

THE DYNAMICS OF BRYOPHYTES SPECIES DIVERSITY IN THE LOWLAND ECOSYSTEMS, CIBINONG SCIENCE CENTER- BOTANICAL GARDEN

Fandri Sofiana Fastanti*, Tri Yuni Indah Wulansari

Pusat Riset Biologi
Badan Riset dan Inovasi Nasional
Gedung Botani-Mikrobiologi, Cibinong Science Center
Jl. Raya Bogor-Jakarta Km.46, Cibinong, Bogor, Jawa Barat 16911
*Email: fsfastanti@gmail.com

ABSTRACT

Bryophytes are a group of plants generally with small sizes and spores as generative reproduction. There are three main groups of Bryophytes: liverworts or hepatics (Marchantiophyta), mosses (Bryophyta), and hornworts (Anthoceroophyta). They are found in almost all ecosystems. Ecopark Cibinong Science Center-Botanic Garden (CSC-BG) is a conservation area that has a lowland ecosystem and is located in industrial cities. The bryophytes species that were carried out in 2009 and 2010 are inadequate. Re-exploration activity was carried out from June 2018 until January 2019 in all blocks of Ecopark. This study aims to report an update of bryophytes data in Ecopark. A total of 20 species of bryophytes were found in this research. Bryophyte species is dominated by the genus *Fissidens*. There are 11 species of bryophytes and 9 species are new data records for Ecopark CSC-BG. This research updated the diversity data of bryophytes from Ecopark CSC-BG in 2009 and 2010 with the result that 30 species were recorded (27 species mosses, 3 species liverworts), 10 species were not found in this study. There are no hornworts found in Ecopark CSC-BG.

Keywords: bryophytes, diversity, Ecopark CSC-BG, lowland

PENDAHULUAN

Lumut merupakan tumbuhan tak berpembuluh yang terdiri dari tiga kelompok utama yaitu lumut hati (Marchantiophyta), lumut sejati (Bryophyta), dan lumut tanduk (Anthoceroophyta) (Cole *et al.* 2019). Lumut memiliki peranan penting pada ekosistem seperti menyediakan habitat bagi mikrofauna yang penting dalam proses dekomposisi serasah (Sayre dan Brunson, 1971) dan sebagai tumbuhan bioindikator karena sensitif terhadap polusi udara khususnya logam berat (Zechmeister *et al.* 2003). Keberadaan lumut secara tidak langsung mempengaruhi ketersediaan unsur hara dan kualitas udara di suatu tempat. Mikrofauna menyukai kondisi lembap yang disediakan oleh lumut. Beberapa invertebrata diketahui hidup pada sekumpulan koloni lumut seperti

nematoda, tardigrada, dan tungau (Sayre dan Brunson 1971). Lumut dapat tumbuh pada berbagai substrat dan juga merupakan tumbuhan pionir (Fenton dan Frego, 2005). Lumut juga dapat ditemukan pada berbagai tipe ekosistem.

Ecology Park (ecopark) LIPI merupakan ruang terbuka hijau yang berisi koleksi tumbuhan dengan tipe ekosistem dataran rendah yang berasal dari pulau-pulau besar di Indonesia. Ecopark terdapat di kawasan Cibinong Science Center-Botanic Garden (CSC-BG) terletak di tengah-tengah kawasan industri Cibinong, Kabupaten Bogor. Ecopark merupakan bagian dari manajemen Kebun Raya Bogor yang berfungsi sebagai sarana penelitian, koleksi tumbuhan, wisata dan sarana edukasi bagi masyarakat. Ecopark

didesain dan dikelompokkan ke dalam blok-blok area berdasarkan tipe ekoregion di Indonesia, yaitu Sumatra, Jawa-Bali, Nusa Tenggara, Papua, Maluku, Sulawesi dan Kalimantan. Jenis tumbuhan berpembuluh di Ecopark CSC-BG telah terdata dengan baik. Noviady dan Rivai (2015) serta Purnomo *et. al.* (2015) juga telah melakukan penelitian tumbuhan berpembuluh dan jenis-jenis pohon di Ecopark. Namun, data mengenai jenis tumbuhan lumut di ecopark masih terbatas karena belum dieksplorasi dengan baik. Hasil penelitian Windadri (2011) telah ditemukan 21 jenis lumut.

Struktur vegetasi di Ecopark CSC-BG LIPI mengalami perubahan karena adanya pertumbuhan tanaman, pengelolaan dan pengembangan kawasan selama kurang lebih delapan tahun. Kondisi semacam ini dapat mempengaruhi keberadaan tumbuhan lumut yang sensitif terhadap perubahan lingkungan. Lumut merupakan salah satu kelompok tumbuhan yang berukuran kecil, berkembang biak menggunakan spora, memiliki kutikula yang tipis (Glime, 2017), dan memerlukan kelembapan untuk pertumbuhannya. Oleh karena itu, perubahan struktur vegetasi akibat pertumbuhan pohon, kanopi, dan aktivitas manusia dapat mengubah iklim mikro lingkungan dan berdampak kepada komposisi jenis lumut (Jonsson *et al.* 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk memperbaharui informasi dan membandingkan jenis-jenis lumut dengan penelitian sebelumnya di kawasan Ecopark CSC-BG. Eksplorasi keanekaragaman lumut merupakan langkah awal untuk mengidentifikasi komposisi dan potensi lumut di ekosistem. Eksplorasi keanekaragaman lumut dapat menambah data awal yang digunakan untuk pemantauan kualitas kawasan konservasi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengoleksian spesimen lumut diambil dari berbagai substrat (tanah, bebatuan, kulit batang pohon, dan lainnya) di Ecopark Cibinong Science Center-Botanic Garden. Penelitian ini dilakukan dari bulan Juni 2018 hingga Januari 2019. Pengamatan spesimen lumut yang telah diperoleh dari lapangan dilakukan di Laboratorium *Cryptogam*, Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi LIPI.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pengoleksian lumut di lapangan adalah amplop, alat tulis (pensil) kaca pembesar, *cutter*/pisau lapang. Alat yang digunakan untuk proses identifikasi spesimen di laboratorium adalah pinset, gelas objek, gelas penutup, tisu, dan mikroskop. Bahan-bahan yang digunakan adalah air dan spesimen lumut dari Ecopark CSC-BG.

Cara Kerja

Sebanyak 45 koleksi spesimen lumut diperoleh pada penelitian ini. Spesimen herbarium lumut dibuat dengan cara dikeringanginkan hingga spesimen menjadi kering. Koleksi spesimen kering disimpan di dalam amplop dan disusun rapi di dalam kotak yang diberi kamfer untuk mencegah kerusakan dari gangguan serangga. Spesimen yang telah diperiksa akan disimpan di Herbarium Bogoriense (BO).

Pengambilan spesimen lumut di lapangan dilakukan berdasarkan metode jelajah (Rugayah *et al.* 2004) yakni menjelajahi blok di ecopark yang menggambarkan ekoregion Jawa-Bali, Sumatra, Papua, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, dan Maluku. Pengambilan spesimen lumut meliputi gametofit dan sporofitnya beserta substratnya. Data terdiri dari nomor koleksi, tanggal pengambilan sampel, substrat, habitat, lokasi, kolektor, dan lainnya dicatat sebagai data tambahan. Selanjutnya spesimen diidentifikasi dan dikarakterisasi di laboratorium mengacu pada beberapa literatur yaitu Eddy (1988,

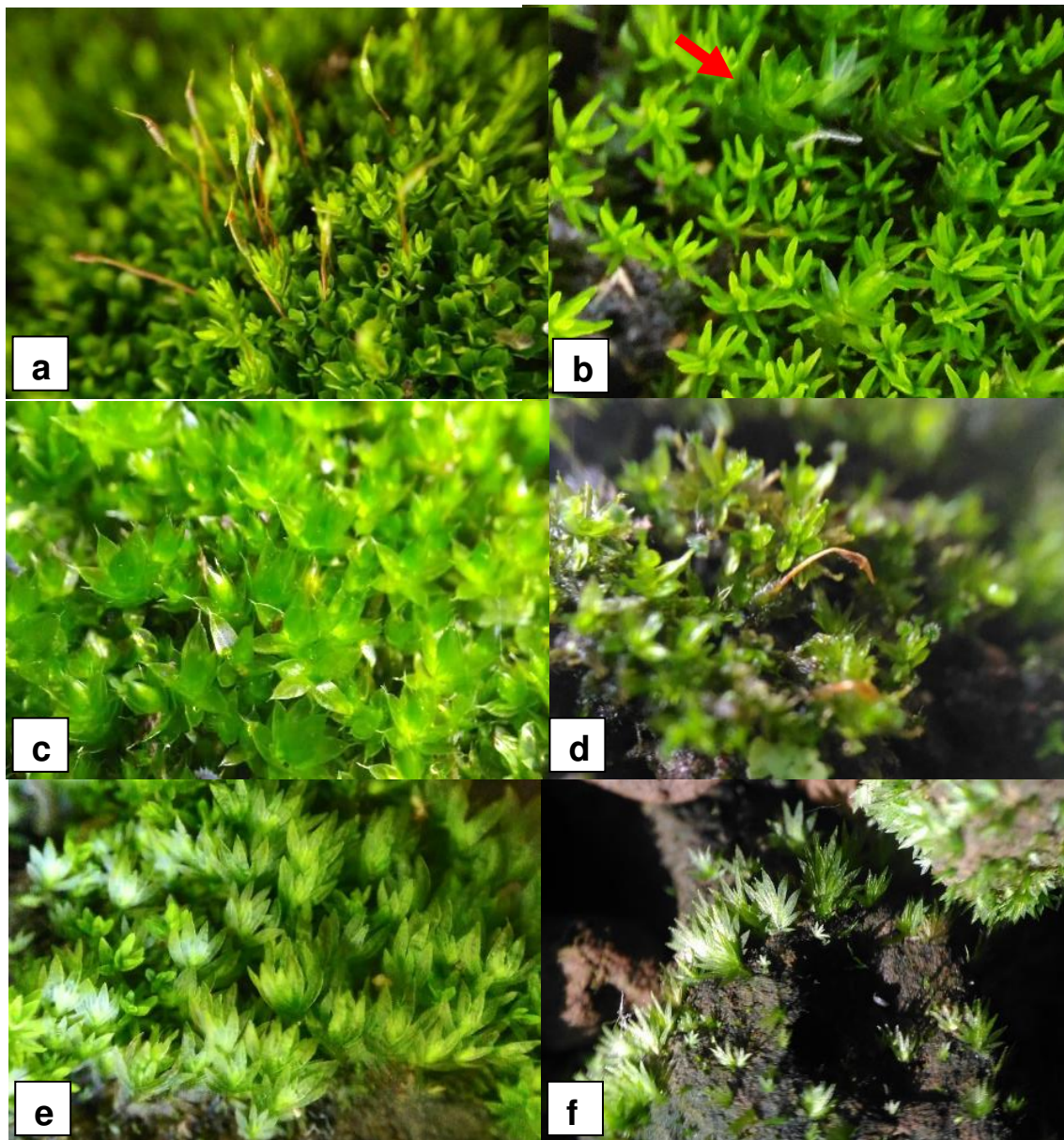
1989, 1991), Bartram (1939) Gradstein (2011), Siregar *et al.* (2013), Siregar *et. al* (2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

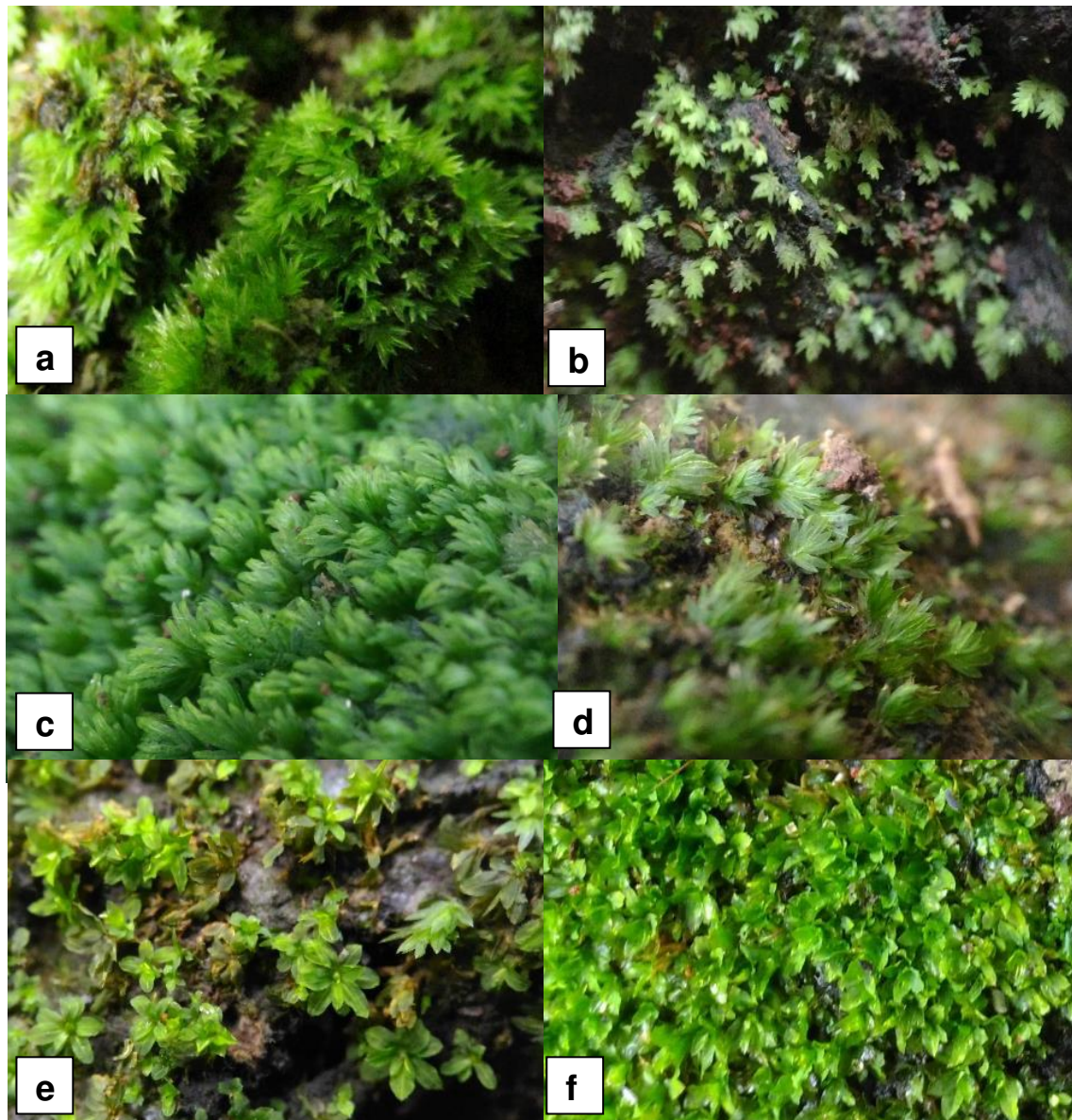
Sebanyak 45 nomor koleksi lumut diperoleh pada penelitian ini. Lumut yang ditemukan di Ecopark CSC-BG sebanyak 30 jenis yang tergolong ke dalam 10 suku dan 16 marga (Tabel 1). Dua puluh jenis ditemukan pada penelitian ini, sepuluh jenis lainnya telah tercatat pada penelitian sebelumnya (Windadri, 2011). Lumut yang ditemukan di Ecopark CSC-BG merupakan jenis-jenis yang umum dijumpai di ekosistem hutan dataran rendah (Tan dan Ho, 2008). Jenis-jenis yang paling banyak ditemukan tergolong ke dalam marga *Fissidens*. Jenis lumut yang ditemukan adalah *Barbula indica*, *Gemmabryum apiculatum*, *Bryum coronatum*, *Calymperes tenerum*, *Fissidens atroviridis*, *Fissidens biformis* (Gambar 1), *Fissidens bogoriensis*, *Fissidens perpusillus*, *Fissidens zippelianus*, *Fissidens zollingerii*, *Hyophila apiculata*, *Hyophila involuta* (Gambar 2),

Lejeunea sp. (lumut hati), *Leptolejeunea* sp. (lumut hati), *Marchantia emarginata* (lumut hati), *Meiothecium microcarpum*, *Octoblepharum albidum*, *Pohlia nutans*, *Semathophyllum tristiculum*, dan *Vesicularia montagnei* (Gambar 3).

Hasil penelitian ini menambahkan sebanyak sembilan jenis ke dalam daftar lumut di ecopark yang telah dipublikasikan delapan tahun lalu (Tabel 1). Tiga jenis yang tidak tercatat pada penelitian sebelumnya (Windadri 2011) adalah lumut hati yaitu *Lejeunea* sp., *Leptolejeunea* sp., dan *Marchantia emarginata*. Enam jenis lainnya adalah lumut sejati: *Barbula indica*, *Fissidens biformis*, *Fissidens perpusillus*, *Hyophila apiculata*, *Octoblepharum albidum*, dan *Vesicularia montagnei*. Adanya penambahan keanekaragaman jenis lumut di Ecopark tersebut dapat disebabkan oleh faktor lingkungan yaitu kerapatan pepohonan yang menciptakan lingkungan yang teduh dan sejuk serta adanya penambahan serasah yang ditemukan di permukaan tanah juga membuat lingkungan semakin lembap (Windadri, 2017) dan membantu lumut untuk tumbuh.



Gambar 1. a. *Barbella indica*, b. *Gemmabryum apiculatum* (panah merah), c. *Bryum coronatum*, d. *Calymperes tenerum*, e. *Fissidens atroviridis*, f. *Fissidens bififormis*.



Gambar 2. a. *Fissidens bogoriensis*, b. *Fissidens perpusillus*, c. *Fissidens zippelianus*, d. *Fissidens zollingerii*, e. *Hyophila apiculata*, f. *Hyophila involuta*.



Gambar 3. a. *Lejeunea* sp, b. *Leptolejeunea* sp, c. *Marchantia emarginata*, d. *Meiothecium microcarpum*, e. *Octoblepharum albidum*, f. *Pohlia nutans*, g. *Sematophyllum tristiculum*, h. *Vesicularia montagnei*.

Tabel 1. Jenis-jenis lumut yang ditemukan di Ecopark Cibinong Science Center

No	Suku	Jenis	Substrat	Habitat	Tahun		
					2009*	2010*	2018
Lumut Sejati							
1.	Bryaceae	<i>Bryum coronatum</i>	Tanah	Ternaungi	√	-	√
2.		<i>Gemmabryum apiculatum</i>	Tanah	Terbuka	√	-	√
3.		<i>Pohlia elongate</i>	-	-	√	-	-
4.		<i>Pohlia leucostoma</i>	-	-	√	-	-
5.	Calymperaceae	<i>Pohlia nutans</i>	Bebatuan	Terbuka	-	√	√
6.		<i>Calymperes tenerum</i>	Pohon	Ternaungi	-	√	√
7.	Fissidentaceae	<i>Fissidens artroviridis</i>	Tanah	Ternaungi	√	-	√
8.		<i>Fissidens biformis</i>	Tanah	Ternaungi	-	-	√
9.		<i>Fissidens bogoriensis</i>	Tanah	Ternaungi	√	√	√
10.		<i>Fissidens bryoides</i>	-	-	-	√	-
11.		<i>Fissidens perpusillus</i>	Tanah	Ternaungi	-	-	√
12.		<i>Fissidens splachnobryoides</i>	-	-	-	√	-
13.		<i>Fissidens zippelianus</i>	Tanah	Ternaungi	-	√	√
14.		<i>Fissidens zollingerii</i>	Tanah	Ternaungi	√	√	√
15.	Funariaceae	<i>Funaria hygrometrica</i>	-	-	√	-	-
16.	Hypnaceae	<i>Vesicularia montagnei</i>	Bebatuan	Ternaungi	-	-	√
17.	Octoblepharaceae	<i>Octoblepharum albidum</i>	Pohon	Ternaungi	-	-	√
18.		<i>Barbula arcuata</i>	-	-	√	-	-
19.	Pottiaceae	<i>Barbula indica</i>	Bebatuan	Ternaungi	-	-	√
20.		<i>Hyophila apiculata</i>	Bebatuan	Ternaungi	-	-	√
21.		<i>Hyophila involute</i>	-	-	-	√	√
22.		<i>Pseudosymblepharis angustata</i>	-	-	-	√	-
23.	Sematophyllaceae	<i>Meiothecium bogoriense</i>	Pohon	Ternaungi	√	-	-
24.		<i>Meiothecium microcarpum</i>	Pohon	Ternaungi	-	√	√
25.		<i>Sematophyllum tristiculum</i>	-	-	√	-	√
26.		<i>Taxithelium instratum</i>	-	-	-	√	-
27.		<i>Taxithelium kerianum</i>	-	-	√	-	-
Lumut Hati							
28.	Lejeuneaceae	<i>Lejeunea</i> sp.	Pohon	Ternaungi	-	-	√
29.		<i>Leptolejeunea</i> sp.	Pohon	Ternaungi	-	-	√
30.	Marchantiaceae	<i>Marchantia emarginata</i>	Bebatuan	Ternaungi	-	-	√

*Windadri (2011)

Fissidentaceae dan *Lejeuneaceae* merupakan lumut yang paling umum dijumpai di Ecopark CSC-BG. Penelitian sebelumnya juga melaporkan bahwa *Fissidentaceae*, *Calymperaceae*, dan *Lejeuneaceae* adalah jenis lumut yang paling umum dijumpai di kawasan konservasi dataran rendah. *Lejeuneaceae* merupakan kelompok lumut hati epifit yang paling banyak dijumpai pada Gymnospermae di Kebun Raya Bogor (Adhitya *et al.*, 2014), sedangkan *Calymperaceae* dominan di Taman

Nasional Ujung Kulon (Windadri, 2009). *Lejeuneaceae* dan *Calymperaceae* merupakan suku pada lumut dengan jenis yang paling banyak dijumpai di Taman Nasional Karimunjawa (Haerida, 2012).

Jenis lumut yang dijumpai di Ecopark CSC-BG memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan lumut dataran tinggi (Nadhifah *et al.*, 2017, Nadhifah *et al.* 2018) yaitu berkisar 0,4 cm hingga 1,5 cm. Lumut tersebut banyak ditemukan membentuk bantalan di bawah tumpukan

serasah, dinding selokan dan bebatuan di sepanjang jalan menuju ekoregion Jawa. Seluruh jenis *Fissidens* dijumpai terestrial di permukaan tanah yang ditutupi oleh serasah. *Barbula* dan *Hyophila* banyak ditemukan menempel di sepanjang dinding bebatuan pada habitat yang ternaungi dan akan berwarna coklat-kekuningan pada saat musim kemarau.

Lumut akan terlihat mati dan berwarna coklat-kekuningan pada saat musim kemarau dengan suhu yang lebih tinggi. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan

pada bulan Agustus dan September 2018, lumut yang dijumpai di ecopark hanya dari marga *Fissidens* dan *Barbula*. Sedangkan kelompok lumut lainnya mulai banyak ditemukan kembali pada bulan Oktober hingga Desember setelah peningkatan intensitas curah hujan. Pertumbuhan dan perkembangan lumut dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu suhu dan kelembapan (Fajuke, 2010), khususnya lumut yang tumbuh di ekosistem dataran rendah.



Gambar 4. a. Moluska di koloni *Bryum*, b. Serangga kecil di koloni *Hyopilla*, c. Biji *Dipterocarpaceae* yang sedang berkecambah di sekitar *Fissidens*, d. Jamur yang tumbuh di sekitar *Fissidens*.

Lumut yang ditemukan di Ecopark memiliki berbagai peranan yaitu sebagai penyedia habitat bagi mikrofauna dan media bagi organisme lainnya (seperti biji tumbuhan dan jamur). Beberapa jenis lumut tumbuh mengelompok membentuk

bantalan atau koloni di tanah atau menempel di bebatuan yang ada di sepanjang jalan Ecopark. Jenis tersebut berasal dari suku *Pottiaceae* (*Hyophila* dan *Barbula*) dan *Bryaceae* (*Bryum* dan *Pohlia*) yang menjadi habitat bagi

mikrofauna. Mikrofauna yang ditemukan di sekitar lumut tersebut adalah Moluska dan Arthropoda (Gambar 4 a-b). Moluska memerlukan lingkungan yang lembap yang disediakan oleh lumut sedangkan Arthropoda (Collembola) memanfaatkan protonema lumut sebagai sumber makanannya (Varga, 1992).

Lumut juga menyediakan lingkungan dan tempat yang lembap sebagai media perkecambahan dan pertumbuhan tumbuhan berbiji dan jamur. Lumut yang tumbuh di tanah, yaitu *Fissidens* banyak ditemukan di bawah serasah. *Fissidens* yang tumbuh di lantai vegetasi berguna dalam mendukung perkecambahan biji *Dipterocarpaceae* (Gambar 4c) dan pertumbuhan jamur (Gambar 4d). Lumut yang tumbuh berkelompok dan membentuk bantalan yang luas berguna dalam mempercepat perkecambahan biji, contohnya pada biji pinus (*Pinus sylvestris*) (Stuiver *et al.* 2014).

Selain itu, lumut hati yang dijumpai di Ecopark berpotensi untuk dimanfaatkan. *Lejeunea* (*Lejeunea punctiformis*) dapat digunakan sebagai bioindikator karena sensitif terhadap SO₂, sedangkan *Leptolejeunea* mengandung senyawa aromatik yang memiliki senyawa aktif (Glime, 2017). *Marchantia emarginata* banyak ditemukan menempel di tepian selokan dan sering dialiri oleh air pada saat musim hujan. Jenis ini memiliki senyawa antikanker (Kour, 2017) yang dapat dimanfaatkan dalam bidang pengobatan.

KESIMPULAN

Lumut yang telah ditemukan di Ecopark CSC-BG berjumlah 30 jenis tergolong ke dalam lumut sejati (27 jenis) dan lumut hati (3 jenis). Sebanyak 9 jenis merupakan tambahan dari jenis sebelumnya untuk kawasan ini. *Fissidens* merupakan marga yang paling banyak ditemukan. Lumut tanduk tidak ditemukan di Ecopark CSC-BG.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih PKT Kebun Raya Bogor atas izin pengamatan dan pengambilan spesimen di Ecopark CSC-BG. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Florentina Indah Windadri dan Ida Haerida, M.Si atas diskusinya. Terima kasih juga diucapkan kepada Listiana Oktavia dan Qori Emilia untuk koreksi tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya, F., Ariyanti, N. S., & Djuita, N. R. (2014). Keanekaragaman Lumut Epifit pada Gymnospermae di Kebun Raya Bogor. *Floribunda*, 4(8): 212-217.
- Bartram, E. B. (1939). Mosses of the Philippines. *Philippine Journal of Science*, 68: 1-423.
- Cole, T. C. H., Hilger H. H., & Goffinet B. (2019). Bryophyte Phylogeny Poster. DOI: 10.7287/peerj.preprints.27571.
- Eddy, A. (1988). *A Handbook of Malesian Mosses* Volume 1. Natural History Museum Publications. London.
- _____. (1990). *A Handbook of Malesian Mosses* Volume 2. Natural History Museum Publications. London.
- _____. (1996). *A Handbook of Malesian Mosses* Volume 3. HMSO Publications Centre. London.
- Fajuke, A. A. (2010). Dessication stress and the effect of humidity in mosses. *Not. Sci. Biol*, 2(1): 40-42.
- Fenton, N. J., & Frego, K. A. (2005). Bryophyte (moss and liverwort) conservation under remnant canopy in managed forests. *Biological Conservation*, 122: 417-430.
- Gradstein, S. R. (2011). *Guide to the Liverworts and Hornworts of Java*. Seameo Biotrop. Bogor
- Glime, J. M. (2017). *Bryophyte Ecology*. Michigan Technological University and International Association of Bryologists. Tersedia pada

- <http://bryoecol.mtu.edu/>
- Haerida, I. (2012). Epistolae Botanicae: Sekumpulan Lumut dari Taman Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah. *Floribunda*, 4(4): 104-105.
- Jonsson, M., Kardol, O., Gundale, M. J., Bansal, S., Nilsson, M. C., Metcalfe D. B., & Wardle, D. A. (2015). Direct and Indirect Drivers of Moss Community Structure, Function and Associated Microfauna Across a Successional Gradient. *Ecosystem*, 18: 154-169.
- Kour, A. (2017). Bryophytes: a traditional treasure. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*, 45(1): 21-27.
- Nadhifah, A., Zakiyah, K., & Noviady, I. (2017). Keanekaragaman lumut epifit pada marga Cupressus di Kebun Raya Cibodas, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Indonesia*, 3(3): 396-400.
- Nadhifah, A., Khujjah, M., Vitara, & Noviady, I. (2018). Bryophytes in Cibodas Botanical Garden: diversity and potential uses. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 10(2): 455-463.
- Noviady, I., & Rivai, R. R. (2015). Identifikasi Kondisi Kesehatan Pohon Peneduh di Kawasan Ecopark Cibinong Science Center-Botanic Gardens. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1: 1385-1391.
- Purnomo, D. W., Magadhi, M., Kuswantoro, F., Risna, R. A., & Witono, J. R. (2015). Pengembangan Koleksi Tumbuhan Kebun Raya Daerah dalam Kerangka Strategi Konservasi Tumbuhan di Indonesia. *Buletin Kebun Raya*, 18: 111-124.
- Rugayah, Retnowati, A., Windadri, F. I., & Hidayat, A. (2004). Pengumpulan Data Taksonomi. Dalam: Rugayah, Widjaja E.A, Praptiwi (eds.). *Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora*. Bogor (ID): LIPI Press.
- Sayre, R. M., & Brunson, L. K. (1971). Microfauna of moss habitats. *The American Biology Teacher*, 33(2): 100-102.
- Siregar, E. S., Ariyanti, N. S., & Tjitrosoedirdjo, S. S. (2013). The liverwort genus *Marchantia* (*Marchantiaceae*) of Mount Sibayak North Sumatra, Indonesia. *Biotropia*, 20: 73-80.
- _____ (2014). *Lejeuneaceae* anak suku *Ptychantoideae* di Hutan Sibayak Sumatra Utara. *Floribunda*, 4(8): 218-225.
- Stuiver, B. M., Wardle, D. A., Gundale, M. J., & Nilsson, M. C. (2014). The impact of moss species and biomass in the growth of *Pinus sylvestris* tree seedlings at different precipitation frequencies. *Forest*, (5): 1931-1951.
- Tan, B. C., & Ho, B. C. (2008). *A Guide to the Mosses of Singapore*. Singapore (SG): Science Centre Singapore.
- Varga, J. (1992). Analysis of the fauna of protected moss species. *Biol. Conserv*, 59:171-173.
- Windadri, F. I. (2009). Keragaman Lumut di Resort Karang Ranjang, Taman Nasional Ujung Kulon, Banten. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 10: 19-25.
- _____ (2011). Lumut di kawasan konservasi Ecology Park Cibinong, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional HUT Kebun Raya Cibodas ke-159*: 128-133.
- Windadri, F. I., & Susan, D. (2013). Keanekaragaman jenis lumut di Kepulauan Raja Ampat Papua Barat. *Jurnal Kebun Raya*, 16(2): 175-184.
- Windadri, F. I. (2017). Lumut sejati di Hutan Alam Pameungpeuk, Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Jawa Barat. *Berita Biologi*, 16(2): 137-146.
- Zechmeister, H. G., Grodzinska, K., Szarek-Lukaszewska, G. (2003). Bryophytes. *Bioindicators and biomonitors*, 329-375.