).

Panjang mahkota bunga (*corolla*) berkisar 1,4-2,2 cm sedangkan bunga jantan dari tanaman jantan 0,7-1,2 cm, lebar mahkota bunga hanya berbeda sedikit lebih lebar mahkota dari bunga jantan *masculus*.

Tabel 1. Perbedaan secara kuantitatif bunga jantan murni (*staminate*), jantan *masculus*, bunga hermaprodit *elongata* dan *pentandria*

Karakter	Bunga jantan (<i>masculus</i>)	Bunga jantan (<i>staminate</i>)	Bunga betina (<i>femineus</i>)	Hermaprodit Elongata	Hermaprodit Pentandria
	Tunggal	majemuk	tunggal	majemuk	majemuk
Panjang mahkota (cm)	1,4-2,2 Sd 0,12	0,7-1,2 Sd 0,13	3,5-4,9 Sd 0,4	1,8-3 Sd 0,35	4,1- 5, 6 Sd 0,3
Lebar mahkota (cm)	0,5-0,9 Sd 0,11	0,4-0,7 Sd 0,08	0,9-1,5 Sd 0,2	0,7-1,0 Sd 0,09	1,4-1,7 Sd 0,06
Jumlah mahkota	5	5	5	5	5
Bentuk stigma	-	-	bercabang lima	bercabang lima	tidak teratur
Panjang tube (cm)	1-2 Sd 0,25	1,8-2,1 Sd 0,37	-	1,1-1,5 Sd 0,125	-
Diameter tube (cm)	3,75 - 5,5 Sd 0,55	1,1-4,35 Sd 0,86	-	1,9-2,4 Sd 0,15	-
Panjang ovarium(cm)	-	-	1,8-2,9 Sd 0,32	1,4-2,3 Sd 0,34	1,3-2,8 Sd 0,24
Diameter ovarium (mm)	-	-	9,91 – 15,95 Sd 0,19	6,06-9,88 Sd 0,12	17,16-25,65 Sd 0,15
Kedudukan ovarium	-	-	superium	superium	superium
Panjang filament/ tangcai sari (mm)	0,5-1 Sd 0,1	0,2-0,3 Sd 0,03	-	0,5-7 Sd 0,17	1-9 Sd 0,11
Jumlah anther	5	5-6	-	10	5

Jumlah mahkota bunga semua jenis bunga pepaya sama yaitu 5 helai dengan warna hijau kekuningan. Pohon jantan memiliki bunga jantan yang tersusun menggantung pada malai yang panjangnya 25-100 cm. Bunga jantan berbentuk tabung yang ramping dengan panjang kira-kira 2.5 cm. Mahkota bunga terdiri dari lima helai berukuran kecil dengan daun mahkota yang berbentuk terompet dan warnanya kuning cerah (Chan 1994; Villegas 1997).

Bunga jantan memiliki tabung mahkota (*corolla tube*) yang panjang sehingga membentuk terompet. Bunga betina tidak memiliki tabung mahkota, mahkota bunga langsung melekat pada dasar bunga. Mahkota bunga (*corolla*) bunga betina lebih panjang dan lebar dibandingkan dengan mahkota bunga sempurna (*hermaprodit*) elongata berkisar 3,5-4,9 cm dan lebar 0,9-1,5 cm, sedangkan bunga sempurna pentandria 4,1-5,6 cm dan lebar 1,4-1,7 cm. Jumlah benang sari (*stamen*) bunga jantan murni bervariasi ada

5 dan 6, tetapi bunga jantan dari tanaman sempurna tetap berjumlah 5. Bunga jantan murni memiliki benang sari yang lebih pendek dan rapat mengumpul ditengah poros bunga. Menurut Villegas (1997) dan Suketi (2010) perbedaan bunga hermafrodit elongata dan pentandria terletak pada jumlah benang sari dan bentuk putik. Bunga hermaphrodit elongata mempunyai sepuluh benang sari yang tersusun melingkar pada bakal buah, lima bertangkai panjang dan lima lainnya bertangkai pendek.



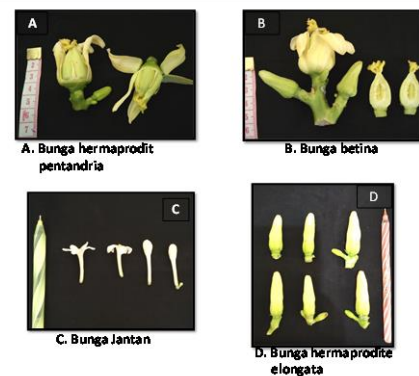
Gambar 1. Susunan benang sari bunga sempurna elongata (A) intermediet (B) dan bunga jantan (C)

Bunga sempurna (*hermaprodit*) terbagi tiga bunga hermaprodit elongate dan hermaprodit pentandria dan intermediet perbedaan yang tegas dari ketiga bunga tersebut adalah jumlah benang sarinya, dimana benang sari bunga sempurna pentandria berjumlah 5 dengan panjang tangkai sari (*filament*) lebih panjang berkisar 0,1 – 1,5 cm sedangkan pada bunga sempurna elongate benang sari berjumlah 10 dengan panjangnya tangkai sari berkisar 0,1-0,7 m yang tersusun berselang seling antara yang penjang dengan yang lebih pendek (Gambar 1). Bunga intermediet memiliki benang sari 8-10 serta bentuk ovarium yang bersekat tidak beraturan.

Bagian organ betina yang paling dominan pada morfologi bunga pepaya adalah bakal buah (*ovarium*), yang terdiri dari tangkai putik (*stilus*) dan kepala putik (*stigma*), dalam bakal putik terdapat bakal biji (*ovulum*). Pada bunga betina besarnya ovarium berkisar 1,8-2,9 cm dengan diameter 9,91 – 15,95 mm sedangkan diameter ovarium bunga sempurna elongate 6,06-9,88 mm lebih kecil dibanding sempurna pentandria 17,16-25,65 mm. Menurut Storey (1986) ; Chan, (1994) dan

Villegas (1997) panjang bakal buahnya 2-3 cm, mahkota bunga terdiri dari lima helai daun mahkota yang melekat di bagian dasar bunga.

Kedudukan ovarium terhadap dasar bunga maka bunga pepaya mempunyai kedudukan **menumpang** (*superum*), berdasarkan perhiasan bunga ovarium pepaya termasuk **hipoginus**. Bakal buah (*ovarium*) pepaya memiliki ruang satu (*unilokular*), bakal biji (*ovulum*) melekat pada dinding ovarium melalui plasenta berdasarkan penempatan plasenta maka buah pepaya termasuk kategori *parietal*. Menurut Sedgley dan Griffin (1989) ovulum menempel pada funikulus dihubungkan oleh plasenta dan ada dua jenis plasentasi pada buah yaitu plasenta tipe parietal dan plasenta axilar. Berdasarkan ruang kepala putik bercabang lima berwarna kuning muda.



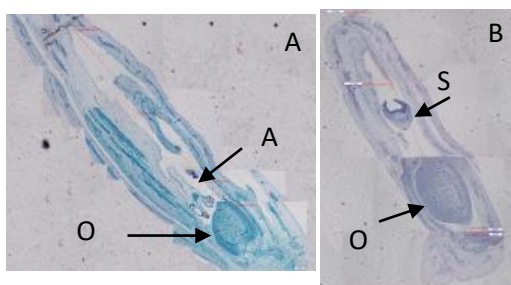
Gambar 2. Perbedaan morfologi bunga hermaprodit pentandria, bunga betina, bunga jantan dan bunga hermaprodit elongata

Gambar 2. Morfologi bunga pepaya hermaprodit pentandria, betina, bunga jantan dan hermaprodit elongata dan hermaprodit antara. Bunga hermafrodit tipe antara mempunyai mahkota bunga berjumlah lima helai, benang sari 2-10 helai yang telah mengalami perubahan bentuk serta letaknya tidak beraturan, maka putik dan benang sari bunga hermafrodit tumbuh tidak wajar dan berbentuk karpeloid atau tidak sempurna. Bakal buah berbentuk

mengkerut dan menghasilkan buah yang bentuknya tidak beraturan Samson,1980).

Hasil pengamatan sediaan preparat dengan irisan longitudinal dibawah mikroskop disajikan pada Gambar 3. Meristem apikal tunas bunga pepaya hermafrodit teramati pada saat pengambilan sampel tunas bunga panjangnya 5-7mm . Tunas bunga betina dan hermafrodit sudah dapat dibedakan dengan pengamatan di bawah mikroskop hasil pengamatan tunas sudah terlihat diferensiasi bakal buah dan anter dan kepala putik (*stigma*).

Hasil pengukuran mikroskopis ovarium pada umur 15 hari bunga sempurna (hermaprodit A) memiliki ukuran 742,86 μm sedangkan ovarium bunga betina (pistilat) 745,93 μm .



Gambar 3. Irisan longitudinal tunas bunga sempurna (A), bunga betina (B), Ov : ovarium; An: Andresium; St ;Stigma

Kesimpulan

Morfologi bunga jantan dari tanaman jantan (*dioecious*) ukurannya lebih kecil dari bunga jantan dari tanaman *gynodioecious*. Perbedaan morfologi bunga sempurna (hermaprodit) pentandria memiliki ukuran bakal buah lebih besar dibandingkan bunga hermaprodit elongate, sehingga buah yang dihasilkan lebih membulat, jumlah benang sari bunga hermaprodit pentandria 5 buah sedangkan hermaprodit elongate 10 buah. Pada umur yang sama ukuran ovarium bunga betina lebih besar dibandingkan bunga hermaprodit.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan

Biologi FMIPA UNAND serta jajarannya atas fasilitas penggunaan laboratorium SPT, Sdr, Alphonsim, SSi dan Irma Yolanda yang membantu kegiatan di laboratorium.

Daftar Pustaka

- Chan YK. 1994. Taksonomi pepaya.. In Chan YK, Raveendranathan P, Raziah ML, Choo ST (eds.). Penanaman Betik. MARDI. Malaysia, Kualalumpur. Malaysia. hal. 2-4
- Chaves G -Bedoya, Mauricio Pulido, Erika Sánchez-Betancourt, Víctor Núñez.2009. RAPD markers for sex identification in papaya (*Carica papaya* L.) in Colombia. 27(2), 145-149.
- FPMIPA . Struktur morfologi Organ Reproduksi pada Tumbuhan ..[diunduh tanggal februari 2018]
- Jimenez Víctor M , Eric Mora- Newcomer dan Marco V. Gutiérrez-Soto. 2014. Biology of the Papaya Plant .Chapter 2. Food Security Center , University of Hohenheim, Stuttgart, Germany
- Magdalita Pablito M and. Mercado Charles P. 2003. Determining the Sex of Papaya for Improved Production. Vegetables and Fruit / Breeding and Seed Production . Food and Fertilizer Technology Center . pp 1-14.
- Ming. Ray, Qingyi Yub,dan Paul H. Moorec 2007. Review Sex determination in papaya. Seminars in Cell & Developmental Biology. (18) 401–408.
- Nakasone HY. 1986. Papaya. Basic flower types in *Carica papaya* L. p.277-301. In Monselise SP (ed.). Handbook of Fruit Set and Development. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida
- Paterson A, Felker P, Hubbell S, Ming R .2008 .The fruits of tropical plant genomics. Trop Plant Biol 1(1):3–19 Paull RE, Gross K, Qiu Y. 1999. Changes in papaya cell walls

- during fruit ripening. *Postharv. Biol. Tech.* 16:78-89.
- Samson JA. 1980. *Tropical Fruits*. 2nd Ed. UK: Longman Inc. 336 p
- SaSs, J. E. 1958. *Botanical Microtechnique*. Second Edition. The Iowa State University Press. Ames. Iowa.
- Sedgley M, Griffin AR. 1989. *Sexual Reproduction of Tree Crops*. CA: Acad. Press. Inc. 378p.
- Suketi K, Poerwanto R, Sujiprihati S, Sobir, Widodo WD. 2010. Analisis kedekatan hubungan antar genotipe pepaya berdasarkan karakter morfologi dan buah. *J. Agron. Indonesia*. 38(2):130-137
- Fahn, A. 1995. *Anatomi Tumbuhan Edisi Ketiga*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Ronse Decraene LP, Smets EF. 1999. The floral development and anatomy of *Carica papaya* (Caricaceae). *Can. J. Bot* 77:582-598.
- Rosanti, D. 2013. *Morfologi Tumbuhan*. Jakarta : Erlangga.
- Saran P. Lal, Ishwar Singh S dan Ravish C. 2016 . *Papaya: Biology, Cultivation, Production and Uses*. Taylor & Francis Group, CRC Press. Boca Raton London New York
- Storey WB. 1986. *Carica papaya*. p. 147-157. In Halevy AH (ed). *Handbook of Flowering*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Tjitrosoepomo G. 2005. *Morfologi Tumbuhan*. UGM press. Yogyakarta
- Villegas VN. 1997. *Carica papaya* L. p. 108-112. In Verheij EWM, Coronel RE (eds.). *Edible Fruit and Nuts. Plant Resources of South-East Asia*. (PROSEA) Foundation. Bogor. Indonesia.
- Wardhini. T dan Iriawati. 2014. *Struktur Bunga, Bagian-bagian Bunga, dan Modifikasinya*. Modul I. Bahan Ajar. Univ Terbuka. 39 hal.

Community Structure of Perifiton Algae River in Batu Asahan Cave in Sumpur Kudus, Sijunjung District, West Sumatra

Struktur Komunitas Alga Perifiton Sungai dalam Gua Batu Asahan di Sumpur Kudus Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat

Izmiarti

Biologi FMIPA Universitas Andalas
Korespondensi: izmiarti_said@yahoo.co.id

Abstract

The cave ecosystem has a unique environment because it receives minimal sunlight and does not even get sunlight at all. Dark conditions in the cave will affect producers such as periphyton algae that live in rivers in caves that need sunlight for photosynthesis. This study aims to determine the periphyton community structure in the river in the Batu Asahan Cave in Sumpur Kudus, Sijunjung District, West Sumatra. This research held in August 2016. The research was carried out by survey method at 3 stations: bright, dim and dark zones. The results showed that periphyton were found as many as 22 species classified as Bacillariophyceae 13 species, Cyanophyceae 5 species, Chlorophyceae and Euglenophyceae each of 2 species. Based on the number of individuals Bascillariophyceae 67.0%, Cyanophyceae 24.49%, Chlorophyceae 4.79% and Euglenophyceae 3.72%. Population density in each zone was low, ranges from 1.26 - 2.82 ind / cm². The dominant species vary in each zone which is the highest shown by *Synedra ulna* (Bacillariophyceae) and *Oscillatoria tenuis* (Cyanophyceae). Diversity index ranging from 2.11-2.47 is not significantly different between zones, indicating the quality of clean water. The equitability index was high (E = 0.88-0.96) show the populations in the community evenly. Similarity index between zones was low (C = 25 - 56%). Fisico-chemical factors of water indicate the quality of clean water supports the life of periphyton algae in the river.

Keywords: Batu Asahan cave, diversity, ekuitability, Periphyton, density, similarity

Pendahuluan

Ekosistem gua menyimpan keanekaragaman hayati yang unik, baik terestrial maupun akuatik. Kondisi gelap dalam gua memungkinkan produsen dan konsumen yang hidup disana berbeda dengan lingkungan di luar gua. Sumber energi dalam gua berasal dari luar (allochthonous), produktivitas mikroorganisme dan bahan organik dari kotoran guano/kelelawar dan burung-burung penghuni gua tersebut. Dengan kondisi demikian hanya organisme yang mampu teradaptasi yang dapat hidup di kawasan ini. Didalam gua yang aktif mengalir sungai yang berasal dari luar

gua dan gua tipe ini sangat dipengaruhi oleh kondisi di luar gua seperti terjadinya banjir pada saat musim hujan (Rahmadi, 2007).

Di sepanjang lorong gua memperoleh intensitas cahaya matahari yang berbeda-beda, bahkan ada bagian yang tidak mendapat cahaya matahari sama sekali. Berdasarkan cahaya matahari tersebut gua dapat dibedakan atas zona terang, remang-remang, gelap dan gelap total. Pada masing-masing zona tersebut diperkirakan komunitas perifiton yang merupakan produsen dalam ekosistem sungai akan berbeda karena cahaya matahari sangat dibutuhkan oleh perifiton

untuk berfotosintesis. Perifiton atau *aufwuchs* adalah algae bentik yang berperan penting dalam ekosistem sungai. Perifiton merupakan produsen primer pada perairan yang membutuhkan cahaya matahari untuk kelangsungan hidupnya (Stevenson *et. al.*, 1996). Hasil fotosintesis dari alga ini menghasilkan oksigen dan senyawa organik yang akan dimanfaatkan oleh alga itu sendiri untuk proses metabolismenya dan sebagian lagi akan tersimpan di dalam tubuh alga dan nantinya merupakan sumber makanan dari konsumen tingkat pertama. Selanjutnya transfer energi ini berlanjut ke konsumen kedua, ketiga dan akhirnya sampai ke konsumen puncak seperti ikan. Namun beberapa jenis ikan herbivora memakan langsung alga tersebut. Peranan penting perifiton lainnya dapat dijadikan indikator biologis suatu perairan baik pada level spesies maupun level komunitas (Thomas & John, 2006).

Sumatera Barat memiliki banyak gua yang didalamnya mengalir sungai-sungai bawah tanah, Salah satunya adalah gua batu Asahan di Sumpur Kudus Kabupaten Sijunjung. Gua ini memiliki sungai yang cukup lebar, airnya bersih beraliran cukup deras, substrat berbatu dan sumber air berasal dari mata air yang terdapat di perbukitan disekitarnya yaitu dari Jorong Kabun. Keanekaragaman hayati di gua tersebut belum banyak dikaji. Informasi yg diperoleh, hanya tentang komunitas makrozoobentos di sungai dalam gua tersebut (Izmiarti dkk., 2017), sedangkan kajian tentang perifiton belum ada informasinya. Sehubungan dengan uraian diatas maka dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui struktur komunitas perifiton sungai didalam gua Batu Asahan di Sumpur Kudus, Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat.

Metode penelitian

Penelitian ini dilakukan bulan Agustus 2016 di Gua Batu Asahan Kenagarian Sisawah, Kecamatan Sumpur

Kudus, Kabupaten Sijunjung, Propinsi Sumatera Barat. Penelitian dilakukan dengan metoda survey. Sampel dikoleksi secara stratified sampling yaitu pada zona terang, zona remang-remang dan zona gelap. Pada masing-masing zona dikoleksi 2 sampel alga perifiton. Sampel diambil dengan menggunakan petak kuadrat ukuran 30 x 30 cm² dan disaring dengan net plankton no. 25.

Faktor fisika kimia pada setiap stasiun yang diukur adalah suhu dengan termometer, intensitas cahaya dengan lux meter, kedalaman dengan meteran, kecepatan arus dengan current meter, TSS dengan metoda gravimetri, O₂ dan BOD dengan metoda titrasi Winkler, CO₂ dengan metoda titrasi standar menggunakan NaOH, dan pH dengan kertas indikator pH.

Identifikasi alga perifiton dilakukan di Laboratorium Ekologi dengan menggunakan mikroskop dan buku acuan terkait seperti: Prescott (1979), Bellinger dan Sigeo (2010), Graham dan Wilcox (2000).

Analisis Data

1. Kepadatan populasi

Kepadatan populasi alga perifiton dinyatakan dengan jumlah individu per luas unit sampling dan dikonversikan menjadi cm².

$$\text{Kepadatan populasi} = \frac{\text{Jumlah individu masing-masing jenis}}{\text{luas unit sampel (cm}^2\text{)}}$$

2. Kepadatan Relatif (KR)

$$\text{KR} = \frac{\text{Kepadatan masing-masing jenis}}{\text{Kepadatan semua jenis}} \times 100\%$$

3. Frekuensi Kehadiran (FK)

$$\text{FK} = \frac{\text{Jumlah sampel yang ditemukan suatu jenis}}{\text{Jumlah semua sampel yang diamati}} \times 100\%$$

4. Indek keanekaragaman jenis (diversity index)

Indeks keanekaragaman yang digunakan adalah indeks keanekaragaman Shannon-wiener:

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

Pi = ni/N

Ni = jumlah individu jenis ke i

N = jumlah seluruh individu

Untuk membandingkan

keanekaragaman antar zona digunakan

uji t berpasangan

(Poole, 1974)

5. Indeks kesamarataan
(equitability index)

$$E = \frac{H'}{H_{maks}} \quad H_{maks} = \ln S$$

Keterangan:

E = Indeks kesamarataan populasi

H' = Indeks keanekaragaman

S = jumlah jenis

6. Indeks Kesamaan komunitas (similarity index)

Indeks kesamaan komunitas antar zona yang digunakan adalah indeks kesamaan

komunitas Sorensen dengan rumus:

$$Q/S = \frac{2C}{A+B}$$

Keterangan:

Q/S = Indeks kesamaan komunitas

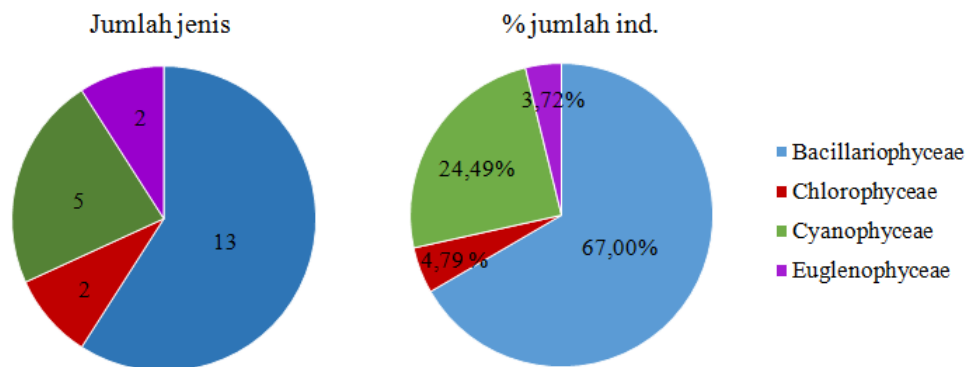
C = Jumlah Jenis yang sama dari dua komunitas yang dibandingkan

A = Jumlah jenis komunitas

B = Jumlah jenis komunitas B

Hasil dan pembahasan

Komunitas alga perifiton yang ditemukan di sungai dalam gua Batu Asahan sebanyak 22 jenis dengan komposisi terdiri dari kelas Bacillariophyceae sebanyak 13 jenis, Cyanophyceae 5 jenis, Chlorophyceae dan Euglenophyceae masing-masing 2 jenis. Berdasarkan jumlah individu komposisinya terdiri dari kelas Bascillariophyceae sebanyak 67,00 %, Cyanophyceae 24,49 %, Chlorophyceae 4,79 % dan Euglenophyceae 3,72 % (Gambar 1).



Gambar 1. Komposisi komunitas alga perifiton di sungai dalam Gua Batu Asahan.

Komposisi yang terbesar dari komunitas alga perifiton baik jumlah jenis maupun persentase jumlah individu ditunjukkan oleh kelas Bacillariophyceae (diatom). Menurut Allan (1995) diatom merupakan spesies mayoritas dalam komunitas perifiton, jumlah jenisnya banyak dan terdistribusi pada seluruh tipe habitat perairan baik lentik maupun lotik.

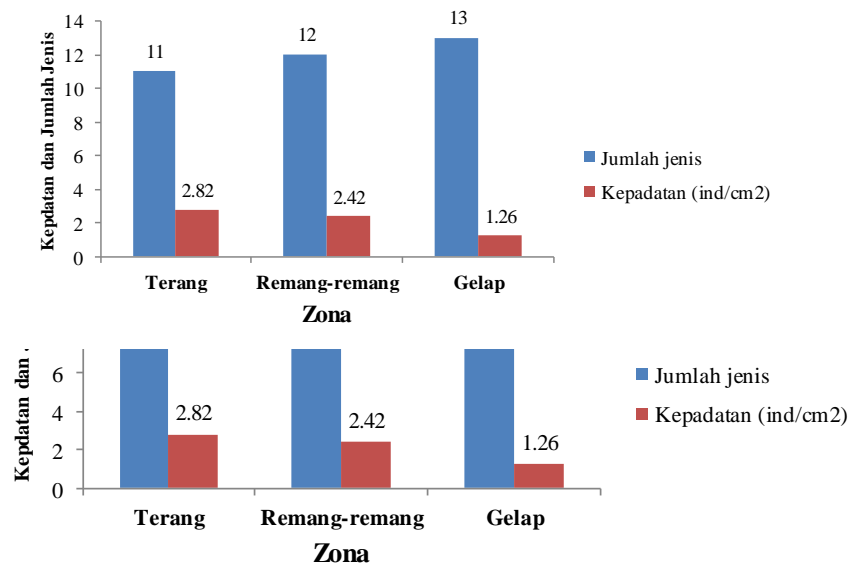
Reproduksinya cepat, mempunyai zat perekat (sekresi mucilaginous), raphe dan tangkai (holdfast) memungkinkan bertahan dengan kondisi perairan yang berarus deras (Stevenson *et al.*, 1996). Selain dari faktor intrinsik diatas faktor lingkungan seperti ketersediaan nutrient, cahaya matahari, suhu dan faktor lainnya juga menentukan. Menurut Haslam (1995)

suhu yang baik untuk pertumbuhan Bacillariophyceae berkisar 20-30°C. Suhu air di Gua Batu Asahan ini berkisar dari 20–23°C (Tabel 3) sesuai untuk kehidupan Bacillariophyceae.

Komposisi terbesar kedua adalah dari Kelas Cyanophyceae. Cyanophyceae merupakan alga hijau biru (blue green algae) kebanyakan hidup berkoloni atau berbentuk filament dan diselaputi oleh matrix gelatin (sheet) memungkinkan untuk menempel pada substrat meskipun kondisi perairan berarus. Chlorophyceae (algae hijau) dan Euglenophyceae ditemukan dalam jumlah sedikit baik jenis maupun individunya. Algae hijau biasanya banyak ditemukan di kolom air sebagai komunitas plankton, melimpah pada di daerah litoral danau yang banyak mendapat cahaya matahari (Cole, 1994.) Sungai dalam gua sedikit mendapat cahaya matahari bahkan ada segmen sungai yang gelap tidak mendapat cahaya

matahari sama sekali, karena itu kurang baik untuk kehidupan Chlorophyceae dan Euglenophyceae.

Jumlah jenis dan kepadatan alga perifiton pada ketiga zona dalam gua tidak jauh berbeda, berkisar 11-13 jenis dengan kepadatan rendah berkisar dari 1,26-2,82 ind/cm². Jumlah jenis di zona gelap sedikit lebih tinggi dari pada zona lainnya akan tetapi kepadatannya lebih tinggi di zona terang (Gambar 2). Terdapat 7 jenis alga perifiton yang ditemukan di zona terang tetapi tidak ditemukan di zona gelap dan 5 jenis tidak ditemukan di zona remang-remang sedangkan 9 jenis yang ditemukan di zona gelap tetapi tidak ditemukan di zona terang. Selain dari faktor intensitas cahaya, semua faktor fisika kimia yang diukur pada ketiga zona tidak jauh berbeda, (Tabel 3) dan berada dalam kisaran yang baik untuk kehidupan organisme akuatik pada umumnya.



Gambar 2. Kepadatan dan Jumlah jenis alga perifiton di sungai pada masing-masing zona dalam Gua Batu Asahan

Respon alga perifiton terhadap kondisi habitat dapat diekspresikan oleh jenis dominan. Pada zona terang jenis yang dominan adalah *Cymbella tumida*, *Suriella robusta*, *Synedra ulna*, di zona remang-remang *Cymbella tumida*,

Gomphonema gracile, *Navicula cuspidate*, dan *Oscillatoria tenuis* sedangkan di zona gelap jenis dominan adalah *C. tumida*, *Navicula cuspidate*, *Synedra ulna*, *Audounella violacea*, *Spirulina subsalsa* dan *Trachelomonas crebea* (Tabel 1).

Dominansi yang tertinggi di zona terang adalah *Synedra ulna* (26,95 % dan FK 100 %), di zona remang-remang *Oscillatoria*

tenuis (26,03 % dan FK 66,67 %) dan pada zona gelap *Trachelomonas crebea* (15,08 % dan FK 33,33 %).

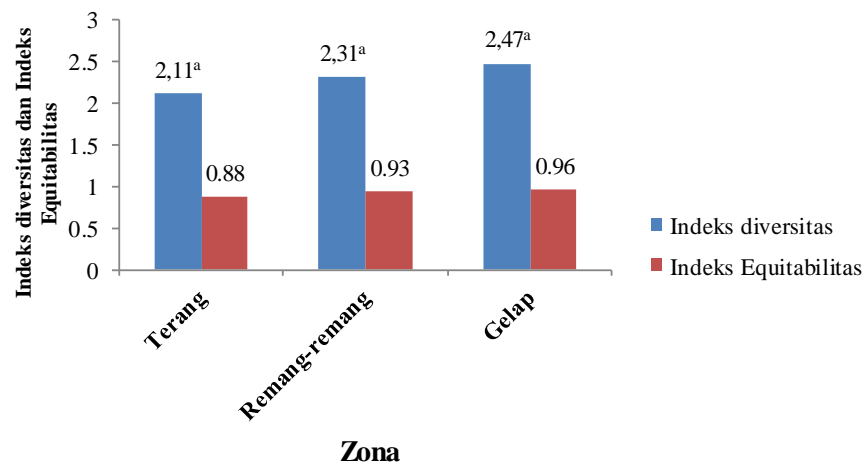
Tabel 1. Jenis-jenis alga perifiton yang dominan ($KR \geq 10\%$) di setiap zona di dalam gua

No.	Jenis alga perifiton	Zona Terang	Zona Remang-remang	Zona Gelap
1	BACILLARIOPHYCEAE <i>Cymbella tumida</i>	18,09	10,33	10,32
2	<i>Gomphonema gracile</i>		10,33	
3	<i>Navicula cuspidate</i>			10,32
4	<i>Navicula lanceolata</i>		10,33	
5	<i>Surirella robusta</i>	18,09		
6	<i>Synedra ulna</i>	26,95		10,32
7	CYANOPHYCEAE <i>Audouinella violacea</i>			10,32
8	<i>Oscillatoria tenuis</i>		26,03	
9	<i>Spirullina subsalsa</i>			10,32
10	EUGLENOPHYCEAE <i>Trachelomonas crebea</i>			15,08

Dominansi *Synedra ulna* di zona terang disebabkan karena kemampuannya untuk melekat pada substrat dan tingkat penyerapan NO_3^- yang lebih tinggi (Lomas dan Gilbert, 2000).

Ocillatoria tenuis paling dominan pada zona remang-remang dengan intensitas cahaya hanya 64 lux (Tabel 3). Jenis ini tergolong kelas Cyanophyceae dimana toleran terhadap intensitas cahaya rendah karena memiliki pigmen phycobilin yang mampu mengumpulkan cahaya matahari yang digunakan untuk proses fotosintesis.

Indeks keanekaragaman jenis alga perifiton di sungai dalam Gua Batu Asahan berkisar dari 2,11 – 2,47 tergolong kriteria sedang. Hasil analisis statistik (uji t) pada taraf kepercayaan 5% menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman pada masing-masing zona tidak berbeda nyata (Gambar 3). Indeks keanekaragaman yang tidak berbeda pada ketiga zona tersebut disebabkan karena jumlah jenis yang tidak jauh berbeda (11-13 jenis) dan kemerataannya hampir sama (E berkisar dari 0,88–0,96).



Gambar 3. Indeks Diversitas dan Equitabilitas alga perifiton pada masing-masing zona di dalam Gua Batu Asahan. Ket: huruf kecil yang sama diatas bar indeks diversitas menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji t pada taraf kepercayaan 5%.

Kesamaan komunitas alga perifiton antar zona berkisar dari 25-56 % (Tabel 2). Kesamaan yang tertinggi

didapatkan antara zona remang-remang dan gelap sedangkan yang paling rendah antara zona terang dan gelap.

Tabel 2. Indeks kesamaan komunitas alga perifiton (%) antar zona di Gua Batu Asahan

Zona	Terang	Remang-remang	Gelap
Terang	-	52,17	25,00
Remang-remang	-	-	56,00
Gelap	-	-	-

Beberapa faktor fisika kimia air pada masing-masing zona tidak memperlihatkan perbedaan yang mencolok, kecuali intensitas cahaya dan tipe substrat dasar pada zona gelap. Intensitas cahaya pada zona terang 1594 lux, zona remang-remang

64 lux dan pada zona gelap 0 lux (Tabel 3). Substrat dasar di zona gelap terdiri dari batu kerikil dan pasir sementara di zona terang dan remang-remang didominasi oleh Batu. Diduga faktor intensitas cahaya dan tipe substrat menentukan kehadiran jenis di masing-masing zona.

Tabel 3. Faktor fisika kimia air sungai pada masing-masing zona di dalam Gua Batu Asahan

No.	Parameter	Zona Terang	Zona Remang-remang	Zona Gelap
1	Intensitas cahaya (lux)	1594	64	0
2	Suhu air ($^{\circ}$ C)	23	20	20
3	Kecepatan arus (cm/det)	66,7	48,0	56,2
4	Kedalaman air (cm)	30	50	30
5	TSS (mg/l)	10	10	10
6	pH	7	7	7
7	O ₂ terlarut (ppm)	6,5	5,2	4,5
8	CO ₂ bebas (ppm)	1,4	0,9	2,3
9	BOD ₅ (ppm)	0,1	0,5	0,5
10	Substrat dasar	Batu	Batu	Batu, kerikil dan pasir

Kesimpulan

Perifiton yang ditemukan sebanyak 22 jenis yang tergolong kelas Bacillariophyceae 13 jenis, Cyanophyceae 5 jenis, Chlorophyceae dan Euglenophyceae masing-masing 2 jenis. Persentase jumlah individu, Bascillariophyceae 67,00 %, Cyanophyceae 24,49 %, Chlorophyceae 4,79 % dan Euglenophyceae 3,72 %.

Jenis dominan sebanyak 10 jenis bervariasi di setiap zona yang tertinggi ditunjukkan oleh *Synedra ulna* (Bacillariophyceae) di zona terang dan *Oscillatoria tenuis* (Cyanophyceae) di zona remang-remang, *Trachelomonas ccrebea* di zona gelap. Indeks keanekaragaman berkisar dari 2,11-2,47 tidak berbeda nyata antar zona, menunjukkan kualitas air bersih. Indeks

kesamarataan tinggi ($E = 0,88-0,96$) menunjukkan populasi-populasi dalam komunitas merata. Indeks kesamaan jenis antar zona 25 – 56 %). Faktor fisika kimia air menunjukkan kualitas air bersih dan mendukung kehidupan perfiton di sungai tersebut

Daftar pustaka

- Allan, D.J. 1995. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. Boston. London
- Bellinger, E.G. and D.C. Sigeo. 2010. *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators*. Wiley-Blackwell. UK.
- Cole, G.A. 1994. *Textbook of Limnology*. Forth ed. Waveland Press, Inc. Illinois.
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan Sumber daya dan lingkungan perairan. Penerbit Kanasius Yogyakarta.
- Graham, L.E. and L.W. Wilcox. 2000. *Algae*. Pranticee Hall. USA
- Haslam, S.M. 1995. *River Pollution and Ecological Perspective*. John Wiley and Chichester. UK.
- Izmiarti, Nofrita, Jabang dan H. Mar'i. 2017. *Komunitas Makrozoobnetos Sungai dalam Gua Batu Asahan, Sijunjung, Sumatera Barat*. Prosiding Semirata BKS-PTN Wilayah Barat. Jambi: 2989 - 2997
- Lomas, M.W and P.M. Gilbert. 2000. Comparisons of Nitrate Uptake, Storage and Reduction in Marine Diatoms and Flagellata. *J. Phycology*. 36: 903-9013
- Prescott, G.W. 1979. *How to Know Freshwater Algae*. Revised Edition. M.W.C. Brown Company Publisher Dubuque. Iowa.
- Rahmadi, C. 2007. *Ekosistem Kars dan Gua*. Puslitbang Biologi LIPI, Jakarta
- Stevenson, R.J., M.L. Bothwell dan R.L. Lowe. 1996. *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystem*. Academic Press. USA.
- Thomas, E.J and J. John. 2006. Diatomms and macrovertebrates as biomonitors of mine-like in Collie, Western Australia. *Journal of the Society of Western Australia*, 89:109-117.

Keanekaragaman Jenis Flora Epifit Di Hutan Kota Pekanbaru, Provinsi Riau dan Kajian Kekerabatannya

Diversity of Epiphytic Floras at City Forest Pekanbaru, Riau Province and Their Relationship Study

Nery Sofiyanti

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. Pekanbaru Bangkinang KM 12.5, Panam, Pekanbaru, Riau. 28295.
Email : nery.sofiyanti@lecturer.unri.ac.id

Abstract

The city forest of Pekanbaru, Riau Province has many host trees for epiphytic flora. This study aimed to identify the epiphytic flora on trees of forest city Pekanbaru. Samples were collected from the field using exploration method. The morphological characters were scored and analysed to construct dendrogram using NTSyst 2. A total of 35 epiphytic florae were identified in this study, and consisted of mosses (12 species), ferns (21 species) and seed plants (2 species). Dendrogram showed that the examined species clustered based on the similarity of morphological characters

Keywords : epiphyte, fern, moss, seed plant.

Pendahuluan

Flora epifit merupakan golongan tumbuhan yang hidup menempel pada tumbuhan lain. Pada umumnya tumbuhan yang banyak ditumbuhi flora epifit mempunyai permukaan batang yang kasar ataupun berpelelepah seperti batang kelapa sawit. Struktur batang seperti ini membuat iklim mikro yang sesuai bagi habitat tumbuhan epifit.

Hutan Kota Pekanbaru Provinsi Riau, terdiri dari banyak pohon yang ditumbuhi oleh tumbuhan epifit, seperti pohon Rambutan, Mangga, Angsana, Pinang, Cemara, Mahoni dan lain sebagainya. Oleh karena itu kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis flora epifit yang dijumpai pada pohon – pohon di Kota Pekanbaru. Kajian flora epifit di Pekanbaru telah dilakukan oleh Sofiyanti (2013) namun hanya paku epifit pada Kelapa Sawit saja. Sementara tumbuhan epifit dan tumbuhan inang lainnya belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis flora epifit di Hutan Kota Pekanbaru dan mengetahui keanekaragamannya.

Metode Penelitian

Pengambilan sampel

Sampel yang diambil adalah flora epifit dari golongan lumut, paku dan tumbuhan berbiji. Koleksi dari lapangan mengacu pada Kamau (1992) setiap jenis yang ditemukan didokumentasikan.

Karakterisasi, identifikasi dan pembuatan kunci identifikasi

Karakterisasi morfologi dilakukan pada setiap jenis. Identifikasi mengacu pada Piggot (1998) dan Sofiyanti *et al.* (2015a), serta penelusuran pada situs : <http://natureloveyou.sg>, <https://rbgweb2.rbge.org.uk/thaiferns/pages/ferns-of-thailand.htm>. Kunci identifikasi yang digunakan adalah kunci dikotom

Analisa data

Hasil identifikasi ditabulasikan dan dibuat skor berdasarkan tabel karakter umum. Hasil skoring dianalisis menggunakan NTSYSTpc 2.2 (Rohlf 2009) untuk mendapatkan matrik similaritas dan dendrogram.

Hasil dan Pembahasan

Hasil inventarisasi flora epifit disajikan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Daftar jenis flora epifit yang ditemukan di hutan Kota Pekanbaru, Riau.

Klasifikasi	Famili	Nama Jenis	
A. LUMUT			
1. Bryophyta	Bryaceae	1 <i>Bryum coronatum</i> Schwagr.	
	Calymperaceae	2 <i>Arthrocnemum schimperi</i> (Dozy & Molk.) Dozy & Molk.	
		3 <i>Calymperes pallidum</i> Mitt.	
		4 <i>Syrhodon albo-vaginatus</i> Schwagr	
		5 <i>Syrhodon aristifolius</i> Mitt.	
		6 <i>Syrhodon prolifer</i> Schwagr.	
	Dicranaceae	7 <i>Leucobryum glaucum</i>	
		8 <i>Leucobryum aduncum</i> Dozy & Molk.	
		9 <i>Leucobryum candidum</i> (Brid. ex P. Beauv.) Wilson	
	Thuidiaceae	10 <i>Thuidium</i> sp.	
	Pilotrichaceae	11 <i>Callicostella papillata</i> var. <i>prabaktiana</i> (Mull.Hal) Streimann.	
2. Marchantiophyta	Pallaviciniaceae	12 <i>Pallavicinia</i> sp.	
B. PAKU			
Polypodiophyta	Glechniaceae	1 <i>Dicranopteris linearis</i> (Burm. f.) Underw.	
	Apleniaceae	2 <i>Asplenium nidus</i> L.	
		3 <i>Asplenium serratum</i> L.	
		Blechnaceae	4 <i>Stenochlaena palustris</i> (Burm. f.) Bedd.
	Davalliaceae	5 <i>Davallia denticulata</i> (Burm. f.) Mett ex Khun.	
		6 <i>Davallia</i> sp1.	
		7 <i>Davallia</i> sp2.	
	Nephrolepidaceae	8 <i>Nephrolepis hirsutula</i> (G. Forst) C. Persl.	
	Polypodiaceae	9 <i>Drynaria sparsisora</i> (Deev.) T. Moore	
		10 <i>Microsorium punctatum</i> C. Copel	
		11 <i>Microsorium pustulatum</i> Copel	
		12 <i>Phymatosorus scolopendria</i> (Burm. f.) Pic. Serm.	
		13 <i>Pyrrosia piloselloides</i> (L.) MG. Price	
		14 <i>Pyrrosia heterophylla</i> (L.) MG. Price	
		15 <i>Pyrrosia longifolia</i> (Burm. f.) CV. Morton	
		16 <i>Pyrrosia lanceolata</i> (L.) Farw.	
		17 <i>Platynerium coronarium</i> (Mull.) Desv.	
		Pteridaceae	18 <i>Vittaria enciformis</i> SW.
			19 <i>Vittaria elongate</i> SW.
			20 <i>Vittaria graminifolia</i> Kaulf.
			21 <i>Vittaria scolopendrina</i> (Bory) Schkuhr ex Thwaites
TUMBUHAN BERBIJI			
Spermatophyta	Orchidaceae	1 <i>Acriopsis liliifolia</i> (J.Koenig) Seidenf.	
		2 <i>Dendrobium crumenatum</i> Sw.	

Pada kajian ini ditemukana 35 jenis flora epifit, yang terdiri dari dari tumbuhan lumut (12 jenis), tumbuhan paku (21 jenis) dan tumbuhan berbiji (2 jenis) .

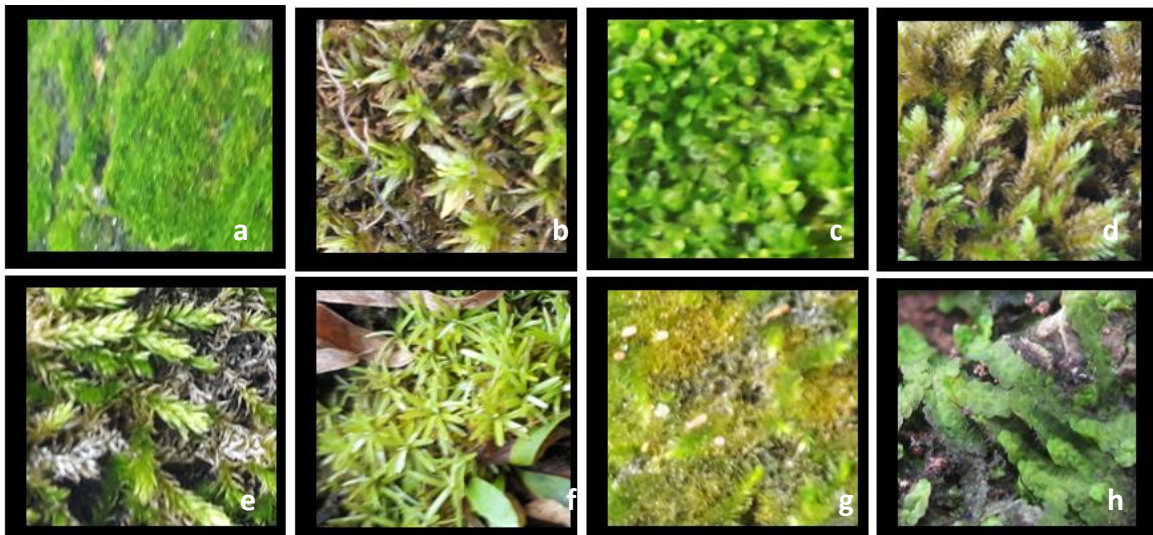
Jenis-jenis lumut epifit

Lumut merupakan tumbuhan tingkat rendah yang memproduksi spora dan belum mempunyai berkas pengangkut (Sofiyanti *et al.* 2017b). Pada umumnya lumut ditemukan di daerah yang lembab dan ternaungi dan

mempunyai peranan penting secara ekologis (Hazel *et al.* 2014). Pada penelitian ini ditemukan 11 jenis lumut dari 6 famili, yaitu 1 famili dari Divisi Marchantiophyta dan 5 famili dari Divisi Bryophyta. Setiap jenis yang ditemukan memiliki karakteristik tersendiri, seperti daun merayap rapat, tegak mengembang, tegak rapat, tersusun spiral mengembang, merayap serta merayap menyerupai thalus (Gambar 1). Anggota Divisi Marchantiophyta dikenal dengan Lumut Hati pada umumnya mempunyai karakteristik tubuh bertalus dengan pertumbuhan merayap, bagian ventral ditumbuhi rhizoid dan bagian dorsal mendukung sporofit. Thalus bercabang hampir dikotom dengan bagian ujung berlekuk (Lavate *et al.* 2018). Jenis Lumut hati yang ditemukan pada penelitian ini adalah *Pallavicinia* sp. yang mempunyai

daun menyerupai thallus (Gambar 1h), yang tergolong Famili Pallaviciniaceae, Ordo Metzgeriales, dan Divisi Marchantiophyta.

Jenis-jenis Bryophyta epifit yang diidentifikasi pada kajian ini tergolong dalam family Bryaceae (1 jenis), Calymperaceae (5 jenis), Dicranaceae (3 jenis), Thuidiaceae (1 jenis) dan Pilotricaceae (1 jenis). Jumlah jenis yang ditemukan pada penelitian ini lebih sedikit dari yang dilaporkan Sofiyanti *et al.* 2017. Anggota Bryophyta dikenal dengan lumut berdaun karena sudah mempunyai struktur daun yang lebih jelas dibandingkan dengan anggota Marchantiophyta (Hazel *et al.* 2014; Crandall-Stotler & Bartholomew-Began 2018).



Gambar 1. Karakteristik morfologi flora epifit golongan lumut a. Daun merayap rapat (*Arthrocormus schimperi*), b. Daun tegak mengembang (*Bryum coronatum*), c. Daun tegak rapat (*Calymperes pallidum*), d dan e. Daun tersusun spiral memanjang (d. *Leucobryum glaucum* e. *Leucobryum aduncum*), f. Daun tegak, rapat mengembang (*Syrhopodon prolifera*), g. Daun merayap (*Thuidium* sp.), h. Daun merayap menyerupai thalus (*Pallavicinia* sp.)

Famili Bryaceae mempunyai rhizoid berwarna coklat, batang tegak dengan panjang batang bervariasi dari sekitar 2 cm sampai 20 cm pada *Rosulabryum subtomentosum*, dan mempunyai daun tersusun spiral dengan warna yang bervariasi seperti putih, hijau keperakan, hijau, hijau kemerahan, coklat merah dan ungu (Spence 2014).

Anggota famili Calymperaceae, mempunyai struktur daun yang terkonsentrasi pada bagian basal seperti dijumpai pada genera yang ditemukan pada penelitian ini yaitu *Arthrocormus*, *Calymperes* dan *Syrhopodon*.

Kunci identifikasi lumut epifit

1a. Lumut berdaun	2
b. Lumut berthallus	<i>Pallavicinia</i> sp.
2a. Pertumbuhan merayap atau agak tegak, batang sedang, hijau.....	3
b. Pertumbuhan merimbun, batang tebal, coklat gelap. <i>Callicostella papillata</i> var. <i>prabaktiana</i>	
3a. Pertumbuhan tegak (acrocarpus), percabangan pinate	4
b. Pertumbuhan merayap, percabangan bi atau tripinate	<i>Thuidium</i> sp.
4a. Warna daun hijau pucat keputihan	5
b. Warna daun hijau atau hijau kekuningan	7
5a. Batang sekitar 15 mm atau lebih, daun hijau keputihan terutama bagian ujung	6
b. Batang sekitar 10 – 12 mm, daun hijau pucat	<i>Leucobryum glaucum</i>
6a. Pertumbuhan sering tersebar, daun bagian ujung putih kehijauan.....	<i>Leucobryum aduncum</i>
b. Pertumbuhan mengelompok, daun ujung hijau sedikit putih.....	<i>Leucobryum candidum</i>
7a. Daun merayap	8
b. Daun tersusun tegak atau tegak mengembang	<i>Bryum coronatum</i>
8a. Tepi daun jelas.....	9
b. Tepi daun dengan batas intralaminar	<i>Calymperes pallidum</i>
9a. Daun hijau kekuningan dengan bercak merah jambu	10
b. Daun hijau tanpa bercak	<i>Arthrocormus schimperi</i>
10a. Basal helai daun melebar, sekitar 6-8 mm, ujung daun melekok	11
b. Basal helai daun lurus, sekitar 4 mm, ujung daun runcing.....	<i>Syrhropodon aristifolius</i>
11a. Tepi helai anak daun bagian atas bergerigi	<i>Syrhropodon albo-vaginatus</i>
b. Tepi helai anak daun bagian atas rata	<i>Syrhropodon prolifer</i>

Jenis jenis paku epifit

Sebanyak 21 paku epifit ditemukan pada kajian ini, dan tergolong dalam 7 famili yang tergolong dalam 2 ordo yaitu Glechneiales, Famili Glecheniaceae (1 jenis) serta ordo Polypodiales dengan 6 famili yaitu Apleniaceae (3 jenis), Blechnaceae (1 jenis), Davalliaceae (3 jenis), Nephrolepidaceae (1 jenis), Polypodiaceae (10 jenis) dan Pteridaceae (4 jenis). Jumlah jenis paku epifit tertinggi dari famili Polypodiaceae hal ini sesuai dengan kajian Sofiyanti (2013), Zhang *et al.* (2013a) dan Sofiyanti *et al.* 2017a. Gambar 2 menunjukkan contoh karakteristik jenis paku epifit yang ditemukan. Glecheniaceae merupakan satu satunya famili dari ordo Glecheniales yang ditemukan pada penelitian ini. Famili Glecheniaceae mempunyai karakteristik habitus yang membentuk semak rimbun, rhizome menjalar panjang dengan pinna mempunyai percabangan pseudodikotom dengan pertumbuhan tunas di antara cabang tersebut (Perrie & Brownsey 2015). Sedangkan sori

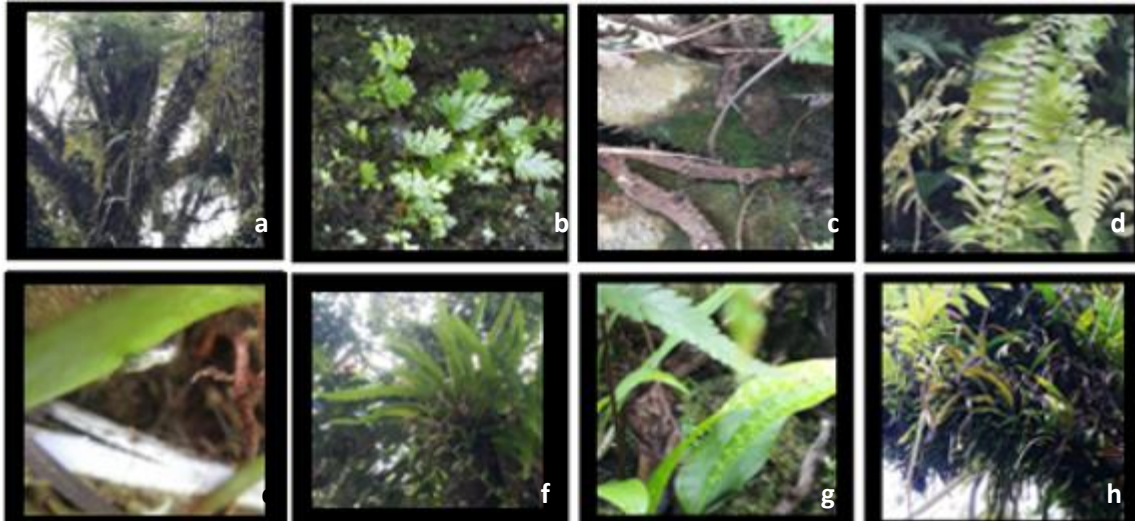
berbentuk orbikular 1 – 3 baris (Jin *et al.* 2013).

Pada ordo Polypodiales ditemukan 6 famili yang mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- Aspleniaceae : rhizome biasanya pendek menjalar atau agak tegak. Pinna mengelompok atau agak jarang (Kramer & Ronald 1990), sori berbentuk garis dan terletak di kanan kiri tulang daun atau anak daun (Lin & Viane 2013).
- Blechnaceae: rhizome tegak atau menjalar, merupakan paku monomorfik atau dimorfik (De Gasper *et al.* 2016), daun muda
- kemerahan dengan sori yang melekat pada sepanjang kanan kiri tulang daun (Wang *et al.* 2013).
- Davalliaceae: pada umumnya epifit dengan rhizome bersisik, menjalar. Daun tersebar, tunggal atau majemuk ganda dengan bentuk lamina triangular dan sori berada pada lekukan pinula (Xing *et al.* 2013).
- Nephrolepidaceae: berdaun majemuk bentuk lanset dan diselubungi rambut

- terutama saat muda, sori berbentuk ginjal dnegan indusium sejati (Xing *et al.* 2013).
- Polypodiaceae: pada umumnya epifit, rhizom menjalar dengan daun dimorfik (Zhang *et al.* 2013b), tebal atau kaku.

- Pteridaceae: umumnya terestrial dan monomorfik, daun tunggal atau majemuk (kaku, menyerupai kertas atau herbaceous) (Zhang *et al.* 2013a), sori yang beragam dari bentuk dan posisinya.



Gambar 2. Contoh karakteristik paku epifit pada Hutan Kota Pekanbaru. a. habitus herba paku epifit pada inangnya, b. Daun majemuk ganda pada *Davallia denticulata*, c. Rhizom merayap bersisik (*Davallia* sp.) d. Daun majemuk (*Nephrolepis hirsutula*), d. Daun tunggal berdaging (*Pyrrosia lanceolata*), e. Daun yang tersusun roset (*Microsorium punctatum*), f. Daun lerlekuk (*Pymatosorus scolopendria*) g. Daun dimorfik (*Pyrrosia longifolia*)

Kunci identifikasi paku epifit

- | | | |
|------|---|-------------------------------|
| 1a. | Batang tidak bercabang atau bercabang tidak beraturan | 2 |
| b. | Batang bercabang dikotom | <i>Dicranopteris linearis</i> |
| 2a. | Sori tersebar di permukaan bawah daun, ujung anak daun atau tepi daun | 3 |
| b. | Sori akrostikoid..... | <i>Senochlaena palustris</i> |
| 3a. | Sori berada di lekukan anak daun | 4 |
| b. | Sori berada di permukaan bawah anak daun atau sepanjang tepi daun | 6 |
| 4a. | Rhizom coklat tua atau coklat kekuningan..... | 5 |
| b. | Rhizom hitam | <i>Davallia</i> sp1. |
| 5a. | Rhizom coklat tua, daun steril sekitar 40 x 20 cm | <i>Davallia</i> sp 2. |
| b. | Rhizom coklat kekuningan, daun steril bias mencapai 70 x 45 cm | <i>Davallia denticulata</i> |
| 6a. | Daun muda hijau | 7 |
| b. | Daun muda hijau kemerahan | 19 |
| 7a. | Daun muda berambut coklat, tidak menghasilkan umbi | 8 |
| b. | Daun muda berambut putih, tebal, berumbi | <i>Nephrolepis hirsutula</i> |
| 8a. | Daun tersusun roset | 11 |
| b. | Daun tersebar sepanjang rhizom | 14 |
| 9a. | Sori berbentuk garis di sepanjang kanan kiri tulang daun atau anak daun | 12 |
| b. | Sori berbentuk bulat, keci tersebar di bawah permukaan daun..... | 13 |
| 10a. | Daun lanset, tengah melebar, hijau tua, sekitar 250 m x 30 cm | <i>Asplenium nidus</i> |
| b. | Daun memanjang, hijau terang, sekitar 200 x17.5 cm | <i>Asplenium serratum</i> |
| 11a. | Daun monomorfik..... | 14 |

- b. Daun dimorfik 15
- 12a. Daun lanset, ujung meruncing..... *Microsorium pustulatum*
 b. Daun memanjang, ujung berlobus dan melebar..... *Microsorium puctatum*
- 13a. Daun tidak mempunyai polimorphisme , rhizome coklat 16
 b. Daun mempunyai polimorfisme, rhizome kehijauan*Phymatosorus scolopendria*
- 14a. Rhizom panjang dan menjalar, daun tersebar 17
 b. Rhizom pendek, daun tersusun menumpuk, daun steril berada di bawah 20
- 15a. Daun steril lancet atau garis 18
 b. Daun steril membulat atau oval *Pyrrosia piloselloides*
- 16a. Daun kaku dan tebal, hijau gelap 19
 b. Daun lebih tipis, hijau terang*Pyrrosia lanceolata*
- 17a. Daun fertil sekitar 15 – 20 cm*Pyrrosia heterophylla*
 b. Daun fertile bias leih dari 30 cm*Pyrrosia longifolia*
- 18a. Daun fertil berlekuk menyirip berlekuk, 40 – 50 x 20 x 25 cm; daun steril lerlekuk, bentuk membulat, 25 x 20 cm*Drynaria sparsisora*
 b. Daun fertil bercabang banyak, menjuntai, bis amencapai 100 cm; daun steril menyerupai mangkuk pada again basal, berdaging dengan bagian ujung lebih tipis, sekitar 25 x 40*Platyserium coronarium*
- 19a. Daun hijau terang, agak tipis, tepi daun agak bergelombang 20
 b. Daun hijau gelap, saat muda kemerahan, tebal, tepi daun rata..... 21
- 20a. Daun berukuran mencapai 50 x 2 cm, tepi agak bergelombang*Vittaria scolopendrina*
 b. Daun berukuran 40 x 0.8 cm tepi rata*Vittaria graminifolia*
- 21a. Daun linear, berukuran hampir sama dari basal sampai ke ujung daun ... *Vittaria ensiformis*
 b. Daun lanset, bagian tengah agak lebar *Vittaria lanceolata*

Jenis tumbuhan berbiji epifit

Pada kajian ini hanya ditemukan 2 jenis tumbuhan berbiji yang epifit di lokasi kajian, yaitu anggrek *Acriopsis liliifolia* (Gambar 3a) dan *Dendrobium crumenatum*

(Gambar 3b) dari famili Orchidaceae. Keberadaan kedua jenis ini juga telah dilaporkan oleh Sofiyanti (2014) yang merupakan anggrek epifit pada pohon rambutan.



Gambar 3. Tumbuhan berbiji yang epifit. a. *Acriopsis liliifolia*, b. *Dendrobium crumenatum*

Kunci identifikasi tumbuhan berbiji epifit

- 1a. Daun tunggal, permukaan pseudobulb beralur kasar, daun memanjang, sekitar 20 x 2.5 cm atau lebih, karangan sekitar 2 - 30 cm; petal 5 mm warna putih kekuningan, tidak beraroma *Acriopsis liliifolia*
- b. Daun majemuk, permukaan pseudobulb agak halus, daun agak oval, sekitar 40 – 60 cm, karangan bunga sekitar 80 cm atau lebih; petal sekitar 4 cm putih, beraroma harum.....*Dendrobium crumenatu*

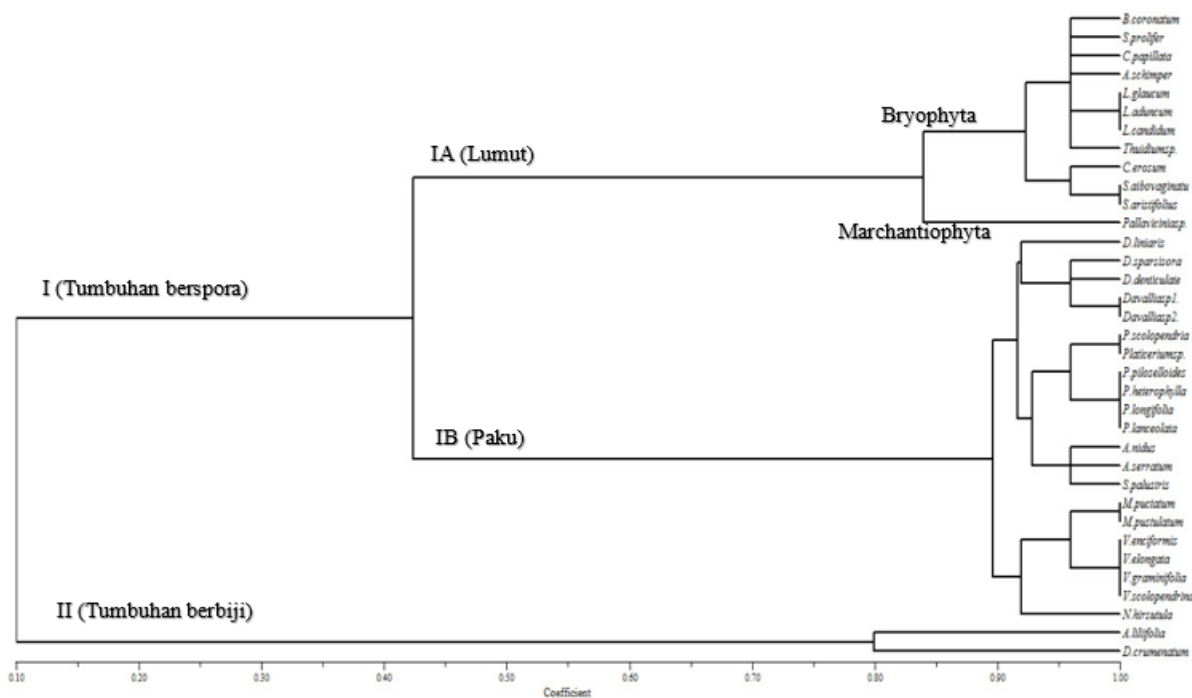
Analisis kekerabatan flora epifit

Karakterisasi morfologi telah dilakukan pada setiap jenis flora epifit yang ditemukan. Hasil karakterisasi dilanjutkan dengan pembuatan skor karakter dan dianalisis menggunakan NTsyst untuk membuat pohon kekerabatan (dendrogram). Gambar 4 menunjukkan dendrogram hasil pengelompokan. Koefisien similaritas yang diperoleh berkisar antara 0.40 – 0.96. Dendrogram hasil pengelompokan menunjukkan 2 kelompok (I dan II) yang semua anggotanya mengelompok pada koefisien similaritas 0.10. karakter yang membedakan kedua kelompok adalah ada tidaknya thalus, spora, berkas pengangkut, dan ada tidaknya bunga, buah dan biji

Kelompok I merupakan kelompok tumbuhan berspora, yang mengelompok pada koefisien similaritas 0.42. Kelompok ini terdiri dari golongan lumut (sub kelompok IA) dan paku (sub kelompok IB). Kedua subkelompok ini menyatu karena mempunyai kesamaan karakter yaitu menghasilkan spora, mempunyai pergantian fase gametofit dan sporofit serta belum mempunyai kormus. Sub kelompok IA terdiri dari semua jenis lumut dan

mengelompok pada koefisien similaritas 0.42. Tumbuhan lumut tidak mempunyai berkas pengangkut dan generasi yang dominan adalah generasi gametofit, karena gametofit mempunyai siklus hidup yang lebih lama dan mendukung sporofit (Sofiyanti *et al.* 2017a). Pada sub kelompok ini, jenis lumut *Pallavicinia* sp. (Divisi Marchantiophyta) memisah dari jenis lumut lainnya yang tergolong Divisi Bryophyta.

Pada anggota Marchantiophyta, masih mempunyai tubuh yang bertalus, merayap dengan bagian ventral ditumbuhi rhizoid dan bagian dorsal mendukung arkegonia dan antheridia. Sedangkan Divisi Bryophyta merupakan lumut daun yang tumbuh tegak dan pada umumnya sudah mempunyai daun yang jelas. Anggota Bryophyta mengelompok pada koefisien similaritas 0.92 yang menunjukkan hubungan kekerabatan yang dekat karena persamaan karakter yang tinggi. Sedangkan pada sub kelompok IB terdiri dari semua jenis golongan paku, mempunyai persamaan karakter yaitu sudah mempunyai berkas pengangkut sederhana (Sofiyanti *et al.* 2015, 2017)



Gambar 4. Dendrogram hasil pengelompokan jenis-jenis flora epifit di Hutan Kota Pekanbaru, Riau

Pada umumnya berkas pengangkut yang ditemukan pada tumbuhan paku adalah protosteles. Tipe ini menunjukkan bahwa xylem berada di tengah dan dikelilingi oleh floem tanpa adanya empulur. Karakter lain yang dimiliki tumbuhan paku adalah generasi yang dominan merupakan generasi sporofit, yang mempunyai siklus hidup panjang dan menghasilkan spora saat dewasa. Sedangkan gametofit pada tumbuhan paku berumur pendek dan jarang dijumpai.

Pada dendrogram, Kelompok II hanya terdiri dari 2 jenis tumbuhan berbiji (Spermatophyta) yang mengelompok pada koefisien similaritas 0.80. kedua jenis tersebut adalah *Acriopsis liliifolia* dan *Dendrobium crumenatum*. *Acriopsis liliifolia* mempunyai bunga majemuk dengan diameter bunga tunggal sekitar 5mm, dan pada bagian labelum berwarna kuning dan tepal berwarna putih. Sedangkan *Dendrobium crumenatum* mempunyai karangan bunga lebih panjang, bias mencapai 50 cm atau lebih dengan bunga putih (Sofiyanti 2014).

Kesimpulan

Pada kajian ini ditemukan 35 jenis flora epifit di Hutan Kota Pekanbaru yang terdiri dari tumbuhan lumut (12 jenis), tumbuhan paku (21 jenis) dan tumbuhan berbiji (2 jenis).

Daftar Pustaka

- Crandall-Stotler BJ & SE. Bartholomew-Began. 2018. *Morphology Of Mosses (Phylum Bryophyta)*. (Diakses : 10 November 2018). [Http://Flora.Huh.Harvard.Edu/Flora/data/001/Webfiles/Fna27/Fna27-Chapter1.Pdf](http://Flora.Huh.Harvard.Edu/Flora/data/001/Webfiles/Fna27/Fna27-Chapter1.Pdf).
- De Gasper A, V Dittrich, AR Smith & S. Alexandre. 2016. A classification for Blechnaceae (Polypodiales: Polypodiopsida): New genera, resurrected names, and combinations. *Phytotaxa*. 275. 191-227. 10.11646/phytotaxa.275.3.1.
- Gupta, VN. and AK Asthana. 2016. Present Status Of Family Dicranaceae (Bryophyta) In Pachmarhi Wildlife Sanctuary, Central India *Reesa Taiwania* **61**(3): 253–259 Doi: 10.6165/Tai.2016.61.253 253
- Hassel, K., H. Zechmeister and T Prestø. 2014. Mosses (Bryophyta) And Liverworts (Marchantiophyta) Of The Zackenberg Valley, Northeast Greenland. *Lindbergia* **37**: 66–84, 2014
- Ireland RJ. 2007. Dicranaceae Schimper . *Flora Of North America* **27**: 358 – 372.
- Jin, X.F., B.Y. Ding & K. Iwatsuki. 2013. Gleicheniaceae. Pp. 110–115 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China, Vol. 2–3 (Pteridophytes)*. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Klazenga, N. 2012. Australian Mosses Online. 33. *Dicranaceae*. http://www.anbg.gov.au/abrs/Mosses_online/Dicranaceae.pdf (2012)
- Kramer, K. and R. Viane 1990. Aspleniaceae. 52-57. (In *The Families and Genera Of Vascular Plants*. Edited By K. Kubitzki Vol. I: Pteridophytes. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. 10.1007/978-3-662-02604-5_14.
- Lavate R., Patil S, Dongare M, Sathe S & Magdum S. 2018. *Pallavicinia lyellii* (Hook.) Gray, (Pallaviciniaceae): an addition to the hepatic flora of Maharashtra, India. *Plant Science Toda* 2(4): 192 – 196.
- Lin, Y.X. & R. Viane. 2013. Aspleniaceae. Pp. 267–316 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China, Vol. 2–3 (Pteridophytes)*. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Perrie R. and P.J. Brownsey. 2015. *Flora of New Zealand [electronic resource] : ferns and lycophytes. Fascicle 12, Gleicheniaceae / L.R. Lincoln, N.Z. : Manaaki Whenua Press.*

- Piggott, A.G. 1998. Fern of Malaysia in Color. Tropical Press Sdn.Bhd., Malaysia.
- Silva AG. and PB Schwartzburd. 2016. Ferns of Viçosa, Minas Gerais State, Brazil: Polypodiaceae (Polypodiales, Filicopsida, Tracheophyta). *Hoehnea* **44**(2): 251-268. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-95/2016>
- Soares AER and Câmara PEAS. 2015. A new species of Thuidium (Thuidiaceae) from Brazil, and a key to the Brazilian. *The Bryologist* **118**(2), pp. 178–183
- Sofiyanti, N. 2013. The diversity of epiphytic fern on the oil palm tree (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Pekanbaru, Riau. *Jurnal Biologi Jurusan Biologi FMIPA Udayana*, XVII (2)
- Sofiyanti N. 2014. Perbandingan morfologi dua jenis anggrek epifit pada pohon rambutan (*Nephelium lappaceum*): *Acripsis liliifolia* dan *Dendrobium crumenatum* ,*Jurnal. Biologi Lingkungan Al Kauniyah* **7**(1):
- Sofiyanti N, D. Iriani, A.A. Roza. 2015a. *Morfologi tumbuhan Paku di Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim, Riau*. Unri Press, Pekanbaru.
- Sofiyanti N, Iriani D, Fitmawati, Roza AA. 2015b. *Stenochlaena riauensis* (Blechnaceae), A new fern species from Riau, Indonesia. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy* **22**(2): 137-14. DOI <http://dx.doi.org/10.3329/bjpt.v22i2.26075>.
- Sofiyanti N, Iriani D, Fitmawati, and Marpaung, A.A. 2017a. A Note on the Fern (Pteridophyte) Diversity from Riau. *Applied Science and Technology* **1**(1): 478 – 481.
- Sofiyanti, N., Fitmawati, FS. Fastanti 2017b. *Tumbuhan Lumut Bryobiotina di Provinsi Riau*. UNRI Press.
- Wang, F.G., F.W. Xing, S.Y. Dong & M. Kato. 2013. Blechnaceae. Pp. 411–417 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China 2–3 (Pteridophytes)*. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Xing, F.W., F.G. Wang & H.P. Nootboom. 2013. Davalliaceae. Pp. 749–757 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China 2–3 (Pteridophytes)*. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Xing, F.W., F.G. Wang & P.H. Hovenkamp. 2013. Nephrolepidaceae. Pp. 727–729 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China 2–3 (Pteridophytes)*. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press
- Zhang, G.M., W.B. Liao, M.Y. Ding, Y.X. Lin, Z.H. Wu, X.C. Zhang, S.Y. Dong, J. Prado, M.G. Gilbert, G. Yatskievych, T.A. Ranker, E.A. Hooper, E.R. Alverson, J.S. Metzgar, A.M. Funston, S. Masuyama & M. Kato. 2013a. Pteridaceae. Pp. 169–256 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China 2–3 (Pteridophytes)*. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Zhang, X.C., S.G. Lu, Y.X. Lin, X.P. Qi, S. Moore, F.W. Xing, F.G. Wang, P.H. Hovenkamp, M.G. Gilbert, H.P. Nootboom, B.S. Parris, C. Hafler, M. Kato & A.R. Smith. 2013b. Polypodiaceae. Pp. 758–850 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China 2–3 (Pteridophytes)*. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.

Paku Kawat *Lycopodiella cernua* (L.) Pic. Serm. (Lycopodiaceae-Lycopodiales) dari Provinsi Riau – Kajian Morfologi dan Sekuen DNA berdasarkan Primer *RBCL*

Club Moss *Lycopodiella cernua* (L.) Pic. Serm. (Lycopodiaceae-Lycopodiales) From Riau Province – Morphological Study and Its DNA Sequence Based on *RBCL* Primer

Nery Sofiyanti, Mayta Novaliza Isda

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. Pekanbaru Bangkinang KM 12.5, Panam, Pekanbaru, Riau. 28295.
Email : nery.sofiyanti@lecturer.unri.ac.id

Abstract

Moss club (*Lycopodiella cernua*) is one of fern members distributed in Riau Province. The aimed of this study were to characterized the morphological characters and to analyzed its DNA sequence based on *rbcl* primer. Samples were collected from the field, documented and characterized the morphological charaters. DNA were isolated and amplified using PCR method and *rbcl* primer. DNA sequnces were then analyzed using BLAST *Lycopodiella cernua* collected from Riau Province was characterized by having creeping and erect rhizome that covered by microphyl, and terminal strobili. *Rbcl* fragmen of *Lycopodiella cernua* was succsesfully amplified with 643 bp length. BLAST result confirmed the *rbcl* fragmen of this club moss.

Keywords: club moss, DNA, morphology, rbcl.

Pendahuluan

Paku kawat *Lycopodiella cernua* merupakan salah satu paku yang mempunyai daun bertipe mikrofil yang ditemukan di Provinsi Riau (Sofiyanti *et al.* 2015). Jenis ini tergolong dalam Famili Lycopodiaceae, Ordo Lycopodiales (Wikstrom & Kenrick 2000) kelas Lycopsidea. Pada umumnya anggota Lycopodiaceae mempunyai karakteristik rizom yang menjalar dengan cabang tegak, daun kecil dan menyerupai sisik tersusun pada seluruh permukaan batang, sporangia tersusun terminal pada ujung cabang membentuk strobilus (Zhang & Iwatsuki 2013).

Lycopodiella cernua pada umumnya merupakan paku helofit, yaitu paku yang hidup pada habitat yang sedikit berair (Zhang & Iwatsuki 2013). Namun inventarisasi paku ini di Provinsi Riau menunjukkan adanya tipe habitat yang berbeda, yaitu terestrial pada daerah terbuka maupun teraungi serta pada daerah berair

(helofit) (Sofiyanti *et al.* 2015; Sofiyanti & Isda 2017 dan 2018. *Unpubl.*).

Dewasa ini, kajian sistematika tumbuhan termasuk tumbuhan paku telah menggunakan pendekatan data molekuler yang berkaitan dengan karakteristik pita atau pun sekuen DNA. Salah satu penanda DNA untuk mengetahui karakteristik sekuen DNA adalah ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (*rbcl*) (Gielly & Taberlet 1994; Wikstrom & Kenrick 2000, 2001, 2008; Ebihara 2011; Bafeel *et al.* 2012) karena menunjukkan adanya variasi sekuen pada jenis yang berbeda sehingga dapat digunakan dalam identifikasi dan klasifikasi tumbuhan termasuk tumbuhan paku (Hasebe 1995).

Pada golongan tumbuhan paku, analisis DNA dengan primer *rbcl* telah dilakukan pada Famili Hymenophyllaceae, genus *Trihomanes* (Dubuisson *et al.* 2003) serta Famili Cyatheaceae, Lycopodiaceae dan Ophiglossaceae (Ebihara 2011). Kajian

ini bertujuan untuk mengkarakterisasi morfologi Paku Kawat *Lycopodiella cernua* dari Provinsi Riau serta menganalisis sekuen DNA menggunakan primer *rbcl*.

Metode Penelitian

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel di lapangan dilakukan dengan metode eksplorasi. Untuk kajian morfologi sampel yang diambil adalah individu dewasa yang sudah menghasilkan spora. Sampel didokumentasikan dan dibuat herbarium. Nama ilmiah dan sinonim dicek di situs www.theplantlist.org. Sedangkan untuk analisis DNA sampel yang diambil adalah daun muda. Sampel dimasukan kedalam plastik dan diberi label, kemudian sampel disimpan dalam lemari pendingin 4C sampai digunakan. Tabel 1 menyajikan sampel yang diamati

Tabel 1. Sampel *Lycopodiella cernua* untuk karakterisasi morfologi

No	Lokasi	Kode spesimen
1	Panam, Pekanbaru	LCP*, LCP2, LCP3, Nery 2017; LCP4 Nery 2018
2	Bagan Siapi Api, Rokan Hilir	LCB1, 2017 Nery & Kusnita
3	Koto Gasip, Siak	LCS1, LCS2 Nery 2017
4	Pandau, Kampar	LCK Nery 2018

* Sampel yang digunakan untuk isolasi DNA

Analisis DNA dilakukan di di Laboratorium Genetika, Jurusan biologi FMIPA Universitas Riau, yaitu meliputi isolasi DNA, elektroforesis hasil isolasi DNA, amplifikasi menggunakan PCR, elektroforesis hasil amplifikasi PCR serta pembuatan sekuen DNA (untuk sekuen DNA dilakukan di PT Genetiak Science, Jakarta).

Isolasi DNA dan elektroforesis hasil isolasi: Isolasi DNA dilakukan menggunakan DNA isolation Kit (Thermo Fisher Scientific). DNA hasil isolasi kemudian di cek dengan metode elektroforesis menggunakan agrose

0.8 % dalam Bufer TAE. Untuk mengetahui kuantitas DNA maka digunakan marker 100 bp (Vivantis).

Amplifikasi PCR dan elektroforesis hasil PCR

Polymerase Chain Reaction (PCR) dilakukan. dengan menggunakan Gradient Master Cycle Eppendorf. Komponen PCR mengacu pada protokol Dream Taq Green PCR Master Mix (Thermo Fisher Scientific). Primer yang digunakan pada amplifikasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sekuen Primer *rbcl* untuk analisi PCR

Primer	Sekuen
rbcla-F	ATGTCACCACAAACAGAGACT AAAGC
rbcla-R	CTTCTGCTACAAATAAGAATC GATCTCTCA

Sumber: Hasebe *et al.* 1994; Maloukh *et al.* 2017.

Siklus PCR mengacu pada kajian Watto *et al.* (2016) dengan modifikasi, yaitu sebagai berikut: Denaturasi awal (94°C) 2 menit, 30 siklus (Denaturasi (94 °C) 1 menit, Annealing primer (56 °C) 1 menit), Pemanjangan akhir (72 °C) 10 menit, Penyimpanan 4 °C. Hasil PCR dilanjutkan dengan elektroforesis menggunakan 1.5 % agarose dengan buffer TAE. Untuk mengetahui kuantitas dan kualitas hasil PCR digunakan marker 100 bp dan 1KB (Vivantis).

Sekuen DNA dan Analisis BLAST

Hasil PCR kemudian dilanjutkan dengan melakukan sekuen (PT Genetika Science). Hasil sekuen berupa Chromas file, diedit dengan software *Biological Sequence Alligment Editor* (BioEdit). dan disajikan dalam bentuk Fasta file. Kemudian dilanjutkan dengan analisis *Basic Local Alligment Search Tool* (BLAST) untuk mengetahui keserasian sekuen *rbcl* dengan data di NCBI. Pembuatan pohon kekerabatan juga dilakukan dengan BLAST berdasarkan *BLAST pairwise alignment* dengan metode *fast minimum evolution*.

Tabel 3 menunjukkan situs software Chromas, BioEdit dan BLAST.

Tabel 3. Situs software Chromas, BioEdit dan BLAST

Program	situs
Chromas	https://technelysium.com.au/wp/chromas/
BioEdit	http://www.mbio.ncsu.edu/BioEdit/bioedit.html
BLAST	https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi

Hasil Dan Pembahasan

Taxonomic treatment

Lycopodiella cernua (L.) Pic. Serm. Webbia 23(1): 166 1968.

Deskripsi: Terrestrial. Rhizom merayap, panjang, bercabang merayap atau tegak

mencapai 100 cm, warna hijau. Daun mikrofil, isophilus, menyelubungi batang dan cabang, ujung runcing dan melengkung ke atas, ukuran sekitar 0.5 x 2.5 – 4.0 mm. Strobili terminal pada ujung cabang, sekitar 9 – 10 mm, melengkung ke bawah.

Sinonim

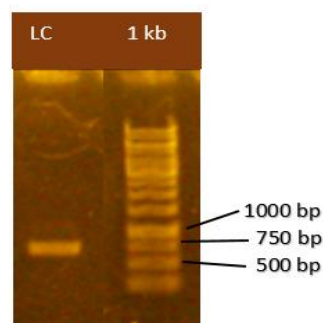
Lepidotis cernua (L.). P. Beauv., *Lycopodiella cernua* var. *cernua*, *Lycopodiella boryanum* A. Rich., *Lycopodium capillaceum* (Spring) Hieron, *Lycopodium cernuum* L. *Lycopodium cernuum* var. *capillaceum* Spring., *Lycopodium cernuum* var. *panamanse* Nessel, *Lycopodium cernuum* var. *watsonianum* Nessel, *Lygodium hesschii* Mull. Har., *Lygodium moritzii* O.F. Mull., *Pahilhanhea capillacea* (Spring) Holub, *Pahinhaea cernua* (L.) Franco & Vasc.



Gambar 1. Morfologi *Lycopodiella cernua* dari Provinsi Riau. Kiri: Habitus, tengah : daun pada batang utama, kanan : daun pada ujung cabang yang mendukung strobilus.

Amplifikasi PCR

Hasil amplifikasi PCR fragmen rbcL dari *Lycopodiella cernua* menunjukkan pita tunggal dengan panjang sekitar 650 bp (Gambar 2). Setelah amplifikasi PCR, dilanjutkan dengan proses sekuen DNA.



Gambar 2. Hasil amplifikasi PCR fragmen *rbcl* *Lycopodiella cernua*

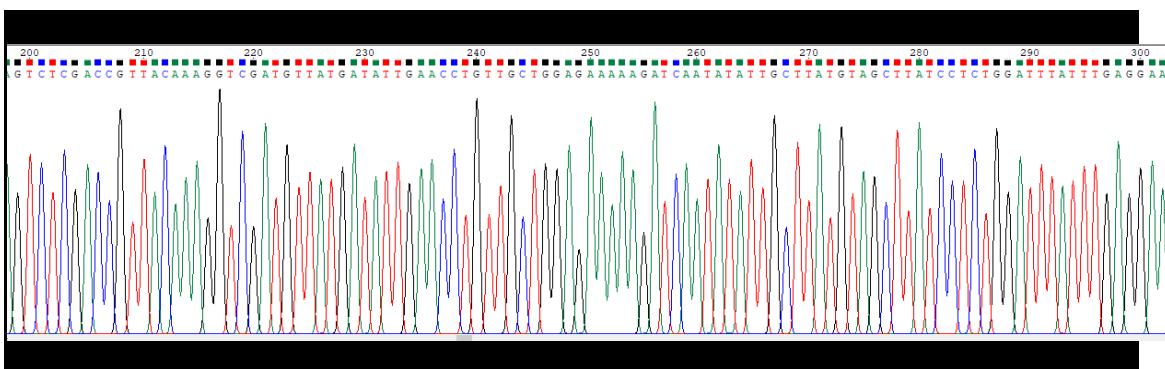
Sekuen DNA dan BLAST

Hasil sekuen disajikan dalam Chromas file (gambar 3) dalam bentuk kromatogram. Kromatogram hasil sekuen menggunakan primer *rbcla*-F menunjukkan hasil yang baik hal ini ditunjukkan dengan adanya *peak* tunggal untuk setiap basanya.

Sekuen fragmen *rbcl* dari *Lycopodiella cernua* yang diperoleh menggunakan primer *rbcla*-F dan *rbcla*-R diedit menggunakan BioEdit. Kemudian sekuen disimpan dalam Fasta File untuk dilanjutkan dengan analisis BLAST. Tabel 4 menunjukkan hasil BLAST Paku Kawat *Lycopodiella cernua* dari Riau dengan sekuen *rbcl* dari aksesori yang tersimpan dalam data NCBI dengan nilai keserasian 99 % dengan spesies *Lycopodiella glaucescens*, *Lycopodiella pendulina*, *Palhinhaea tomentosa* dan juga spesimen dari jenis yang sama (*Lycopodiella . cernua*) Dari tabel tersebut dapat diketahui deskripsi

sekuen yang disajikan, nilai *Max Score*, *Total Score*, persentase *Query Coverage*, *E Value*, persentase *Identity* serta no aksesori.

Pada deskripsi diuraikan mengenai nama jenis dan fragmen yang diamplifikasi, yaitu jenis yang tergolong genus *Lycopodiella* dan *Palhinhaea*. Kedua genus ini tergolong dalam famili yang sama yaitu *Lycopodiaceae* (Zhang & Iwatzuki 2013). Selain nama jenis, pada deskripsi juga diketahui bahwa fragmen yang teramplifikasi sesuai dengan data pada NCBI yaitu fragmen *rbcl*. Untuk nilai *Max Score* menunjukkan score keserasian tertinggi segmen yang disejajarkan dari sekuen yang sama pada database (Fassler & Cooper 2011). Sedangkan persentase *Query Coverage* (QC) menunjukkan persentase nukleotida yang serasi dengan sekuen yang ada di database NCBI. Pada tabel 4 diketahui nilai QC berkisar pada 92% sampai 98 %.



Gambar 3. Bagian kromatogram hasil sekuen fragmen *rbcl* *Lycopodiella cernua* (200 – 300 bp).

Nilai Expectation Value (EV) menggambarkan jumlah perbedaan pensejajaran dengan skor yang sesuai yang diharapkan ada pada database (Fassler & Cooper 2011). Semakin tinggi nilai EV maka semakin tinggi perbedaannya, sedangkan nilai EV yang mendekati 0 menunjukkan tingkat homologi sekuen yang tinggi. Pada tabel 4 diketahui bahwa nilai EV pada semua aksesori adalah 0.0. Sedangkan persentase *Identity* (ID) merupakan persentase kesamaan tertinggi dari suatu segmen sekuen dengan subyek sekuen yang sama. Pada kajian ini nilai ID

99 % dijumpai pada 6 aksesori (Tabel 3), 4 aksesori merupakan genus *Lycopodiella* dan 2 aksesori dari genus *Palhinhaea*.

Gambar 4 menunjukkan contoh pensejajaran sekuen *Lycopodiella cernua* dari Provinsi Riau dengan salah satu aksesori yang mempunyai keserasian 99 % yaitu *Lycopodiella glaucescens*. Panjang nukleotida dari *Lycopodiella cernua* Riau yang teramplifikasi menggunakan primer *rbcl* adalah 643 bp. Hasil pensejajaran pada gambar 4 menunjukkan bahwa keserasian sekuen dimulai pada urutan nukleotida ke – 35. Dari 609 nukleotida yang disejajarkan,

terdapat 605 nukleotida yang serasi dan 4 gap.

Pada sekuen *rbcl Lycopodiella cernua* dari Provinsi Riau, gap dijumpai pada urutan nukleotida ke 620, 623, 632 dan 635. Gap pada sekuen DNA menunjukkan adanya mutasi, baik itu *insertion* (penyisipan) maupun *deletion* (pengurangan) suatu nukleotida, atau yang dikenal dengan istilah *indels* (Evans & Warnow 2018). Menurut Yamuna &

Elakkiya (2015) adanya gap pada sekuen DNA saat proses pensejajaran ditandai dengan tanda *dash* seperti terlihat pada gambar 4, hal ini bertujuan untuk menyamakan panjang dari sekuen yang disejajarkan.

Tabel 4. Hasil BLAST fragmen *rbcl Lycopodiella cernua* dari Riau

Description	MS	TS	QC (%)	EV	ID (%)	ACC
<i>Lycopodiella glaucescens</i> chloroplast <i>rbcl</i> gene, partial	1114	1114	98%	0.0	99%	AJ133260.1
<i>Lycopodiella pendulina</i> chloroplast <i>rbcl</i> gene, partial	1104	1104	97%	0.0	99%	AJ133259.1
<i>Lycopodiella cernua</i> chloroplast <i>rbcl</i> gene, partial	1077	1077	93%	0.0	99%	AJ133258.1
<i>Palhinhaea cernua</i> ribulose-1,5-biphosphate carboxylase/oxugenase large subunit (<i>rbcl</i>) gene, partial cds; chloroplast	1076	1076	93%	0.0	99%	KJ773661.1
<i>Palhinhaea tomentosa</i> ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (<i>rbcl</i>) gene, partial cds; chloroplast	1058	1058	93%	0.0	99%	MG560497.1
<i>Lycopodiella cernua</i> chloroplast <i>rbcl</i> gene for ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit, partial cds, specimen_voucher: TNS:759265	1050	1050	92%	0.0	99%	AB574625.1

Keterangan : MS = Max Score, TS = Total Score, QC = Query coverage, EV = Expected Value, ID = Identity, ACC = Accession

Score	Expect	Identities	Gaps
1077 bits(1194)	0.0	605/609(99%)	1/609(0%)
Query 35	AATAACCTATTACACTCCTGAGTATGAGACCAAGGACACTGATATTCTGGCAGCATTTCG		
Sbjct 1	AATAACCTATTACACTCCTGAGTATGAGACCAAGGACACTGATATTCTGGCAGCATTTCG		
Query 95	AATGACTCCTCAACCTGGAGTACCACCTGAGGAGGCCGGGAGCCGCAGTAGCTGCTGAATC		
Sbjct 61	AATGACTCCTCAACCTGGAGTACCACCTGAGGAGGCCGGGAGCCGCAGTAGCTGCTGAATC		
Query 155	CTCCACTGGTACATGGACCACCTGTTTGGACCCGATGGACTTACAAGTCTCGACC GTTACAA		
Sbjct 121	CTCCACTGGTACATGGACCACCTGTTTGGACCCGATGGACTTACAAGTCTCGACC GTTACAA		
Query 215	AGGTCGATGTTATGATATTGAACCTGTTGCTGGAGAAAAAGATCAATATATTGCTTATGT		
Sbjct 181	AGGTCGATGTTATGATATTGAACCTGTTGCTGGAGAAAAAGATCAATATATTGCTTATGT		
Query 275	AGCTTATCCTCTGGATTTATTTGAGGAAAGGTTCTGTTACTAATTTGTTTACCTCCATTGT		
Sbjct 241	AGCTTATCCTCTGGATTTATTTGAGGAAAGGTTCTGTTACTAATTTGTTTACCTCCATTGT		
Query 335	AGGTAATGTATTTGGATTCAAAGCCTTGCGAGCCTTACGTTTGGAAAGATTTGCGAATTCC		
Sbjct 301	AGGTAATGTATTTGGATTCAAAGCCTTGCGAGCCTTACGTTTGGAAAGATTTGCGAATTCC		
Query 395	TCCTGCTTATTCAAAACTTTCATAGGTCCACCCCATGGTATCCAAGTCGAAAAGAGACAA		
Sbjct 361	TCCTGCTTATTCAAAACTTTCATAGGTCCACCCCATGGTATCCAAGTCGAAAAGAGACAA		
Query 455	ATTGAACAAAATATGGTCGTCCTTTATTAGGATGTACTATTAACCAAAAATTAGGTTTATC		
Sbjct 421	ATTGAACAAAATATGGTCGTCCTTTATTAGGATGTACTATTAACCAAAAATTAGGTTTATC		
Query 515	TGCTAAAAAATTATGGTAGAGCTGTCTATGAATGTCTTCGTTGGTGGACTTGATTTCACTAA		
Sbjct 481	TGCTAAAAAATTATGGTAGAGCTGTCTATGAATGTCTTCGTTGGTGGACTTGATTTCACTAA		
Query 575	GGATGATGAAAACGTGAATTCTCAACCATTTATGCGTTGGAGAGATCGATTCTTATTTGT		
Sbjct 541	GGATGATGAAAACGTGAATTCTCAACCATTTATGCGTTGGAGAGACCGTTTCTTATTCGT		
Query 635	AAGCAGAAG 643		
Sbjct 601	-AGCAGAAG 608		

Gambar 4 . Hasil pensejajaran sekuen DNA fragmen *rbcl* dari *Lycopodiella cernua* (*query*) menggunakan BLAST dengan aksesori dari NCBI (*Sbjct*) (tanda panah menunjukkan gap)

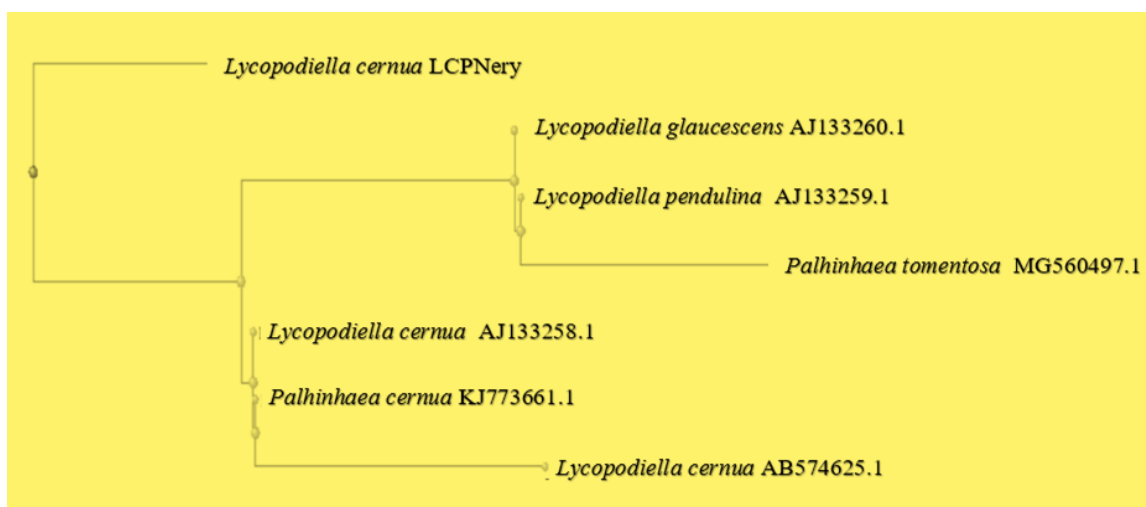
Gambar 5 merupakan pohon filogenetik dari *Lycopodiella cernua* dari Provinsi Riau dengan 6 aksesori dari NCBI (Seperti yang disajikan pada tabel 4). Pohon ini diperoleh menggunakan *BLAST pairwise alignment* dengan metode *fast minimum evolution*. Menurut Yamuna & Elakkiya (2015), *BLAST pairwise alignment* bertujuan untuk mengidentifikasi bagian sekuen yang mempunyai kesamaan, yang dapat menunjukkan hubungan fungsional, structural dan tau evolusi antara dua sekuen DNA. Sedangkan metode *fast minimum evolution* merekonstruksi pohon dengan jarak evolusi terpendek.

Pada gambar 5 menunjukkan *Lycopodiella cernua* (LCPNery) berada pada pangkal pohon, kemudian pohon terbagi menjadi 2 klad yang masing masing klad terdiri dari 3 aksesori. Aksesori *Lycopodiella cernua* (AJ133258.1) *Palhinhaea cernua* (KJ773661.1) dan *Lycopodiella cernua* (AB574625.1) membentuk sebuah klad dan mempunyai jarak evolusi yang lebih dekat dengan *Lycopodiella cernua* (LCPNery). Berdasarkan data dari situs www.theplantlist.org, nama *Palhinhaea cernua* sebenarnya merupakan sinonim dari

Lycopodiella cernua. Oleh karena itu, hasil kajian ini mendukung status taksonomi *Palhinhaea cernua* yang mempunyai keserasian sekuen DNA fragmen *rbcl* yang sangat tinggi dengan jenis *Lycopodiella cernua*. Klad kedua terdiri dari aksesori *Lycopodiella glaucescens* (AJ133260.1), *Lycopodiella pendulina* (AJ133259.1) dan *Palhinhaea tomentosa* (MG560497.1). Aksesori terakhir dari genus *Palhinhaea* mempunyai hubungan kekerabatan yang lebih jauh dibandingkan 2 aksesori dari genus *Lycopodiella*.

Kesimpulan

Paku Kawat *Lycopodiella cernua* dari Provinsi Riau mempunyai karakteritik Hasil amplifikasi DNA Paku Kawat *Lycopodiella cernua* dari Provinsi Riau, menggunakan primer *rbcl* sudah sesuai dengan sekuen target dengan panjang 643 bp. Analisis BLAST menunjukkan bahwa pendekatan molekuler Paku Kawat sangat mendukung status taksonomi jenis yang dikaji.



Gambar 5 . Pohon filogenetik *Cyathea contaminans* (NeryR1) dengan 7 aksesori dari NCBI menggunakan *BLAST pairwise alignment* dengan metode *fast minimum evolution*.

Daftar Pustaka

- Bafeel, S.O, Arif, I.A., Baki, M.A., Al Homaidan, A.A., Al Farhan, A.H., Khan, H.A. 2012. DNA barcoding of arid wild plants using *rbcL* gene sequences. *Genet Mol Res.* 11(3):1934-41. doi: 10.4238/2012.July.19.12
- Chuang, S. & Hu, J. 2004 The Evolution of Chloroplast *matK* Genes, Including Identification of New Homologues from *Ophioglossum petiolatum* and Two Lycophytes *Taiwania*, 49(4): 273-287
- Dubuisson, J., Hennequin, S., Douzery, E.J.P., Cranfill, R.B., Smith, A.R., & Pryer, K.M. 2003. *Rbcl* Phylogeny Of The Fern Genus *Trichomanes* (Hymenophyllaceae), With Special Reference To Neotropical Taxa. *Int. J. Plant Sci.* 164(5):753–761.
- Ebihara, A.. 2011. *RbcL* Phylogeny of Japanese Pteridophyte Flora and Implications on Intrafamilial Systematics *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. B*, 37(2), pp. 63–74, May 22, 2011
- Evans, S. & Warnow, T. 2018. 2Phylogenetic analyses of alignments with gaps . <https://statistics.berkeley.edu/sites/default/files/tech-reports/807.pdf>
- Gielly, L. & Taberlet, P. 1994. The Use of Chloroplast DNA to Resolve Plant Phylogenies: Noncoding versus *rbcL* Sequences *Mol. Biol. Evol.* 11(5):769-777.
- Hasebe, M. 1995. Fern Phylogeny Based on *rbcl* Nucleotide Sequence. *American Fern Journal* 85(4): 134 – 181.
- NCBI.2008. <https://ncbi.nlm.nih.gov>.
- Sofiyanti N, D. Iriani, A.A. Roza. 2015a. *Morfologi tumbuhan Paku di Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim, Riau*. Unri Press, Pekanbaru.
- Sofiyanti, N. & Isda, MN. 2017. Pengembangan Metode SEM dan analisis DNA dalam sistematika tumbuhan paku. Laporan PBK tahun I (Tidak dipublikasikan).
- Sofiyanti, N. & Isda, MN. 2018. Pengembangan Metode SEM dan analisis DNA dalam sistematika tumbuhan paku. Laporan PBK tahun II (Tidak dipublikasikan).
- Wikstrom, N. & Kenrick, P. 2000. Relationships of *Lycopodium* and *Lycopodiella* Based on Combined Plastid *rbcL* Gene and *trnL* Intron Sequence Data *Systematic Botany* 25(3): 495-510
- Wikstrom, N. & Kenrick, P. 2001. Evolution of Lycopodiaceae (Lycopsidea): Estimating Divergence Times from *rbcL* Gene Sequences by Use of Nonparametric Rate Smoothing. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 19(2): 177-186. <https://doi.org/10.1006/mpev.2001.0936>.
- Wikstrom, N. & Kenrick, P. 2008. Phylogeny of epiphytic *Huperzia* (Lycopodiaceae): paleotropical and neotropical clades corroborated by *rbcL* sequences. *Nordic Journal of Botany*. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2000.tb01561.x>
- Zhang, L.B. & Iwatsuki, K. 2013. Lycopodiaceae. Pp. 13–34 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China*, Vol. 2–3 (Pteridophytes). Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.

Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tangkai dan Daun *Begonia multangula* Blume. terhadap *Porphyromonas Gingivalis*

Antibacterial Activity of *Begonia multangula* Blume. Stem and Leaf Extract on *Porphyromonas gingivalis*

Nadya Haqqe Santosa Putri^{1)*}, Dewi Nurdiwiyati¹⁾, Sintia Lestari²⁾, Billyardi Ramdhan¹⁾,
Muhammad Efendi³⁾, Novik Nurhidayat⁴⁾

¹Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Sukabumi, Indonesia

²Program Studi Kimia, FSAINTEK Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Sukabumi, Indonesia

³Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas LIPI, Cianjur, Indonesia

⁴Pusat Penelitian Biologi LIPI, Cibinong, Indonesia

*Koresponden: ndyahaq@gmail.com

Abstract

Begonia multangula Blume. has acid sensation and it spread abundant on the western mountains of Java. While result of Periodontitis sufferer's krevicular epitel investigation shows *Porphyromonas gingivalis* sticking portion are 5 – 20 times greater than another bacteria. Research about antibacterial activity of the stem and leaf extracts of *B. multangula* on *P. gingivalis* has been studied. This research using two methods of extraction i.e fresh extract and maseration with etanol and aquades as solvent. Volume extract tested are 10 µL and 20 µL with aquades and etanol 48% as negative control. This research using disk difution method with three replications. Incubation process during 40 hours in anaerob jar 37 °C degree. The results showed that all of the extracts have bactericide activity toward *P. gingivalis*, while two negative controls has no show mentioned bactericide activity. The biggest bactericide activity owned by etanol extract of *B. multangula*'s stem, while the smallest bactericide activity owned by aquades extract of *B. multangula*'s leaf. Obstruction Power Index (Indeks Daya Hambat, IDH) of all extract inclined low.

Keywords: antibacteria, *Begonia multangula* Blume., fresh extract, maseration, *Porphyromonas gingivalis*

Pendahuluan

Prevalensi penyakit Periodontal telah mencapai 60% pada masyarakat di Indonesia dan menduduki peringkat kedua setelah Karies (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2010). Penyakit Periodontal biasanya berawal dari penumpukan plak dan bakteri, dimana bakteri yang paling banyak ditemukan ialah *Porphyromonas gingivalis* (Kaawoan *et al.*, 2016). Hal ini sesuai dengan hasil pemeriksaan

perlekatan bakteri pada epitel krevikular penderita Periodontitis yang menunjukkan porsi *P. gingivalis* 5 – 20 kali lebih besar daripada bakteri lainnya. (Nasutiano, 2007)

P. gingivalis merupakan bakteri Gram negatif (-) anaerob obligat yang biasa bersembunyi di dalam jaringan periodontal atau sub-gingiva mulut manusia (Samaranayake, 2012 dalam Karima, 2015). *P. gingivalis* dapat menghasilkan gas berbau berupa *Volatile*

Sulphur Compounds (VSC) yang merupakan penyebab utama bau mulut saat jumlahnya berlebihan. Pembentukan VSC didukung oleh suasana mulut yang basa, sementara pada suasana asam, pembentukan VSC terhambat (Widagdo dan Suntya, 2007).

Hasil penelitian Siregar *et al.* (2009) dalam Indrakumar *et al.* (2014) menunjukkan bahwa *Begonia* sp. mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa tanaman tersebut mengandung senyawa golongan fenol, flavanoid, steroid, terpenoid dan alkaloid (Ngazizah *et al.*, 2016). *Begonia* merupakan spesies endemik yang cenderung mudah punah karena memiliki area distribusi dan adaptasi terbatas (Siregar, 2017).

Pemanfaatan dan penelitian yang belum maksimal mengenai bioprospeksi *Begonia* memunculkan inisiatif untuk menguji aktivitas antibakteri dari salah satu spesies *Begonia*, yaitu *Begonia multangula* Blume. terhadap *P. gingivalis*. Hal ini berkaitan dengan rasanya yang asam (Siregar, 2017), fitokimia umum yang dikandung oleh *Begonia*, dan persebarannya yang melimpah di pegunungan Jawa bagian barat (Wiradinata *et al.*, 2002; Efendi *et al.*, 2017; Efendi, 2019).



(A)

(B)

Gambar 1. Tangkai dan Buah (A) serta Daun *Begonia multangula* Blume. Sumber: Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas LIPI, Cianjur

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada April – Juli 2018. Proses ekstraksi Tangkai dan Daun *B. multangula* Blume. dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Sukabumi. Sementara pengujian aktivitas antibakteri dilakukan di Laboratorium

Mikrobiologi dan Kesehatan Pusat Penelitian Biologi LIPI, Cibinong.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah alat dan bahan untuk ekstraksi dan pengujian aktivitas antibakteri. Objek yang digunakan adalah tangkai dan daun *B. multangula* Blume. koleksi Kebun Raya Cibodas LIPI, Cianjur, Jawa Barat yang diambil pada bulan Mei 2018 (Gambar 1) dan kultur bakteri *P. gingivalis* dari Laboratorium Mikrobiologi kesehatan Pusat Penelitian Biologi LIPI, Cibinong, Jawa Barat yang dibiakkan pada bulan Mei 2018.



(A)

(B)

Gambar 2. Daun (A) dan Tangkai (B) *Begonia multangula* Blume. dewasa yang telah dipotong dan dicuci.

Proses Ekstraksi

Proses ekstraksi dilakukan dengan dua cara, yaitu ekstrak segar dan maserasi. Ekstrak segar digunakan untuk menjaga fitokimia yang berkemungkinan rusak apabila diberikan pemanasan dengan sinar matahari.

Untuk membuat ekstrak segar, sebanyak 200 g Tangkai dan Daun *B. multangula* Blume. (Gambar 2) dicuci sampai bersih, kemudian dipotong dan diblender sampai halus. Diberikan pula penambahan aquades (± 2 mL). Hasil blender diperas, kemudian dipisahkan ekstrak cair dan padatnya menggunakan kertas saring. Ekstrak disimpan di dalam botol hitam pada suhu ruang hingga dilakukan pengujian.

Ekstraksi kedua dilakukan dengan cara maserasi. Tangkai dan Daun *B. multangula*

Blume. dicuci sampai bersih lalu dipotong dengan ketebalan 1 - 2 mm. Tangkai dan daun yang telah dipotong kemudian dijemur di bawah sinar matahari tidak langsung selama \pm 10 jam. Hasil penjemuran kemudian dioven selama \pm 10 menit dengan suhu 70 °C. Tangkai dan daun yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender. Sebanyak 10 g dari masing-masing simplasia kemudian direndam dalam 100 mL aquades dan 100 mL etanol 96% selama 3 x 24 jam pada suhu ruang tanpa cahaya matahari.

Pada 24 jam pertama dan kedua, pelarut rendaman diganti dengan cara menyaring filtrat terlebih dahulu. Hasil saringan pertama, kedua, dan ketiga disatukan ke dalam wadah untuk kemudian diuapkan pelarutnya menggunakan penangas 70 °C hingga diperoleh ekstrak sebanyak setengah dari volume awal.

Enam jenis ekstrak *B. multangula* yang dihasilkan, antara lain ekstrak etanol tangkai (Et. Tangkai); ekstrak etanol daun (Et. Daun); ekstrak aquades tangkai (Aq. Tangkai); ekstrak aquades daun (Aq. Daun); ekstrak segar tangkai (Sr. Tangkai); dan ekstrak segar daun (Sr. Daun).

Uji Aktivitas Antibakteri

Sebelumnya, dibuat suspensi bakteri *P. gingivalis* dalam tabung berisi 2 mL NaCl 0.9% hingga diperoleh nilai *optical density* (OD) sebesar 1 ± 0.2 . Kemudian bakteri disebar ke dalam cawan petri berisi medium *Brain Heart Infusion* (BHI) agar.

Setelah \pm 10 menit, kertas cakram 6 mm diletakkan di atas permukaan medium BHI agar dan biakan *P. gingivalis* dengan jarak yang seimbang. Kemudian enam jenis ekstrak dan dua jenis kontrol negatif (aquades dan etanol 48%) diteteskan sebanyak masing-masing 10 μ L dan 20 μ L di atas kertas cakram. Replikasi dilakukan sebanyak tiga kali. Pengamatan aktivitas antibakteri dilakukan setelah 40 jam inkubasi dalam anaerob jar 37 °C.

Penggunaan anaerob jar berkaitan dengan penyesuaian lingkungan hidup bagi *P. gingivalis* sebagai bakteri anaerob. Sementara rentang suhu 37 °C disesuaikan dengan suhu tubuh manusia normal yang merupakan habitat alami *P. gingivalis*.

Penguapan pelarut yang hanya setengahnya dari volume awal dapat menyebabkan masih terdapatnya setengah dari volume awal pelarut di dalam ekstrak. Karena itu kontrol negatif berupa etanol 48% dibuat untuk memastikan bahwa etanol yang terkandung di dalam ekstrak tidak memberi pengaruh terhadap DDH yang terbentuk.

Analisis Data

Hasil pengujian aktivitas antibakteri didasarkan pada bentuk zona bening dan Diameter Daya Hambat (DDH) di sekeliling kertas cakram (Ngazizah *et al.*, 2016).

Analisis data dilakukan dengan cara menghitung Standar Deviasi dan Indeks Daya Hambat (IDH) dari rata-rata DDH pada tiga replikasi. Standar Deviasi dihitung menggunakan aplikasi Microsoft Excel sementara IDH dihitung dengan rumus;

$$IDH = (DDH - DDB) : DDB$$

IDH = Indeks Daya Hambat

DDH = Diameter Daerah Hambat

DDB = Diameter Disk Blank (kertas cakram)

Hasil dan Pembahasan

Keenam jenis ekstrak menunjukkan adanya aktivitas antibakteri yang ditandai dengan zona bening di sekitar kertas cakram, sementara dua jenis kontrol negatif (aquades dan etanol 48%) tidak menunjukkan hal tersebut. Data hasil penelitian yang diperoleh berupa nilai DDH dari ketiga ulangan beserta perhitungan IDH dari rerata DDH dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Diameter Daya Hambat (DDH) dan Indeks Daya Hambat (IDH) ekstrak *B. multangula* terhadap *P. gingivalis* setelah inkubasi selama 40 jam

Ekstrak	Volume 10 μ L					Volume 20 μ L				
	DDH (mm)				IDH	DDH (mm)				IDH
	U1	U2	U3	Rerata		U1	U2	U3	Rerata	
Et. Tangkai	7.50	7.70	8.00	7.73	0.29	9.50	11.00	10.00	10.17	0.69
Et. Daun	6.50	6.00	7.00	6.50	0.08	8.00	9.00	9.00	8.67	0.44
Aq. Tangkai	6.00	6.30	6.20	6.17	0.03	6.00	6.30	6.40	6.23	0.04
Aq. Daun	6.20	6.00	6.00	6.07	0.01	6.20	6.00	6.00	6.07	0.01
Sr. Tangkai	7.00	6.50	7.10	6.87	0.14	8.00	7.50	9.00	8.17	0.36
Sr. Daun	8.00	7.00	7.50	7.50	0.25	10.00	9.50	10.00	9.83	0.64
Aquades	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00
Etanol 48%	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00

Keterangan: Et, Aq, dan Sr berturut-turut berarti ekstrak etanol, ekstrak aquades, dan ekstrak segar; U1, U2, dan U3 berturut-turut berarti data yang diperoleh dari replikasi pertama, kedua, dan ketiga; IDH dihitung dari rerata DDH setiap jenis ekstrak.

Proses ekstraksi yang dilakukan dengan dua cara, yaitu ekstrak segar dan maserasi dilakukan untuk membandingkan potensi antara masing-masing ekstrak berdasarkan sifat pelarutnya. Etanol diketahui bersifat lebih selektif pada senyawa metabolit sekunder, tidak bereaksi dengan komponen yang diekstraksi, serta memiliki daya absorpsi yang baik (Ritna, *et al.*, 2016); sehingga ekstrak etanol diperkirakan dapat mengandung senyawa alkaloid, glikosida saponin, triterpenoid, steroid, flavonoid, tanin, senyawa polifenol, dan antraknon (Ningsih, *et al.*, 2016). Aquades merupakan pelarut polar yang dapat mengikat senyawa polar. Sementara ekstrak segar digunakan untuk menjaga fitokimia yang berkemungkinan rusak apabila diberikan pemanasan sinar matahari.

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa rentang rerata DDH pada volume 10 μ L berkisar antara 6.07 - 7.73 mm; dan pada volume 20 μ L 6.07 - 10.17 mm. Ekstrak etanol yang diketahui memiliki kandungan fitokimia yang paling kompleks terbukti memiliki rerata DDH terbesar, yaitu 7.73 mm (Et. Tangkai) dan 6.50 mm (Et. Daun) untuk volume 10 μ L; serta 10.17 mm (Et. Tangkai) dan 8.67 mm (Et. Daun) untuk volume 20 μ L. Ekstrak segar yang dibuat sebagai upaya untuk menjaga fitokimia yang berkemungkinan rusak dengan pemanasan memiliki rerata DDH terbesar kedua, yaitu 6.87 mm (Sr. Tangkai) dan 7.50 mm (Sr. Daun) untuk volume 10 μ L; serta 8.17 mm (Sr. Tangkai) dan 9.83 mm (Sr. Daun) untuk volume 20 μ L. Kemudian ekstrak

aquades yang hanya mengandung fitokimia polar memiliki rerata DDH terendah, yaitu 6.17 mm (Aq. Tangkai) dan 6.07 mm (Aq. Daun) untuk volume 10 μ L; serta 6.23 mm (Aq. Tangkai) dan 6.07 mm (Aq. Daun) untuk volume 20 μ L. Adapun kedua jenis kontrol negatif tidak menunjukkan adanya daya hambat dengan rerata DDH 6.00 mm, sama seperti diameter kertas cakram.

Kekuatan aktivitas antibakteri dari suatu ekstrak dapat diketahui dengan melakukan perhitungan IDH berdasarkan DDH. Tabel 1 menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri terbesar dimiliki oleh ekstrak etanol tangkai (Et. Tangkai) dengan IDH sebesar 0,29 pada volume 10 μ L dan 0,69 pada volume 20 μ L; diikuti oleh ekstrak segar daun (Sr. Daun) dengan IDH sebesar 0,25 pada volume 10 μ L dan 0,64 pada volume 20 μ L. Sementara itu, aktivitas antibakteri terkecil dimiliki oleh ekstrak aquades daun (Aq. Daun) dengan IDH sebesar 0.01 pada volume 10 μ L dan 0,03 pada volume 20 μ L; serta ekstrak aquades tangkai (Aq. Tangkai) dengan IDH sebesar 0,01 pada volume 10 μ L dan 0,04 pada volume 20 μ L.

Nilai IDH yang begitu kecil pada semua jenis ekstrak (antara 0 - 1) menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri ekstrak tangkai dan daun *B. multangula* cenderung lemah. Adapun faktor yang menyebabkan lemah atau tidak adanya kemampuan menekan pertumbuhan bakteri (aktivitas bakterisidal) adalah konsentrasi atau kerapatan sel dari suspensi bakteri yang cukup tinggi. Aktivitas antibakteri juga dapat dipengaruhi oleh sifat-sifat bakteri

yang meliputi; jenis, umur, kerapatan, dan kondisi dari bakteri (Ningsih *et al.*, 2013).

Ada dua bentuk zona hambat, yaitu zona irradikal dan zona radikal. Zona irradikal menunjukkan pertumbuhan bakteri tidak terhambat seluruhnya, sehingga pada zona tersebut masih terdapat beberapa koloni bakteri yang dapat bertahan atau resisten. Zona radikal adalah zona dimana sama sekali tidak ditemukan adanya pertumbuhan bakteri, artinya pertumbuhan bakteri dihambat seluruhnya atau bakteri cenderung sensitif terhadap bahan uji (Ngazizah, 2016).

Aktivitas antibakteri suatu zat terbagi menjadi dua macam berdasarkan sifat toksisitas selektifnya, yaitu; aktivitas bakteriostatik yang hanya menghambat pertumbuhan bakteri dan aktivitas bakterisida yang dapat benar-benar mematikan bakteri (Ngazizah, 2016). Penalaran lebih lanjut menunjukkan bahwa zona irradikal merupakan indikator dari aktivitas bakteriostatik, sementara zona radikal merupakan indikator aktivitas bakterisida.

Seluruh jenis ekstrak menampilkan zona radikal pada daerah hambat yang terbentuk, sementara kedua jenis kontrol negatif cenderung tidak menunjukkan adanya aktifitas antibakteri terhadap *P. gingivalis*. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh jenis ekstrak *B. multangula* Bume. memiliki aktivitas bakterisida terhadap bakteri *P. gingivalis*, yang artinya ekstrak dapat benar-benar mematikan bakteri atau bakteri cenderung sensitif terhadap semua jenis ekstrak tanpa ada pengaruh dari pelarut yang digunakan.

P. gingivalis merupakan bakteri Gram (-) anaerob obligat. Struktur dinding sel bakteri Gram (-) lebih kompleks dibandingkan struktur dinding sel bakteri Gram positif (+). Secara umum, dinding sel bakteri terdiri atas tiga lapis yaitu lapisan dalam (peptidoglikan) dan dua lapisan luar (lipopolisakarida dan lipoprotein). Dinding sel bakteri Gram (-) memiliki lapisan peptidoglikan yang lebih tipis dibandingkan bakteri Gram (+), tetapi memiliki lapisan membran luar tambahan yang lebih kompleks, akibatnya secara umum, senyawa aktif akan lebih sulit menembus dinding sel bakteri Gram (-) daripada Gram (+) (Irianto, 2006 dalam Ngazizah *et al.*, 2016)

Perbedaan aktivitas antibakteri dapat dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi senyawa aktif yang tersaring. Keberadaan bahan organik asing di dalam ekstrak pun dapat menurunkan efektifitas senyawa aktif dengan menonaktifkan senyawa aktif tersebut (Ningsih *et al.*, 2013). Selain itu, setiap ekstrak memiliki kemampuan penghambatan yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh kandungan senyawa aktif pada masing-masing ekstrak yang cenderung berbeda, tergantung pada tingkat kepolaran pelarut yang digunakan (Ngazizah *et al.*, 2016). Penelitian ini menggunakan etanol sebagai pelarut karena etanol dapat menarik senyawa non polar, semi polar, dan polar (Nagariya *et al.*, 2010).

Secara umum, hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa *Begonia* mengandung senyawa golongan fenol, flavanoid, steroid, terpenoid dan alkaloid (Siregar *et al.*, 2009 dalam Indrakumar *et al.*, 2014). Di sisi lain, ekstrak etanol dan ekstrak aquades dari *Begonia* sp. positif mengandung senyawa saponin, alkaloid, senyawa tanin, golongan senyawa fenol, ethyl palmitate; palmitic acid; ethyl linolenat; dan acetol (Ngazizah *et al.*, 2016).

Saponin sebagai antibakteri dapat menyebabkan kerusakan protein dan enzim di dalam sel. Saponin berdifusi melewati peptidoglikan dan dinding sel kemudian mengikat membran dalam yang dapat menyebabkan sitoplasma keluar dari sel proses ini dapat mengakibatkan kematian sel (Taufiq *et al.*, 2015).

Fenol sebagai antibakteri dapat menonaktifkan enzim-enzim di dalam sel juga membuat membran sel lisis (Taufiq *et al.*, 2015). Terjadinya lisis pada membran sel mengakibatkan kebocoran pada sel sehingga metabolit esensial yang dibutuhkan sel keluar. Adapun senyawa fenol di dalam sel akan merusak sistem kerja sel, merusak membran sitoplasma, mendenaturasi protein dan asam nukleat, juga menghambat sintesis protein dan asam nukleat (Novianti, 2015).

Terpenoid sebagai antibakteri dapat bereaksi dengan porin (protein trans-membran) pada membran luar membentuk ikatan polimer yang sangat kuat sehingga mengakibatkan rusaknya porin. Akibatnya permeabilitas

dinding sel berkurang dan mobilitas nutrisi atau senyawa esensial sel terganggu (Amalia *et al.*, 2014).

Flavonoid sebagai antibakteri bekerja merusak dinding sel karena dapat berikatan dengan protein dan lipid, menggumpalkan protein, merusak dinding sel, dan mengakibatkan sel lisis hingga mati (Monalisa *et al.*, 2011 dalam Karima, 2015). Flavonoid juga dapat mengganggu fungsi metabolisme sel dengan mendenaturasi enzim protease di dalam sel (Ngazizah *et al.*, 2016).

Tanin sebagai antibakteri dapat merusak metabolisme dan permeabilitas bakteri (Newman *et al.*, 2012 dalam Karima, 2015). Tanin juga dapat bereaksi dengan membran sel, menginaktivasi enzim (Karima, 2015), serta menghancurkan fungsi materi genetik dengan membentuk kompleks protein melalui ikatan hidrogen dan ikatan hidrofobik (Ningsih, 2013).

Sementara alkaloid sebagai antibakteri mengandung senyawa aromatik kuartener yang sangat tinggi, sehingga di dalam sel dapat membentuk interkhalat dengan DNA, yang menyebabkan sel mengalami mutasi atau kerusakan genetik (Amalia *et al.*, 2014).

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat diketahui bahwa sebagian besar senyawa aktif yang dikandung oleh *Begonia* sangat efektif dalam menyebabkan kerusakan pada sel bakteri.

Penelitian ini tidak mengukur dan menetapkan konsentrasi ekstrak yang digunakan, sehingga sulit diketahui apakah aktivitas antibakteri yang lemah disebabkan oleh sedikitnya konsentrasi ekstrak, tingginya kerapatan bakteri, atau karena kesalahan dalam penelitian; terlebih pada metode ekstraksi yang tidak menggunakan *rotatory evaporator* untuk menguapkan pelarut.

Kesimpulan

Ekstrak dari tangkai dan daun *B. multangula* memiliki aktivitas antibakteri terhadap *P. gingivalis*. Jenis aktivitas yang terbentuk adalah aktivitas bakterisida yang menunjukkan bahwa pertumbuhan bakteri benar-benar terhambat oleh ekstrak. Aktivitas ini ditandai oleh zona

radikal yang terbentuk di sekeliling kertas cakram.

Aktivitas antibakteri tertinggi dimiliki oleh ekstrak etanol tangkai dan aktivitas antibakteri terendah dimiliki oleh ekstrak aquades daun. Adapun IDH secara keseluruhan cenderung lemah.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian RISTEKDIKTI yang telah membiayai program kreativitas mahasiswa bidang penelitian eksak (PKM-PE); Laboratorium Biologi Universitas Muhammadiyah Sukabumi yang telah menyediakan fasilitas dan dukungan moral; Kebun Raya Cibodas LIPI sebagai pemilik sumber daya spesies *Begonia multangula* Blume. Laboratorium Mikrobiologi Kesehatan Pusat Penelitian Biologi LIPI sebagai pemilik sumber daya bakteri *Porphyromonas gingivalis* serta sebagai penyedia fasilitas dan bantuan selama penelitian; Program Studi Pendidikan Biologi UMMI yang telah banyak memberikan bantuan teknis dan administrasi; serta semua pihak yang tidak disebutkan satu persatu.

Daftar Pustaka

- Amalia S., S Wahdaningsih dan N. K. Untari. 2014. Antibacterial Activity Testing of NHexane Fraction of Red Dragon (*Hylocereus polyrhizus* Britton & Rose) Fruit Peel on *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *Trad. Med.J Vol 19, No 2 : 89 - 94*.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2010. Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2010. *Depkes.go.id: <http://www.-depkes.go.id/download-.php?file=download/pusdatin/profil-kesehatan-indonesia/profil-kesehatan-indonesia-2010.pdf>*. Diakses tanggal 6 Juli 2018.
- Efendi, M. 2019. *Begonia* alam di Kebun Raya Baturaden, Jawa Tengah. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Ind Vol 5, No 1 : 13-17*.

- Efendi, M., N. Azizah, A. Supriyatna, dan Destri. 2017. Keragaman Jenis dan Preferensi Ekologi Begonia Liar di Kawasan Hutan Sisa Kebun Raya Cibodas. *Berita Biologi Vol 16, No 3 : 233-241.*
- Indrakumar I., R. Gomathi dan S. Karpagam. 2014. Antimicrobial and In vitro Antioxidant Potential of *Begonia dipetala* Graham. *Int J Pharm Sci Rev Res Vol 27, No 2 : 382 - 386.*
- Irianto K. 2006. *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme Jilid 1.* Yrama Widya. Bandung.
- Jawetz E., J. L. Melnick dan E. A. Adelberg. 2005. *Mikrobiologi Untuk Profesi Kesehatan Edisi 4.* Diterjemahkan oleh Bonang, G. Penerbit Buku Kesehatan. Jakarta.
- Kaawoan P.T., Jemmy A. dan Krista VS. 2016. Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) terhadap Bakteri Penyebab Periodontitis *Porphyromonas gingivalis* secara In Vitro. *Jurnal e-GiGi Vol 4, No 2 : 111 - 114.*
- Karima A. M. 2015. Uji Daya Antibakteri Ekstrak Etanol Kayu Siwak (*Salvadora persica*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Porphyromonas gingivalis* penyebab Gingivitis In Vitro. *Skripsi S1.* Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Monalisa D., Handayani T. K. dan Sukmawati D. 2011. Daya Antibakteri Ekstrak Daun Tapak Liman (*Elephantopus scaber* L.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi*. *Bioma Vol 9, No 2 : 13 - 20.*
- Nagariya A. K., A. K. Meena, D. Jain, B. P. Gupta, A. K. Yadav, M. R. Gupta, A. K. Pathak dan Neelam. 2010. Medicinal Plants Used in the Healing of Skin Diseases in Different Regions of India: A Review. *International Journal of Chemical and Analytical Science Vol 1, No 5 : 110 – 113.*
- Nasutiano H. 2007. Bakteri Penyebab Penyakit Peridontal. *Interdental Vol 5, No 3 : 11 - 14.*
- Newman M. G., Takei H. H., Klokkevold P. R. dan Sarranza F. A. 2012. *Carranza's Clinical Periodontolog 11th ed.* Saunders Elseviers. China.
- Ngazizah F. N., Nuraeni E. dan Aisyah T. S. 2016. Potensi Daun Trembilungan (*Begonia hirtella* Link.) sebagai Antibakteri dan Antifungi. *Biosfera Vol 33, No 3 : 126 - 133.*
- Ningsih A. P, Nurmiati dan Anthoni A. 2013. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kental Tanaman Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* Linn.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Biologi Universitas Andalas Vol 2, No 3 : 207 – 213.*
- Novianti D. 2015. Daya Hambat Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap Bakteri *Shigella Dysenteriae*. *Sainmatika Vol 12, No 1 : 1 – 7.*
- Ritna, A., Syariful, A., dan Akhmad K. 2016. Identifikasi Senyawa Flavonoid pada Fraksi Etil Asetat Benalu Batu (*Begonia sp.*) asal Kabupaten Morowali Utara. *Galenika Journal of Pharmacy. Vol 2, No 2 : 83 - 89.*
- Samaranayake L. 2012. *Essential Microbiology for Dentistry.* Elsevier Limited. Churchill Livingstone.
- Siregar H. M. 2017. The Conservation of Native, Lowland Indonesian Begonia Species (Begoniaceae) in Bogor Botanic Gardens. *Biodiversitas Vol 18, No 1 : 326 – 333.*
- Siregar H., R. S. Purwantoro, Sudarmono dan A. Agusta. 2009. Pengungkapan Potensi Obat pada Tiga Jenis Begonia Terpilih (*B. muricata* Blume, *B. multangula* Blume, *B. "Bacem Kebo"*)

- melalui Uji Antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara In Vitro. *Prosiding Seminar Nasional Sains II*. 13 - 15 November. Bogor.
- Sofrata A. H., Claesson R. L., Lingstrom P. K. dan Gustaffsson A. K. 2008. Strong Antibacterial Effect of Miswak Againsts Oral Microorganisms Associated with Perioodontitis and Caries. *Journal Periodontal Vol 79, No 8*.
- Taufiq S, U. Yuniarni dan S. Hazar. 2015. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Biji Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap *Escherichia coli* dan *Salmonella thypi*. Bandung: *Prosiding Penelitian SPeSIA Unisba*. Bandung.
- Widagdo Y. dan Suntya K. 2007. *Volatile Sulfur Compounds* sebagai Penyebab Halitosis. *Interdental Vol 5, No 3 : 1 - 5*.
- Wiriadinata H., Girmansyah D., Hoover S. dan Hunter J. 2002. Kekayaan Begonia Taman Nasional Gunung Halimun. *Berita Biologi Edisi Khusus Biodiversitas Taman Nasional Gunung Halimun Vol 6, No 1 : 91 - 97*.

Pengaruh Penggunaan Effective Microorganism 4 (EM4) Pada Budidaya Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*) Menggunakan Media Tandan Kosong Kelapa Sawit.

Effect of Utilization Microorganism-4 (EM4) on Straw Mushroom (*Volvariella volvaceae*) Cultivation Using Empty Palm Oil Fruit Bunch

Andriyanto^{1*)}, Retni S Budiarti²⁾, Agus Subagyo²⁾

¹⁾ Program Studi Pendidikan Biologi, STKIP YPM Bangko, Merangin, Jambi

²⁾ Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi

Koresponden*: andriyanto@stkipypmbangko.ac.id

Abstract

Indonesia is the biggest producer of palm oil in the world. Palm oil empty fruit bunches is the biggest waste generated by the palm oil processing industry. However, utilization of the palm oil empty bunches has been not optimal. The palm oil empty fruit bunches have potential to be developed into a medium for growing mushroom because it has a high cellulose content. However, the high content of cellulose and lignin in palm oil empty fruit bunches is difficult to decompose into organic material that need for mushroom growth. The composting processes of empty fruit bunches can be increased by using Effective Microorganism (EM4). This study aims to understanding the role of Effective Microorganism 4 (EM4) on *Volvariella volvaceae* cultivation processes that used Empty Fruit Bunches compost. This research was conducted by composted the empty fruit bunch with different concentration of EM-4 there are 0%, 10%, 15%, 20% and 25%. Parameters observed were number of mushrooms, weight of mushrooms and C / N ratio of compost. The results showed that EM-4 had reduce C/N ratio of empty bunch palm oil compost, C/N ratio was not affected mushroom production and EM4 was affected mushroom production, the highest production reached by concentration of 15% that had not significant with concentration of 5%, 10% and 20%. At concentration of 25% mushroom production was decreased. It is probably there are several mechanisms by EM4 microorganisms containing that affected mushrooms production.

Keywords: Empty Fruit Bunch, EM4, *Volvariella volvaceae*

Pendahuluan

Indonesia adalah produsen dan eksportir minyak sawit yang terbesar dunia (Suwandi, 2016). Kelapa sawit memiliki arti penting bagi pembangunan Indonesia karena dapat menciptakan lapangan kerja yang mengarah pada kesejahteraan masyarakat dan sebagai sumber devisa negara (GAPKI, 2018).

Berdasarkan data Direktorat Jendral Perkebunan, luas areal perkebunan kelapa sawit sampai tahun 2016 mencapai 33.229.381 Ha. Dari luas perkebunan kelapa sawit tersebut mampu menghasilkan 381 juta ton tandan buah segar (TBS). Tandan

Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah padat terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit (PKS). Setiap pengolahan 1 ton TBS (Tandan Buah Segar) dihasilkan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebanyak 22 – 23% TKKS atau sebanyak 220 – 230 kg TKKS (Fuadi dkk., 2016). Namun, saat ini pemanfaatan TKKS belum optimal (Ngadi dan Lani, 2014).

Selama ini pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit sangat terbatas yaitu ditimbun (*open dumping*) dan dibakar dalam incinerator (Firmansyah, 2011). Salah satu alternatif penanganan limbah padat

seperti TKKS adalah dengan mengubah limbah padat TKKS menjadi kompos.

Komposisi senyawa kimia penyusun TKKS (Tabel 1) antara lain selulosa, lignin, holoselulosa, hemiselulosa, air dan abu.

Tabel 1. Komposisi senyawa selulosa pada TKKS (Shinoj *et al.*, 2011).

Komposisi	Kadar
Selulosa (%)	42.7 - 65
Lignin (%)	13.2 - 25.32
Hemiselulosa (%)	17.1 - 33.5
Holoselulosa (%)	68.3 – 86.3
Alfa selulosa (%)	41.9 – 60.6
Kadar abu (%)	1.3 – 6.04

Kandungan selulosa yang tinggi pada TKKS memungkinkan kompos TKKS dimanfaatkan sebagai media tumbuh berbagai jenis jamur, salah satunya yaitu jamur merang (Wahyono, 2008). Namun, kandungan selulosa dan lignin pada TKKS yang tinggi menyebabkan waktu pengomposan TKKS hingga siap digunakan sebagai media tumbuh jamur merang memerlukan waktu yang cukup lama yaitu sekitar 6 minggu (Fadhilah dan Budiyanto, 2018). Oleh karena itu, upaya untuk mempercepat proses pengomposan TKKS sebagai media tumbuh jamur merang perlu dilakukan.

EM4 (*Effective microorganism 4*) dapat mempercepat proses pengomposan jerami padi dan sebagai media tumbuh jamur merang (*Volvariella volvaceae*). Menurut Andayanie (2013) pemberian EM4 dalam pengomposan media tanam dapat meningkatkan produksi jamur tiram putih (*Pleurotus florida*).

EM4 ditemukan oleh Prof. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus Jepang. Larutan EM4 ini mengandung mikroorganisme fermentasi dan dapat bekerja secara efektif dalam mempercepat proses fermentasi pada bahan organik. Proses pembuatan kompos dengan menggunakan EM4 dapat lebih efektif dibandingkan dengan cara konvensional (Yuniwati dkk., 2012). Komposisi EM4 meliputi sekitar 80 genus mikroorganisme yang terdiri dari 5 golongan utama yaitu Bakteri pelarut fosfat, *Lactobacillus*, Yeast, Actinomycetes dan Bakteri Fotosintetik. Selain itu, EM4 memiliki kandungan unsur

hara seperti Ca, Mg, Fe, Al, Zn, Cu, Mn dan Na (Subali dan Ellianawati, 2010).

Selain dapat mempercepat proses pengomposan, kandungan mikroorganisme di dalam EM4 dapat meningkatkan nutrient yang tersedia pada substrat. seperti *Lactobacillus* sp sebagai mikroorganisme utamanya, Bakteri fotosintetik seperti *Rhodospseudomonas* sp, berperan dalam fiksasi nitrogen (Sakpirom *et al.*, 2019), *Streptomyces* sp berperan sebagai pendekomposisi substrat jamur merang (Fenandez *et al.*, 2014). dan dapat menekan pertumbuhan jamur pathogen karena menghasilkan senyawa antibiotik (Cuppels *et al.*, 2013). Keberadaan mikroorganisme tersebut dapat mendukung pertumbuhan jamur merang.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui pengaruh penambahan EM4 terhadap rasio C/N kompos TKKS; (2) mengetahui hubungan antara rasio C/N dengan produktivitas jamur merang; (3) mengetahui pengaruh penambahan EM4 terhadap produksi jamur.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai September 2017 di usaha budidaya jamur Fisha Production Kecamatan Rimbo Bujang Kabupaten Tebo, Laboratorium Pendidikan Biologi STKIP YPM Bangko, Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jambi, dan Laboratorium Pendidikan Biologi Universitas Jambi. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan pemberian EM-4 pada saat pengomposan TKKS dengan konsentrasi

0%, 10%,15%, 20% dan 25% dengan 3 ulangan.

Data dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam dan jika terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf uji nyata 5%.

Alat

Thermometer, higrometer, kumpang, *autoclave*, Labu semi-mikro Kjedal.

Bahan:

Limbah TKKS, bibit jamur merang, aktivator EM-4, dedak, kotoran ayam dan alkohol 70%.

Prosedur Kerja

1. Pembuatan kumpang jamur berukuran 5m x 1,5m x 1m.
2. Pencacahan TKKS menjadi ukuran ± 5 cm sebanyak 30 Kg untuk setiap perlakuan.
3. Pengomposan limbah TKKS menggunakan EM-4 dengan konsentrasi 0%, 10%,15%, 20% dan 25% sebanyak 3 liter perpelakuan dan ditambahkan 7,5 kg dedak padi, 3 liter residu destileri.
4. Sterilisasi kompos TKKS menggunakan menggunakan *autoclave*.
5. Penanaman jamur merang sebanyak 75 gr bibit untuk setiap wadah (1 kg). Penaburan bibit jamur menunggu suhu turun, yaitu berkisar 35-40° C.
6. Pemeliharaan jamur dan kumpang dilakukan penyiraman dan pengaturan suhu, Suhu ruangan pada waktu periode penanaman atau pertumbuhan jamur berkisar antara 30-35° C.
7. Pemanenan jamur merang, dihitung jumlah jamur dan berat jamur untuk

setiap perlakuan. Pada hari ke-10 setelah peletakan bibit, tubuh buah jamur merang stadia telur (egg stage) sudah dapat dipanen.

8. Analisis rasio C/N kompos menggunakan metode Walkey and Black untuk analisis kandungan Karbon Organik (C) dan metode Kjedahl untuk analisis kandungan nitrogen (N) (Suleman & Eviati, 2007), pengukuran rasio C/N dilakukan sebelum dan sesudah pemanenan jamur merang untuk mengetahui penggunaan bahan organik oleh jamur merang,
9. Analisis Data dengan menggunakan analisis sidik ragam dan uji *Duncan New Multiple Range Test*.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, jamur merang mampu tumbuh pada kompos TKKS seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pertumbuhan jamur diawali dengan spora yang berkecambah membentuk hifa, selanjutnya hifa berkembang membentuk miselium yang menyebar pada permukaan media, miselium dari 2 strain yang berbeda (+ dan -) akan bersinggungan dan dinding selnya larut. Selanjutnya inti dari salah satu sel pindah ke sel yang lain sehingga terbentuk sel dengan 2 inti (dikariotik) selanjutnya dari sel dikariotik ini akan tumbuh menjadi tubuh buah (Gunawan, 2008).

Permanen jamur merang dilakukan pada hari ke 10 hingga hari ke 14 setelah penanaman bibit (Sunandar, 2010). Jumlah jamur merang tertera pada Tabel 1 sedangkan berat jamur tertera pada Tabel 2.

Tabel 1. Jumlah jamur merang

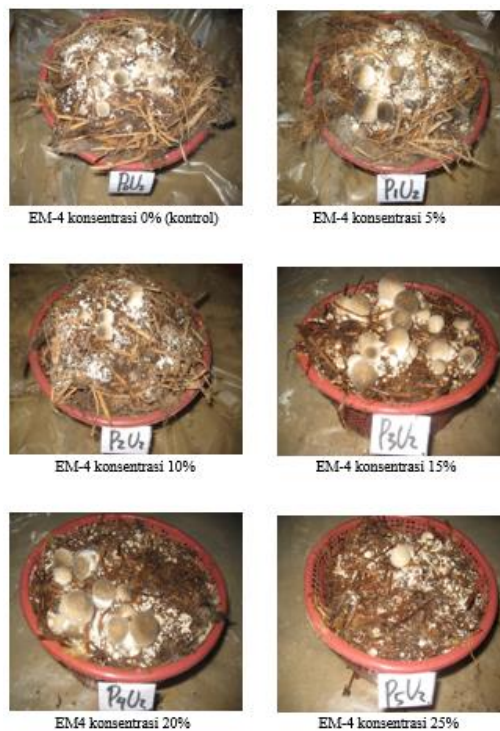
Perlakuan Konsentrasi EM-4	Rata-rata Jumlah Jamur (buah)	Notasi
0%	21,4	a
5%	23	a
10%	25,6	a
15%	26	a
20%	22,8	a
25%	14,4	b

Tabel 2. Berat jamur merang

Konsentrasi EM-4	Rata-rata Jumlah Jamur (gr)	Notasi
0%	165,74	a
5%	166,46	ab
10%	204,59	ab
15%	215,68	b
20%	189,23	b
25%	117,4	c

Tabel 1 menunjukkan jumlah rata-rata jamur merang tertinggi diperoleh pada konsentrasi 15% yaitu 26 jamur. Berdasarkan uji DNMRT EM4 tidak memberikah pengaruh signifikan terhadap

jumlah jamur yang dihasilkan kecuali pada perlakuan konsentrasi EM4 25%. Pada konsentrasi 25% diperoleh jumlah jamur terendah yaitu rata-rata 14,4 buah.



Gambar 1. Pertumbuhan jamur pada media

Jumlah dan berat jamur merang

Berdasarkan analisis sidik ragam EM4 berpengaruh terhadap berat jamur yang dihasilkan. Tabel 2 menunjukkan berat produksi jamur merang tertinggi diperoleh pada konsentrasi 15% yaitu dengan rata-rata 215,68 gr, berdasarkan uji DNMRT konsentrasi 15% tidak berbeda nyata dengan perlakuan 5%, 10%, 20%. Namun berbeda nyata jika dibandingkan dengan konsentrasi 0% dan 25%. Rata-rata berat terendah diperoleh pada konsentrasi 25%.

Pada konsentrasi 25% baik jumlah jamur dan berat jamur yang dihasilkan lebih rendah dari perlakuan kontrol (konsentrasi 0%). Hal ini kemungkinan disebabkan pada konsentrasi 25% karbon dan nitrogen tidak dapat diserap dengan baik. Pada Tabel 3 dan 4 menunjukkan bahwa pada konsentrasi 25% rasio karbon dan nitrogen (C/N) kompos awal adalah 18,95 dan rasio C/N kompos akhir adalah 18,04., nilai rasio C/N ini hanya berkurang sedikit. Rasio C/N kompos TKKS sebelum inokulasi bibit jamur ditunjukkan

pada Tabel 3 sedangkan setelah akhir masa pemanenan jamur ditunjukkan pada Tabel 4.

Suatu bahan yang mengandung unsur C tinggi maka nilai C/N rasionya akan tinggi, sebaliknya bahan yang mengandung unsur N yang tinggi nilai C/N rasionya akan rendah (Purnawanto, A, G. dan Nugroho, B., 2015). Rasio C/N merupakan salah satu parameter

kematangan kompos. Nilai C/N kompos yang semakin besar menunjukkan bahwa bahan organik belum terdekomposisi sempurna. Sebaliknya nilai C/N kompos yang semakin rendah menunjukkan bahwa bahan organik sudah terdekomposisi dan hampir menjadi kompos (Ismayana dkk., 2012).

Tabel 3. Rasio C/N TKKS kompos awal (sebelum inokulasi bibit jamur)

Konsentrasi EM4	Kompos awal		
	C(%)	N(%)	C/N
0%	27,91	0,94	29,69
5%	30,06	1,93	15,57
10%	31,42	1,42	22,12
15%	29,96	1,68	17,83
20%	31,35	1,85	16,94
25%	31,42	1,69	18,59

Tabel 4. Rasio C/N TKKS kompos akhir (setelah akhir masa panen jamur)

Konsentrasi EM4	Kompos akhir		
	C(%)	N(%)	C/N
0%	26,47	1,68	15,75
5%	29,86	1,77	16,78
10%	26,67	1,99	13,40
15%	26,63	1,81	14,71
20%	28,04	1,91	14,68
25%	29,41	1,63	18,04

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa rasio C/N kompos awal relatif sama kecuali pada konsentrasi EM-4 0% (kontrol) yaitu sebesar 29,69 yang lebih tinggi bila dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan tidak adanya penambahan mikroorganisme yang mampu mendekomposisi TKKS sehingga proses pengomposan berjalan lambat. Selain rasio C/N kompos awal pada perlakuan konsentrasi EM4 0%, rasio C/N yang diperoleh secara keseluruhan lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian Hayat & Andayani, (2014) yang melakukan pengomposan TKKS, nilai C/N rasio kompos TKKS yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah 26,82%.

Pada konsentrasi EM4 0% penurunan rasio C/N kompos awal dan akhir sebesar 13,94, paling tinggi dibandingkan pada perlakuan lainnya. Hal ini menjadi anomali

mengingat data jumlah dan berat jamur pada perlakuan ini bukanlah yang tertinggi. Kemungkinan ini disebabkan oleh variasi data pada sampel perlakuan, mengingat untuk perhitungan rasio C/N tidak dilakukan pengambilan sampel untuk setiap unit percobaan. Namun hanya diambil satu sampel untuk setiap perlakuan.

Secara umum terjadi penurunan rasio C/N kompos setelah dilakukan penanaman jamur merang. Karbon dan nitrogen diserap jamur merang sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan jamur merang sehingga mengakibatkan penurunan rasio C/N pada media kompos akhir (setelah pemanenan jamur merang). Karbon (C) diperlukan untuk mendukung pertumbuhan miselium jamur. Kandungan C yang cukup tinggi pada media akan mempercepat pertumbuhan miselium sedangkan unsur N akan mendukung pembentukan tubuh buah

(Chang & Miles, 1989). Rasio C/N pada kompos awal dari setiap perlakuan masih memenuhi syarat tumbuh bagi jamur merang yaitu 24-36: 1 (Ekowati dan Risyanto dalam Yuliastrin, 2007). Selain itu menurut Wulan (2000) unsur karbon C merupakan unsur utama yang berperan dalam penyusunan sel. Unsur N memiliki peranan yang sangat penting dalam penyusunan asam nukleat, asam amino dan enzim-enzim.

Pada konsentrasi 0% rasio C/N kompos awal paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan nitrogen pada kompos rendah. Bakteri fotosintetik seperti *Rhodospirillum rubrum* sp. yang terkandung dalam EM4 dapat membantu mengikat nitrogen karena memiliki enzim nitrogenase (Sakpirom et al., 2019) sehingga pada perlakuan lain nilai rasio C/N kompos awal lebih rendah apabila dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi EM4 0%.

Mikroorganisme membutuhkan karbon dan nitrogen untuk aktivitas hidupnya. Jika rasio C/N tinggi, aktivitas biologi mikroorganisme akan berkurang, diperlukan beberapa siklus mikroorganisme untuk mendegradasi kompos sehingga diperlukan waktu yang lama untuk pengomposan dan dihasilkan mutu yang lebih rendah, jika rasio C/N terlalu rendah kelebihan nitrogen yang tidak dipakai oleh mikroorganisme tidak dapat diasimilasi dan akan hilang melalui volatilisasi sebagai amoniak (NH_3) atau terdenitrifikasi (Tobing, 2009).

Mikroorganisme dalam EM-4 memiliki kemampuan untuk mendegradasi selulosa dan lignin pada TKKS. Berdasarkan hasil penelitian Wijana dan Mulyadi (2013) EM4 dapat menurunkan kadar lignin dan selulosa pada kulit buah dan pelepah tanaman nipah dengan lama waktu pemeraman selama 8 hari. Kadar lignin pada kulit buah nipah semula 27,3% turun menjadi 11,90%. Kadar lignin pada pelepah semula 19,85% turun menjadi 6,82%. Kadar selulosa pada kulit buah semula 36,5% turun menjadi 32,16%. Kadar selulosa pada pelepah semula 42,22% turun menjadi 34,93%.

Mikroorganisme yang berperan dalam mendegradasi lignoselulosa dalam EM4

adalah dari kelompok bakteri Actinomycetes terutama spesies *Streptomyces* sp karena memiliki enzim laccase (Fenandez et al., 2014). Enzim laccase dapat menguraikan struktur kristal senyawa lignin (Majumdar et al., 2014). Menurut Wei et al. (2019) inokulasi actinomycetes pada saat pengomposan mempercepat degradasi selulosa, hemiselulosa dan lignin, sebagai akibat meningkatnya aktivitas enzim-enzim kunci yang terlibat proses degradasi tersebut meliputi CMCase, Xylanase, manganase peroxidase, lignin peroxidase dan laccase.

Actinomycetes mendegradasi senyawa selulosa menjadi asam humat (Zao et al., 2017). Kandungan asam humat dalam kompos dapat meningkatkan produksi jamur. Hasil penelitian Prakash et al. (2010) menyatakan bahwa penambahan asam humat sebesar 4% pada kompos jerami padi mampu meningkatkan produksi jamur tiram (*Pleurotus Ostreatus*) dengan berat 242 gr, hasil yang lebih rendah diperoleh pada kompos dengan penambahan asam humat 1% dan 6% dengan produksi masing-masing sebesar 120 gr dan 96 gr. Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa penambahan asam humat dan asam folat pada kompos mampu meningkatkan produksi jamur *Agaricus bisporus*, produksi terbaik diperoleh pada dosis 3 cc perliter untuk asam folat dan 1,5 cc perliter untuk asam humat (Dahmardeh et al., 2015).

Tabel 4 menunjukkan terjadinya penurunan rasio C/N pada kompos akhir setelah pemanenan jamur merang. Penurunan rasio C/N ini disebabkan terjadi dekomposisi bahan organik oleh jamur merang, sebab bahan organik merupakan sumber energi dan unsur hara bagi jasad hidup dalam proses asimilasi dan pembentukan selnya. Hasil akhir pelapukan menyebabkan kandungan C-organik dan rasio C/N menurun sedangkan rasio N dan unsur lainnya meningkat (Suwastika dan Sutari, 2007).

Selain oleh aktivitas mikroorganisme yang terdapat dalam EM4, penurunan rasio C/N juga diakibatkan oleh aktivitas Jamur Merang dalam mendegradasi TKKS karena memiliki *Carbohydrate-Active Enzymes* yaitu selulase, hemiselulase (Chem et al.,

2013) dan lignoselulase (Chang dan Stenkraus, 1982).

Beberapa hasil penelitian sebelumnya, dilaporkan bahwa TKKS dapat digunakan sebagai media tumbuh jamur merang. Purindaswari dkk. (2016) melaporkan bahwa penggunaan campuran 250 gr jerami ditambah 750 gr TKKS memberikan produksi jamur merang terbaik yaitu diameter jamur 2,23 cm, panjang jamur 7,15 cm, jumlah buah 19 dengan berat 60,88 gr. Sementara itu hasil penelitian Fadhillah dan Budiyanto (2018), media tandan kosong kelapa sawit berumur 6 minggu dengan ketebalan media 20 cm memberikan produksi jamur terbaik dengan total berat jamur 238,8 gr.

Selain rasio C/N, faktor lain yang diduga mempengaruhi pertumbuhan jamur adalah pH. Semakin tingginya konsentrasi EM4 yang diberikan saat pengomposan maka konsentrasi zat-zat hasil metabolisme mikroorganisme EM4 yang terakumulasi pada kompos juga semakin tinggi, salah satu zat yang terakumulasi tersebut adalah asam laktat yang dihasilkan oleh *Lactobacillus* sp yang merupakan mikroorganisme utama dalam kultur campuran EM-4 dengan konsentrasi sebanyak $8,7 \times 10^5$ atau mencapai 90% dari populasi mikrobial pada EM-4 (Higa dan Kinjo, 1987). Akumulasi asam laktat menyebabkan pH media menjadi turun. Hal ini diduga menyebabkan pada konsentrasi EM4 25% produksi jamur menurun. Selain itu, penurunan ini diduga disebabkan tingginya kandungan asam humat sebagai hasil proses degradasi lignin oleh Actinomycetes. Hasil penelitian Prakash *et al.* (2010) menunjukkan bahwa pemberian asam humat pada media budidaya jamur tiram sebesar 6% memberikan produksi yang lebih rendah dibandingkan pemberian asam humat sebesar 1%.

Hasil penelitian Rochaieni dkk. (2003) menunjukkan bahwa pada awal proses pengomposan, derajat keasaman akan selalu turun karena sejumlah mikroorganisme tertentu akan mengubah bahan organik menjadi asam organik. Widodo dan Ashari (2009) juga menyatakan pada tahap awal fermentasi, asam organik dalam jumlah besar diproduksi oleh bakteri pembentuk

asam sehingga pH dapat mencapai dibawah 5. Hal inilah yang kemungkinan menyebabkan produksi jamur pada konsentrasi EM-4 25% turun.

Faktor lingkungan lain yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur merang adalah suhu dan kelembaban. Selama pengamatan suhu berkisar antara 26°-32°C yang cukup ideal untuk pertumbuhan jamur merang. Kisaran suhu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jamur merang antara 30 - 35°C dan suhu paling sesuai adalah 32°C (Chang dan Miles, 1989).

Selama masa inkubasi, kelembaban cukup tinggi yaitu 83-91%. Kisaran kelembaban tersebut cukup ideal untuk mendukung pertumbuhan jamur merang yaitu 85-90% (Buswell dan Chen, 2005). Kelembaban sangat penting karena 89,42% kandungan jamur merang adalah air (Rahmawati, 2016), sehingga berat jamur segar sangat ditentukan dari kelembaban media maupun kumbung.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa, Penambahan EM4 dalam proses pengomposan dapat menurunkan rasio C/N kompos TKKS. Sebelum inokulasi bibit jamur, rasio C/N kompos kontrol (tanpa penambahan EM4) adalah 29,69 lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan penambahan EM4. Pada penelitian ini tidak terdapat hubungan antara nilai rasio C/N dengan produksi jamur. Berdasarkan uji DNMRT penambahan EM4 berpengaruh terhadap produksi jamur. Konsentrasi EM4 15% memberikan produktivitas jamur tertinggi, tidak berbeda nyata dengan perlakuan 5%, 10% dan 20%. Pada konsentrasi 25% produktivitas jamur menurun. Pengaruh EM4 terhadap produksi jamur tidak hanya berkaitan penurunan rasio C/N. Kemungkinan terdapat mekanisme lain yang dilakukan oleh mikroorganisme yang terdapat pada EM4 seperti fiksasi nitrogen, aktivitas senyawa antibiotik dan adanya senyawa asam humat sebagai akibat proses dekomposisi senyawa lignoselulosa. Untuk mengetahui hal ini diperlukan penelitian lebih lanjut.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Ibu Retni S.B., S.Pd., M.Si, Bapak Dr. Agus Subagyo, dan Owner Fisha Jamur Bapak Arwin dan Ibu Iba.

Daftar Pustaka

- Andayanie, W.Y. 2013. Penambahan Em4 Dan Lama Pengomposan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Tiram Putih (*Pleurotus florida*). *Agri-tek* 14(1): 33-41.
- Busweell, J.A and Chen, M. 2005. Cultivation, Biochemical, Molecular Biological and Medical Aspect of the Culinary-Medicinal Straw Mushroom *Volvariella volvacea* (Bull:Fr.) Singer (Agaricomycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms* 7(1): 157-166.
- Chang, S.C., and Steinkraus, K. H. 1982. Lignocellulolytic Enzymes Produced by *Volvariella volvacea*, the Edible Straw Mushroom. *Applied And Environmental Microbiology* 43(2): 440-446.
- Chang, S.T and Miles, P.G. 1989. *Edible Mushrooms and Their Cultivation*. Boca Raton. CRC Press inc. Florida.
- Chen, B., Gui, F., Xie, B., Deng, Y., Sun, X., Lin, M., tao, Y., and Li, S. 2013. Composition and Expression of Genes Encoding Carbohydrate-Active Enzymes in the Straw-Degrading Mushroom *Volvariella volvacea*. *PLOS ONE* 8(3): 1-9.
- Cuppels, D.A., Higham, J., and Traquair, J.A. 2013. Efficacy of selected streptomycetes and a streptomycete + pseudomonad combination in the management of selected bacterial and fungal diseases of field tomatoes. *Biological Control* 67(3): 361-372.
- Dahmardeh, M., Poodineh, Z., and Fakheri, B.A. 2015. Effects of Humic and Folic acid on Quantity and Quality Related Traits of Button Mushroom (*Agaricus bisporus*). *Biological Forum – An International Journal* 7(1): 823-828.
- Dirjen Perkebunan. 2017. *Statistik Perkebunan Indonesia*. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Fadhilah, H. dan Budiyanto. 2018. Pengaruh Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Media Tumbuh Jamur Terhadap Produksi Dan Sifat Fisik Jamur Merang (*Volvariella volvacea*). *Jurnal Agroindustri* 8(1): 80-96.
- Fernandes, T.A.R., da Silveira, W.B., Lopes Passos, F.M., Domingues Zucchi, T., 2014. Laccases from actinobacteria— what we have and what to expect. *Advance Microbiology* 4(1), 285–296.
- Firmansyah, A. M. 2011. *Teknik Pembuatan Kompos*. Kalimantan Tengah: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. P: 1-19.
- Fuadi, A.M., dan Pranoto, H. 2016. Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pembuatan Glukosa. *Chemica* 3(1), 1-5.
- Gapki. 2018. Refleksi Industri Kelapa Sawit. <https://gapki.id/news/4140/refleksi-industri-kelapa-sawit-2017-dan-prospek-2018>. 22 Maret 2019.
- Gunawan, A.W. 2008. *Usaha Pembibitan jamur*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hayat, E. S., & Andayani, S. 2014. Pengelolaan limbah tandan kosong kelapa sawit dan aplikasi biomassa *chromolaena odorata* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi serta sifat tanah sulfaquent. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah* 17(22): 44-51.
- Higa, T. and Kinjo, S. 1987. *Effect of Lactid Acid Fermentation Bacteria on Plant Growth and Soil Humus Formation*. University of Ryukyus. Okinawa Japan.
- Ismayana, A., Indrastim N.S., Suprihatin, Maddu, A., and Fredy, A. 2012. Faktor Rasio C/N Awal Dan Laju Aerasi Pada Proses Co-Composting Bagasse Dan Blotong. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 22(3):173-179.
- Majumdar, S., Lukk, T., Solbiati, J.O., Bauer, S., Nair, S.K., Cronan, J.E., Gerlt, J.A., 2014. Roles of small laccases from

- Streptomyces in lignin degradation. *Biochemistry* 53(1), 4047–4058.
- Ngadi, N., and Lani, N. S. 2014. *Extraction and Characterization of Cellulose Acetate from Empty Fruit Bunch (EFB) Fiber. Jurnal Teknologi* 68(5): 35-39.
- Prakash, P., Aashish, B.S., Neil, J.K., and Sivasubramanian. 2010. Effect of Humic Acid on Pleurotus Ostreatus Mushroom Cultivation and Analysis of Their Nutrient Contents. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 6(6). 1067-1070.
- Purindaswari, R., Udiantoro., dan Agustina, L. 2016. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Media Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella Volvaceae*) Dalam Upaya Diversifikasi Pangan. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah Jilid 3*: 908-912.
- Purnawanto, A.M. dan Nugroho, B. Efektifitas Kompos Limbah Media Tanam Jamur Tiram Sebagai Pupuk Organik Pada Budidaya Bawang Merah Di Tanah Ultisol. *Agritech* 17(2): 97-105.
- Rahmawati, N., Hasanuddin, dan Rosmayati. 2016. ABDIMAS TALENTA. Budidaya dan Pengolahan Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*) dengan media limbah jerami. 1 (1): 58-63.
- Rochaeni, A., Rusmaya, D. dan Hartini, P. 2003. Pengaruh Agitasi Terhadap Proses Pengomposan Sampah Organik. *Infomatek* 5(4): 177-186.
- Sakpirom, J., Kantachote, D., Siripattanakul-Ratpukdi, S., McEvoy, J., and Khan, E. 2019. Simultaneous bioprecipitation of cadmium to cadmium sulfide nanoparticles and nitrogen fixation by *Rhodospseudomonas palustris* TN110. *Chemosphere* 223(1): 455-464.
- Shinoj. S.P.S., Kochubabu, M., and Visvanathan, R. 2011. Oil palm fiber (OPF) and its composites: A review. *Ind. Crops Productions* 33(1). 7-22.
- Subali, B dan Ellianawati. 2010. Pengaruh Waktu Pengomposan Terhadap Rasio Unsur C/N dan Jumlah Kadar Air dalam Kompos. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV Jateng dan DIY*. 49-53.
- Suleman dan Eviati. 2007. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Sunandar, B. 2010. *Budidaya Jamur Merang*. BPTP Jawa Barat. Kementerian Pertanian: Bandung.
- Suriawiria, U. 1986. *Pengantar Untuk Mengenal dan Menanam Jamur*. Angkasa. Bandung.
- Suwandi. 2016. *Outlook Kelapa Sawit. Komoditas Pertanian Subsektor Perkebunan*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian. P:1.
- Suwastika, A. A. A. G dan Sutari, N. W. 2007. *Perlakuan Aktivator dan Masa Inkubasi Terhadap Pelapukan Limbah Jerami Padi*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Denpasar.
- Thomas L., Crawford D.L. 1998. Cloning of Clustered Streptomyces viridosporus T7A Lignocellulose. *Canadian Journal of Microbiology* 44(4):12-23.
- Tobing, Esther L. 2009. Studi tentang kandungan Nitrogen, Karbon C-organik dan C/N Dari Kompos Tumbuhan Kembang Bulan. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Wei, Y., Wu, D., Wei, D., Zhao, Y., Wu, J., Xie, X., Zhang, R., and Wei, Z. 2019. Improved lignocellulose-degrading performance during straw composting from diverse sources with actinomycetes inoculation by regulating the key enzyme activities. *Bioresource Technology* 271(1): 66-74.
- Widodo, T. W dan Asari, A. 2009. *Teori dan Konstruksi Instalasi Biogas*. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian. Serpong.
- Wijana, S., dan Mulyadi, A.F. 2013. Pengaruh Lama Pemeraman Terhadap Kadar Lignin Dan Selulosa Pulp (Kulit Buah Dan Pelepah Nipah) Menggunakan Biodegradator EM4. *Jurnal Industria* 2(1): 75-83.

- Wulan, P.P.D.K., Gozan, M., Arby, B., dan Achmad, B. 2000. *Penentuan rasio Optimum C:N:P sebagai nutrisi pada proses biodegradasi benzene-toluena dan scale up kolom bioregenerator*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Yuliastrin, A. 2007. Pengaruh Penambahan Effective Microorganism-4 (EM-4) Pada Pengomposan Terhadap Produksi Jamur Merang. *Jurnal Matematika, Sains & Teknologi* 8(2): 140-145.
- Yuniwati, M., Iskarima, F., dan Padulemba, A. Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Kompos Dari Sampah Organik Dengan Cara Fermentasi Menggunakan EM4. *Jurnal Teknologi* 5(2): 172-182.
- Zhao, Y., Zhao, Y., Zhang, Z., Wei, Y., Wang, H., Lu, Q., Li, Y., and Wei, Z. 2017. Effect of thermo-tolerant actinomycetes inoculation on cellulose degradation and the formation of humic substances during composting. *Waste Management* 68(1): 64-73