



KARAKTERISTIK LUMUT DI RUANG TERBUKA HIJAU (RTH) DI AREA PERMUKIMAN JAKARTA SELATAN

THE CHARACTERISTICS OF BRYOPHYTES IN THE GREEN OPEN SPACE IN THE SETTLEMENT AREA OF SOUTH JAKARTA

Sarah Tsabituddinillah¹, Afiatry Putrika^{1,2,3*}, Niarsi Merry Hemelda¹, Andi Salamah¹, Windri Handayani¹, Astari Dwiranti¹, Mega Atria^{1,2,3}

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, 16424, Indonesia

²Ruang Koleksi Biota Herbarium Depokensis, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, 16424, Indonesia

³Wildlife Biology and sustainable landscape research group

*Corresponding author: a.putrika@sci.ui.ac.id

Naskah Diterima: 26 Juli 2021; Direvisi: 5 November 2021; Disetujui: 4 September 2022

Abstrak

Permukiman merupakan salah satu ruang terbuka hijau (RTH) yang terdapat di daerah urban, khususnya Jakarta. Salah satu kelompok tumbuhan yang ditemui pada RTH adalah lumut. Keberadaan lumut di permukiman urban menunjukkan kemampuan lumut yang dapat bertahan di lingkungan yang terganggu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui spesies serta karakteristik lumut di salah satu permukiman Jakarta Selatan. Lumut dikoleksi dengan metode *transect-line* pada 6 titik tepi jalan dan jelajah bebas pada 3 taman di permukiman tersebut Jakarta Selatan. Pengamatan karakteristik morfologi dan anatomi lumut dilakukan dengan penilaian kualitatif dan kuantitatif. Berdasarkan hasil penelitian terdapat 2 divisi lumut, yaitu *Bryophyta* (lumut sejati) dan *Marchantiophyta* (lumut hati) di lokasi penelitian. *Bryophyta* terdiri dari 6 famili, 9 genus, dan 16 spesies. Sementara itu, *Marchantiophyta* terdiri dari 2 famili, 2 genus, dan 3 spesies. *Pottiaceae* merupakan famili dengan jumlah spesies terbanyak ditemukan, yaitu 5 spesies. *Fissidens biformis* adalah spesies dengan jumlah sampel terbanyak. Lumut tersebut ditemukan pada substrat tanah, batu, dan batang pohon. Kisaran luas tutupan lumut yang ditemukan yaitu 2–100%. Karakteristik seperti ukuran tubuh yang kecil, bentuk hidup, bentuk daun, ornamentasi pada permukaan daun, modifikasi sel daun, serta keberadaan sporofit atau gemma diduga mendukung lumut beradaptasi di lingkungan urban.

Kata Kunci: Adaptasi; *Bryophyta*; *Marchantiophyta*; Permukiman; Urban

Abstract

Settlement is one of urban green open spaces in Jakarta. One of the plant groups found in the open green spaces is the bryophytes. The presence of bryophytes in the settlement areas indicates the ability of bryophytes to survive in a disturbed environment. This study aims to determine bryophytes species and their characteristic in the settlements area of South Jakarta. Bryophyte collected by *transect-line* at 6 sites of roadside and broad survey at 3 sites of park. The morphological and anatomical characteristics were observed with qualitative and quantitative assessments. Mosses and liverworts are groups that found in study sites. The mosses consists of 6 families, 9 genera, and 16 species. Meanwhile, the liverworts consists of 2 families, 2 genera, and 3 species. *Pottiaceae* is has the highest species richness in the location. Meanwhile the highest number of samples was *Fissidens biformis*. The bryophytes were attached in the soil, rock, and tree trunk. The coverage of bryophyte is about 2–100%. Characteristics such as small body size, life-forms, leaf shape, the ornamentation on the leaf surface, modified leaf cells, and the presence of sporophyte or gemmae are thought to support the adaptation of bryophyte in urban environments.

Keywords: Adaptation; *Bryophyte*; *Marchantiophyte*; Open green space; Urban

Permalink/DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v16i1.21811>

PENDAHULUAN

Wilayah urban memiliki aktifitas manusia yang tinggi sehingga didominasi oleh gedung perkantoran, kendaraan bermotor, dan pemukiman padat penduduk. Karena hal tersebut, wilayah urban mengalami masalah-masalah lingkungan. Salah satunya adalah tingkat polusi udara tinggi yang berdampak pada keseimbangan ekosistem (Uttara et al., 2012). Pemerintah Indonesia berusaha mengatasi masalah tersebut dengan menambah Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Jakarta dan kota-kota besar lainnya sejak 2007. RTH yang ada merupakan hutan, taman kota, jalur hijau jalan, dan pekarangan di pemukiman yang ditanami beragam spesies tumbuhan (Setiyani et al., 2017).

Salah satu kelompok tumbuhan penyusun suatu RTH di daerah urban adalah lumut. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya penelitian yang menemukan beragam spesies lumut di wilayah urban. Penelitian lumut di daerah urban di Indonesia pernah dilakukan oleh Putrika (2017) di Hutan Kota Universitas Indonesia yang menemukan 21 spesies dan Kristiyanto et al. (2018) di Arboreum Cibubur yang menemukan 7 spesies. Sementara itu, penelitian lumut di daerah urban juga pernah dilakukan oleh Floyed dan Gibson (2012) di Kota Victoria, Australia, Fudali dan Zolnierz (2019) di hutan kota Wroclaw, Polandia, serta Oishi (2019) di Kota Kyoto, Jepang.

Lumut merupakan tumbuhan berstruktur sederhana yang memiliki peran penting bagi ekosistem di daerah urban. Lumut berperan sebagai substrat pertumbuhan benih tanaman tinggi (Bahuguna et al., 2013) dan sebagai biakumulator yang mengabsorpsi unsur-unsur beracun seperti polutan (Sharma, 2007). Selain itu lumut berperan menghambat erosi tanah dan menjaga kelembapan udara iklim mikro disekitarnya (Fajri, 2009).

Keberadaan lumut di daerah urban menunjukkan adanya kemampuan adaptasi, karena lumut umumnya tumbuh di lingkungan dengan udara yang lembab dan bersih. Namun, lumut yang tumbuh di daerah urban, seperti Jakarta, beradaptasi pada suhu udara yang tinggi (22,05 – 37,20 C) dan kelembapan udara yang rendah (33-100%) (Sari, 2019). Bentuk adaptasi lumut di daerah urban dapat dilihat dari morfologi, anatomi, bentuk hidup (life-form), dan mekanisme reproduksi (Goffinet et al., 2009; Slack, 2011). Sebagai contoh, lumut di daerah urban di India mengembangkan bentuk hidup turf dan mats serta tidak bereproduksi seksual untuk beradaptasi terhadap kualitas udara yang buruk (Govindaparyi et al., 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman spesies lumut serta karakter morfologi dan anatomi yang dimiliki lumut di RTH permukiman daerah urban Jakarta. Penelitian diharapkan dapat menambah data spesies lumut di daerah urban di Indonesia. Selain itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam identifikasi spesies lumut di daerah urban dan dapat memberikan informasi terkait kondisi lingkungan di RTH daerah urban berdasarkan peran lumut sebagai biomonitor dan bioakumulator di ekosistem daerah urban.

MATERIAL DAN METODE

Waktu dan Tempat

Pengambilan lumut dilakukan di Komplek Taman Bona Indah dengan luas 249.587 m² yang merupakan salah satu area permukiman di dekat area komersial Jakarta Selatan. Pengamatan karakter sampel dan identifikasi taksa dilakukan di Laboratorium Taksonomi dan Ruang Koleksi Biota (RKB) Departemen Biologi Universitas Indonesia. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai Desember 2020.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan berdasarkan tempat penggunaan. Pertama, alat-alat yang digunakan di lapangan, yaitu pisau [Cutter Joyko L-500], buku lapangan dan alat tulis, kamera [Nikon D5300], kaca pembesar 3 x 2,1 cm [Iwamoto], alat ukur faktor abiotik lingkungan [Krisbow KW0600291], meteran [Krisbow], dan *Diameter at Breast High* (DBH) meter [Yamayo]. Kedua, alat-alat yang digunakan di laboratorium untuk proses identifikasi karakter morfologi dan anatomi lumut. Alat yang digunakan di laboratorium yaitu mikroskop cahaya [Olympus CX22], mikroskop stereo [Olympus SZ51], *dissecting set* [Gold Cross], kaca preparat [Sail Brand], *cover glass* [Deck Glass], pipet tetes kaca, botol larutan, dan literatur taksonomi lumut.

Bahan yang digunakan dalam penelitian, yaitu sampel lumut, akuades, tusuk gigi, tisu, amplop kertas berukuran 12 x 9 cm untuk menyimpan sampel (Bridson & Forman, 1992), dan kertas mika ukuran 10 x 10 cm² yang terbagi menjadi 100 subkuadrat berukuran 1 x 1 cm² untuk mengukur tutupan lumut (Lovadi et al., 2012).

Cara Kerja

Pengambilan sampel lumut menggunakan metode *purposive sampling*. Pengambilan sampel dilakukan pada 9 titik yang terdiri dari 6 titik jalan utama dan 3 titik taman di Komplek Taman Bona Indah (Gambar 1). Sampel lumut dikoleksi dari taman dilakukan dengan menggunakan metode jelajah bebas. Sementara itu, pengambilan sampel di jalan utama dilakukan menggunakan *line transect* dengan panjang 30 m serta lebar ke kiri dan kanan sebesar 4 m. Pada setiap titik pengambilan sampel, lumut dikoleksi dari berbagai substrat, yaitu tanah, batang pohon, dan substrat keras. Persentase tutupan lumut dilakukan pada plot berukuran 10 x 10 cm².



Gambar 1. Peta lokasi dan titik pengambilan sampel lumut

Pengambilan sampel lumut epifit dilakukan pada pohon inang dengan diameter setinggi dada (DBH) lebih dari 20 cm. Sampel lumut epifit diambil pada ketinggian 0–1 m dan 1–2 m dari permukaan tanah pada 4 arah mata angin berbeda. Nama spesies pohon inang dan tipe kulit batang dicatat.

Parameter abiotic yang diukur di antaranya suhu udara, kelembapan, intensitas cahaya, serta pH tanah dan kulit batang pohon. Pengukuran parameter abiotic dilakukan sebanyak 1 kali selama 7 hari berturut-turut di setiap titik taman dan tepi jalan utama. Pengukuran dilakukan selama 2 jam, dari pukul 07.00 sampai 09.00. Parameter abiotik pada saat pengambilan sampel diukur dengan *environmental meter*.

Pengamatan sampel lumut dilakukan dengan mengamati karakter morfologi dan anatomi secara kualitatif dan kuantitatif menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 40x, 100x, dan 400x. Parameter kuantitatif diukur menggunakan aplikasi *Image J*. Identifikasi sampel dilakukan menggunakan *Guide to The Liverworts and Hornworts of Java, Mosses & Liverworts of Hong Kong, a Guide to The Mosses of Singapore, a Handbook of Malesian Mosses*, dan literatur taksonomi lumut lainnya seperti situs web “*World Flora Online* dan *Online Index of Mosses*” dari *Missouri Botanical Garden*. Sampel lumut disimpan di Ruang Koleksi Biota Herbarium Depokensis Departemen Biologi FMIPA Universitas Indonesia.

Analisis Data

Data yang disusun, diolah, dan dianalisis meliputi daftar famili dan spesies lumut, parameter abiotik, parameter biotik, serta karakter lumut dalam bentuk tabel dan grafik. Data dari tabel dan grafik tersebut memberikan informasi terkait spesies lumut yang hidup di wilayah urban serta melimpah atau tidaknya suatu spesies lumut berdasarkan luas tutupan lumut. Sementara itu, data mengenai karakter lumut baik yang berhasil diamati secara kualitatif maupun kuantitatif dikaitkan dengan tipe substrat dan parameter abiotik lingkungan. Kemudian, data karakter lumut tersebut dibandingkan dengan karakter lumut pada literatur untuk mengetahui apabila terdapat perbedaan. Data karakter lumut disusun ke dalam bentuk deskripsi taksonomi untuk masing-masing spesies.

HASIL

Perolehan Lumut di Komplek Taman Bona Indah

Parameter abiotik yang diperoleh di lokasi penelitian, yaitu suhu udara 29,3–32,8 °C, kelembapan udara 46,8–61,6%, serta intensitas cahaya 978–1.982 lux. Berdasarkan data tersebut, kondisi lingkungan Komplek Taman Bona Indah yang merupakan area permukiman di daerah urban tergolong kering, terik, dan terbuka.

Berdasarkan data perolehan spesies lumut di Taman Bona Indah, terdapat 19 spesies lumut di lokasi penelitian yang terdiri dari 3 spesies lumut hati dan 16 spesies lumut sejati. Jumlah spesies lumut sejati lebih banyak dibandingkan lumut hati. Hal tersebut juga terjadi pada penelitian lumut urban lainnya yang ada di Jakarta dan Depok. Dari 18 spesies lumut hati yang telah tercatat di Jakarta dan Depok, hanya terdapat 3 spesies lumut hati di Komplek Taman Bona Indah. Sementara itu, lumut sejati yang terdapat di Komplek Bona Indah berjumlah 16 spesies dari 24 spesies yang telah tercatat di Jakarta dan Depok (Tabel 1).

Lejeunea cocoes merupakan spesies lumut hati yang tidak hanya ditemukan di Komplek Taman Bona Indah, tetapi juga ditemukan di lokasi penelitian lain, yaitu Arboretum Cibubur dan RTH Kampus UI Depok (Tabel 1). Sementara itu, *Haplomitrium blumei* dan *Lejeunea enfrigi* adalah spesies lumut hati yang hanya ditemukan di Komplek Taman Bona Indah. Berdasarkan penelitian lumut urban di Jakarta dan Depok sebelumnya, *Hyophylla involuta* merupakan spesies lumut sejati yang juga ditemukan di Arboretum Cibubur. Selain itu, *Calymperes tenerum* merupakan lumut sejati epifit yang ditemukan di Taman Bona Indah dan Kampus UI Depok. Tabel 1 menunjukkan data perbandingan spesies lumut urban yang ada di Jakarta dan Depok.

Tabel 1. Perbandingan Keanekaragaman spesies dan jumlah lumut di Komplek Taman Bona Indah, RTH Kampus UI Depok, dan Arboretum Cibubur

Divisi	Spesies	Lokasi I	Lokasi II	Lokasi III	Lokasi IV
<i>Marchantiophyta</i>	<i>Acrolejeunea fertilis</i>	√		√	
	<i>Cheilolejeunea intertexta</i>	√		√	
	<i>C. serpentina</i>			√	
	<i>C. trifaria</i>	√			
	<i>Cololejeunea</i> sp.	√			
	<i>Cololejeunea planissima</i>			√	
	<i>Frullania campanulata</i>	√		√	
	<i>Haplomitrium blumei</i>				√
	<i>Harpalejeunea</i>	√			
	<i>Lejeunea</i>	√			
	<i>Lejeunea anisophylla</i>	√	√	√	
	<i>L. cocoes</i>	√	√	√	√
	<i>L. eifrigii</i>				√
	<i>L. papilionaceae</i>	√		√	
	<i>L. patriciae</i>			√	
	<i>L. tuberculosa</i>	√			
	<i>Microlejeunea ulicina</i>			√	
	<i>Schifnolejeunea pulopenangensis</i>	√			

Divisi	Spesies	Lokasi I	Lokasi II	Lokasi III	Lokasi IV
<i>Bryophyta</i>	<i>Barbula javanica</i>				√
	<i>Bryum apiculatum</i>				√
	<i>Calymperes crassinerve</i>				√
	<i>C. motleyi</i>				√
	<i>C. tenerum</i>	√			√
	<i>Ectropothecium monumentorum</i>		√		
	<i>Fissidens</i> sp.		√		
	<i>F. atroviridis</i>				√
	<i>F. biformis</i>				√
	<i>F. gedehensis</i>	√			
	<i>Hyophila apiculata</i>				√
	<i>H. beruensis</i>				√
	<i>H. involuta</i>			√	√
	<i>H. javanica</i>				√
	<i>Isopterygium</i> sp.	√			
	<i>I. bancanum</i>				√
	<i>I. minutirameum</i>				√
	<i>Leucophanes octoblepharioides</i>				√
	<i>Meiothecium attenuatum</i>			√	
	<i>M. microcarpum</i>	√			
	<i>Octoblepharum albidum</i>	√	√		
	<i>Taxithelium nepalense</i>				√
<i>Taxithellium</i> sp.	√				
<i>Trichosteleum singaporense</i>				√	

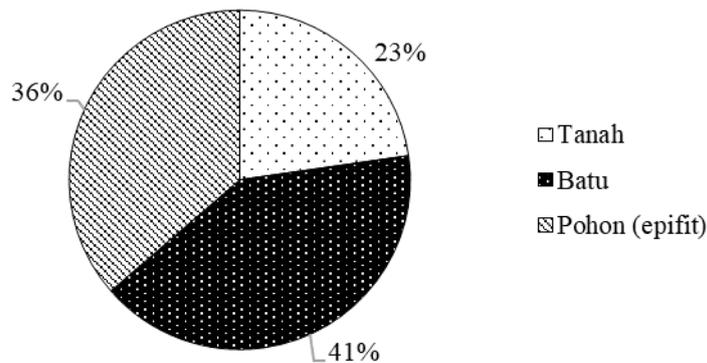
Catatan: Lokasi I: Lumut epifit RTH Kampus UI Depok (Putrika et al., 2017); Lokasi II: Lumut pada semua substrat Arboretum Cibubur (Kristiyanto et al., 2018); Lokasi III: Lumut hati epifit RTH Kampus UI Depok (Putrika et al., 2020); Lokasi IV: Lumut pada semua substrat permukiman

Tabel 2. Keberadaan spesies lumut di tepi jalan dan taman di Komplek Taman Bona Indah

Famili	Spesies	Titik pengambilan sampel	
		Tepi jalan	Taman
<i>Bryaceae</i>	<i>Bryum apiculatum</i>	+	
<i>Calymperaceae</i>	<i>Calymperes crassinerve</i>		+
	<i>Calymperes motleyi</i>	+	+
	<i>Calymperes tenerum</i>	+	
	<i>Leucophanes octoblepharioides</i>		+
<i>Fissidentaceae</i>	<i>Fissidens atroviridis</i>	+	+
	<i>Fissidens biformis</i>	+	+
<i>Hypnaceae</i>	<i>Isopterygium bancanum</i>		+
	<i>Isopterygium minutirameum</i>		+
<i>Pottiaceae</i>	<i>Barbula javanica</i>	+	
	<i>Hyophila apiculata</i>	+	+
	<i>Hyophila beruensis</i>	+	
	<i>Hyophila involuta</i>	+	
	<i>Hyophila javanica</i>	+	
<i>Sematophyllaceae</i>	<i>Taxithelium nepalense</i>	+	
	<i>Trichosteleum singaporense</i>	+	
<i>Haplomitriaceae</i>	<i>Haplomitrium blumei</i>	+	
<i>Lejeuneaceae</i>	<i>Lejeunea eifrigii</i>		+
	<i>Lejeunea cocoes</i>		+
Total spesies		13	10

Spesies lumut yang ditemukan di tepi jalan lebih banyak dari spesies yang ditemukan di taman. Lumut yang ditemukan di tepi jalan sebanyak 13 spesies, yang terdiri dari 12 spesies lumut sejati dan 1 spesies lumut hati, sedangkan pada taman ditemukan 8 spesies lumut sejati dan 2 spesies lumut hati. Semua spesies dari famili *Pottiaceae* ditemukan di tepi jalan, sementara itu hanya terdapat 1 spesies dari famili *Pottiaceae* yang ditemukan di tepi jalan dan taman. Dua spesies dari famili *Lejeuneaceae* ditemukan di taman, namun famili tersebut tidak dapat ditemukan di tepi jalan (Tabel 2).

Berdasarkan tipe substratnya, terdapat 3 substrat yang ditumbuhi lumut di Komplek Taman Bona Indah, yaitu tanah, batu, dan batang pohon (epifit). Jumlah spesies lumut yang tumbuh di substrat batu sangat beragam yang dapat dilihat dari persentase jumlah spesies yang paling tinggi, yaitu 41%, sementara itu pada substrat pohon 36%, dan tanah memiliki persentase yang paling kecil, yaitu 23% (Gambar 2).



Gambar 2. Persentase jumlah spesies lumut pada 3 substrat

Tabel 3. Persentase luas tutupan lumut sejati dan lumut hati di berbagai tipe substrat

Famili	Spesies	Tutupan lumut (%)		
		Tanah	Batu	Batang pohon (epifit)
<i>Bryaceae</i>	<i>Bryum apiculatum</i>		15	
<i>Calymperaceae</i>	<i>Calymperes crassinerve</i>			75
	<i>C. motleyi</i>			31,75
	<i>C. tenerum</i>			95,5
	<i>Leucophanes octoblepharioides</i>			16
<i>Fissidentaceae</i>	<i>Fissidens atroviridis</i>	8	40	
	<i>F. biformis</i>	16,7	58	
<i>Hypnaceae</i>	<i>Isopterygium bancanum</i>	100		
	<i>I. minutirameum</i>			61
<i>Pottiaceae</i>	<i>Barbula javanica</i>		77	
	<i>Hyophila apiculata</i>		58	
	<i>H. beruensis</i>		89	
	<i>H. involuta</i>	2	47	
	<i>H. javanica</i>		71	
<i>Sematophyllaceae</i>	<i>Taxithelium nepalense</i>	35		
	<i>Trichosteleum singaporense</i>			75
<i>Haplomitriaceae</i>	<i>Haplomitrium blumei</i>		90	
<i>Lejeuneaceae</i>	<i>Lejeunea eifrigii</i>			50

Berdasarkan data pada Tabel 3 diketahui bahwa seluruh spesies hanya tumbuh pada 1 tipe substrat, tidak ada yang tumbuh lebih dari 1 substrat. Spesies pohon yang tumbuh di lokasi penelitian cukup beragam, namun hanya 4% jumlah pohon yang ditumbuhi oleh lumut epifit. Spesies pohon inang yang ditumbuhi lumut epifit di Komplek Taman Bona Indah sebanyak 5

spesies pohon, yaitu dari pohon mangga (*Mangifera indica*), pohon mahoni (*Swietenia mahagoni*), dan pohon palem raja (*Roystonea regia*) pada ketinggian 0–1 m di atas permukaan tanah. *Calymperes tenerum* merupakan lumut epifit dari divisi *Bryophyta* yang memiliki jumlah tutupan terbesar, yaitu 95,5%. Sementara itu dari divisi *Marchantiophyta*, *Lejeunea eifrigii* memiliki persentase tutupan terbesar, yaitu 50% (Tabel 3). Jumlah pohon yang ditemukan di lokasi penelitian adalah sebanyak 295 individu, namun hanya sebanyak 3,73% individu yang ditumbuhi lumut epifit

Lumut yang tumbuh pada substrat tanah hanya terdiri dari lumut sejati. *Isopterygium bancanum* merupakan spesies lumut sejati yang persentase tutupannya 100%. Sementara itu, pada substrat batu hampir semua spesies lumut memiliki persentase tutupan di atas 50%, kecuali *Bryum apiculatum*, *Fissidens atroviridis*, dan *Hyophila involuta*. Lumut pada substrat batu yang memiliki persentase tutupan paling tinggi, yaitu lumut hati, *Haplomitrium blumei* sebesar 90% (Tabel 3).

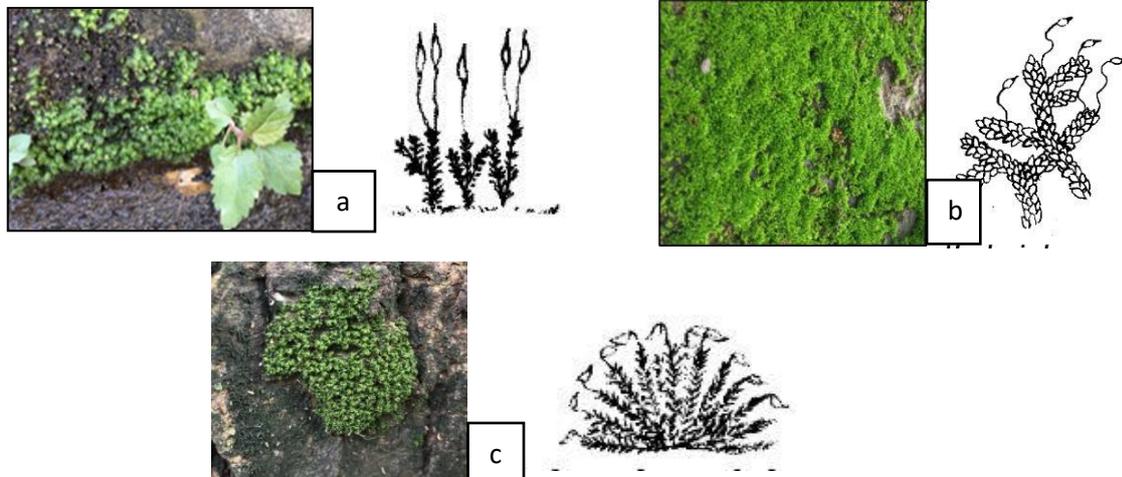
Karakteristik Lumut di Wilayah Urban

Karakteristik lumut yang berada di lokasi Komplek Taman Bona Indah meliputi karakter gametofit, sporofit, dan keberadaan organ reproduksi vegetatif (Tabel 4). Berdasarkan hasil pengamatan, panjang tubuh lumut di Komplek Taman Bona Indah termasuk berukuran kecil, berkisar 0,5-7 mm. Bentuk tumbuh lumut didominasi oleh tipe pertumbuhan tegak atau *Acrocarpous* sebanyak 68% dan bentuk tumbuh menjalar sebanyak 31,58%. Bentuk hidup lumut yang ditemukan di Komplek Taman Bona Indah, yaitu *cushion*, *turf*, dan *mats* (Gambar 3). Ketiga tipe bentuk hidup tersebut dapat ditemukan pada lumut sejati. Lumut hati umumnya berbentuk *mats*, namun hasil pengamatan terdapat 1 spesies dengan bentuk *turf*, yakni *Haplomitrium blumei*.

Tabel 4. Karakter lumut sejati dan lumut hati yang ditemukan di Komplek Taman Bona Indah

Karakter	Hasil pengamatan
Ukuran tubuh	0,5–7 mm
Bentuk pertumbuhan	<i>Acrocarpous</i> (tegak) <i>Pleurocarpous</i> (menjalar)
Bentuk hidup	<i>Cushion</i> <i>Turf</i> <i>Mats</i>
Bentuk daun	Melanset Membundar telur Melanset sungsang Membundar telur sungsang
Ornamentasi permukaan daun	Terdapat ornamentasi Tanpa ornamentasi
Jumlah lapisan sel daun	1 lapis sel 3 lapis sel (2 lapis sel hialin, 1 lapis sel berkloroplas di bagian tengah)
Modifikasi daun	<i>Vaginant lamina</i> Lobul berupa lipatan lobus
Bentuk sel daun bagian ujung	Kuadrat Mengetupat
Bentuk sel daun bagian tengah	Kuadrat Mengetupat <i>Hexagonal</i> dengan trigon <i>Hexagonal</i> tanpa trigon
Bentuk sel daun bagian basal	Terdapat <i>cancellina</i> Terdapat sel alar Sel hialin
Tepi daun	Mengutuh (dengan berpinggir) Mengutuh (tanpa berpinggir)

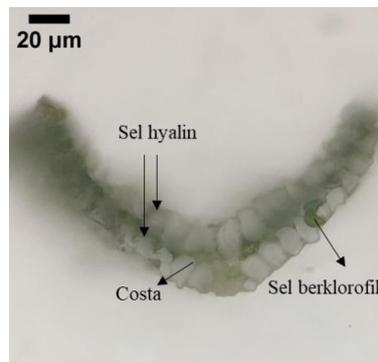
Karakter	Hasil pengamatan
Keberadaan sporofit	Menggergaji (tanpa berpinggir) Tanpa sporofit
Reproduksi aseksual	Terdapat sporofit Terdapat gemma pada ujung daun Daun lekas luruh



Gambar 3. Tipe bentuk hidup koloni lumut: *turf* (a), *mats* (b), *cushion* (c)

Bentuk daun pada lumut di lokasi penelitian, yaitu melanset-membundar telur. Sebanyak 2 kelompok lumut yang memiliki modifikasi pada daunnya, yaitu pada famili *Fissidentaceae* dan *Lejeuneaceae*. Daun pada *Fissidentaceae* diketahui memiliki struktur yang disebut dengan *vaginant lamina*, sementara *Lejeuneaceae* memiliki lobul yang merupakan lipatan pada lobus daun.

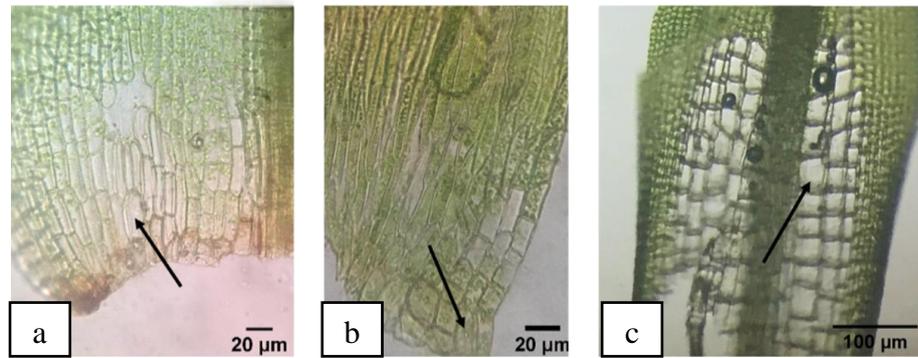
Berdasarkan karakter sel daun, sebagian besar lumut memiliki daun yang terdiri dari 1 lapis sel, namun terdapat 1 spesies yang memiliki daun yang terdiri dari 3 lapis sel, yaitu *Leucophanes octoblepharoides*. Berdasarkan sayatan melintang daun, diketahui bahwa spesies tersebut memiliki 1 lapis sel yang memiliki kloroplas yang diapit dengan 2 lapis sel hialin tanpa kloroplas (Gambar 4).



Gambar 4. Sayatan melintang daun *Leucophanes octoblepharoides* yang terdiri dari banyak lapis sel

Sel daun pada lumut sejati yang terdapat di lokasi penelitian berbentuk kuadrat dan mengetupat. Sementara itu, sel pada daun lumut hati berbentuk *hexagonal*. Beberapa spesies memiliki sel mati berupa sel hialin yang tidak berwarna dan memiliki ukuran yang lebih besar. Sel hialin ini dapat berupa *cancelina*, sel hialin bagian basal daun, dan sel alar (Gambar 5).

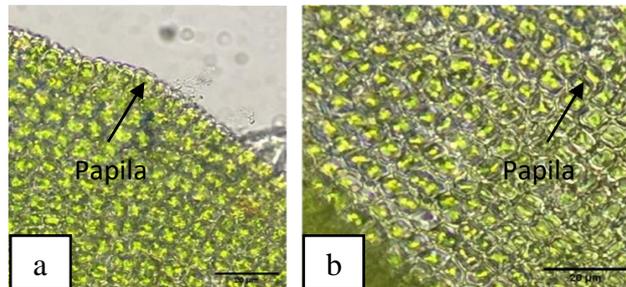
Sel pada lumut hati yang memiliki trigon terdapat pada *Lejeunea enfragii*, dan yang tidak memiliki trigon terdapat pada *Haplomitrium blumei*. Daun pada bagian basal pada lumut sejati memiliki sel yang bentuk dan ukurannya berbeda dengan sel di sekitarnya. Sel tersebut berukuran lebih besar dengan hialin tidak berwarna karena selnya tidak memiliki kloroplas. Sel tersebut memiliki beberapa tipe di antaranya adalah *cancellina*, sel alar, dan sel hialin.



Gambar 5. Sel hialin pada daun yaitu sel hialin bagian basal daun (a), sel alar (b), dan *cancelina* (c)

Lumut sejati di Taman Bona Indah mengembangkan fase sporofit sebanyak 84%, sementara itu yang tidak mengembangkan fase sporofit sebanyak 16%, termasuk lumut hati. Terdapat 3 spesies lumut sejati yang mengembangkan reproduksi secara aseksual dengan gemma pada bagian ujung daun, yaitu *Calymperes crassinerve*, *C. Montleyi*, dan *C. tenerum*.

Beberapa spesies lumut yang ditemukan memiliki karakter khusus dalam bentuk ornamentasi di bagian permukaan daun. Ornamentasi permukaan daun berupa papilla ditemukan pada *Barbula javanica*, *Calymperes crassinerve*, *C. motleyi*, dan *C. tenerum*. Namun, papila yang teramati dengan jelas hanya pada *B. javanica* dan *C. crassinerve* (Gambar 6a). Papila pada *B. javanica* paling jelas teramati di bagian tepi daun, seperti ada selaput bening yang menonjol ke arah luar (Gambar 6a). Papila pada *C. crassinerve* dapat terlihat di bagian tengah daun, seperti selaput bening yang melapisi setiap sel *chlorocyst* (Gambar 6b). Sementara itu, papila pada *C. motleyi* dan *C. tenerum* tidak teramati dengan jelas.



Gambar 6. Ornamentasi pada daun berupa papila yaitu pada *Barbula javanica* (a) dan *Calymperes crassinerve* (b)

Calymperes merupakan genus yang memiliki struktur reproduksi aseksual berupa gemma di bagian ujung kosta yang mengalami pemanjangan melebihi ujung daun (*excurrent*) (Gambar 7). Pada umumnya, lumut dari genus *Calymperes* ditemukan pada batang pohon dengan kanopi yang cukup lebar, tetapi tumbuh menghadap ke arah timur atau barat sehingga kondisi iklim mikro cukup kering.

Sebanyak 57 sampel lumut yang ditemukan di Komplek Taman Bona Indah. Terdapat 3 sampel dari 3 spesies yang memiliki sporofit, yaitu *B. javanica*, *H. apiculata*, dan *H. javanica*. Ketiga sampel tersebut memiliki persentase tutupan 100%, berada di bawah naungan kanopi yang rapat, dan berada di dekat saluran air.



Gambar 7. Alat reproduksi aseksual berupa gemma pada ujung daun *Calymperes*

Deskripsi Singkat Spesies Lumut di Komplek Taman Bona Indah

Famili Bryaceae

***Bryum apiculatum* Schwägr., sp. Musc. Frond., Suppl. 1 2: 102. 1816.** Panjang tubuh 3,4–4 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *mats*. Roset batang. Batang berwarna hijau muda. Bentuk daun melanset, warna hijau cerah, panjang daun 0,6–1,5 mm, lebar daun 0,2–0,4 mm, ujung daun meruncing dengan *hair-pointed tip* sepanjang 168,3 μm , tepi daun rata di bagian basal hingga tengah daun terkadang bergerigi sangat halus di bagian ujung. Bentuk sel daun mengetupat, panjang sel 59–60 μm , lebar sel 13–14 μm . Rizoid bercabang dan berwarna merah (Gambar 8).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di tepi jalan utama Komplek Taman Bona Indah pada substrat batu dan ternaungi kanopi yang rapat.

Catatan: terdapat sel hialin di bagian tengah daun diduga karena sel rusak dan kehilangan klorofil.



Gambar 8. *Bryum apiculatum* Schwägr yaitu bentuk pertumbuhan (a), bentuk daun (b), dan ujung daun (c)

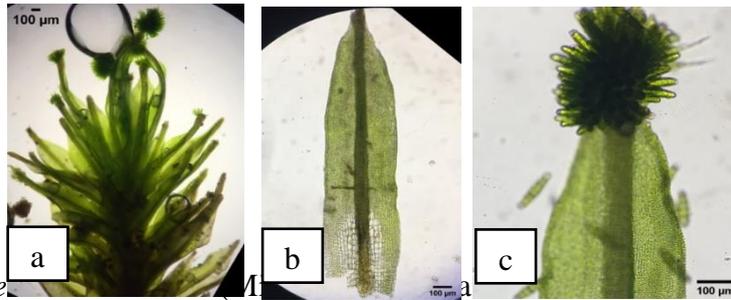
Famili Calymperaceae

***Calymperes crassinerve* (Mitt.) A. Jaeger, Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1871--72: 481. 1873.** Panjang tubuh 6–7 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *cushion*. Bentuk daun *oblongate* mendekati melanset, berwarna hijau kekuningan, panjang daun 0,7–1 mm, lebar daun 0,1–0,4 mm, tepi daun rata. Sel daun berbentuk kuadrat di bagian ujung daun, berbentuk persegi di bagian basal daun, terdapat sel-sel *leucosis* yang disebut *cancellina* di bagian basal daun pada sisi kanan dan kiri kosta. Ukuran sel daun kurang lebih 19 x 10 μm . Terdapat kosta berwarna hijau kehitaman dengan panjang melebihi ujung daun (*excurrent*), tetapi masih dilingkupi oleh sel-sel tepi daun. Pada satu individu, terdapat daun yang memiliki gemma di ujung atas kosta serta daun yang tidak memiliki gemma. Panjang gemma pada daun sekitar 418,6 μm . Rizoid berwarna coklat (Gambar 9).

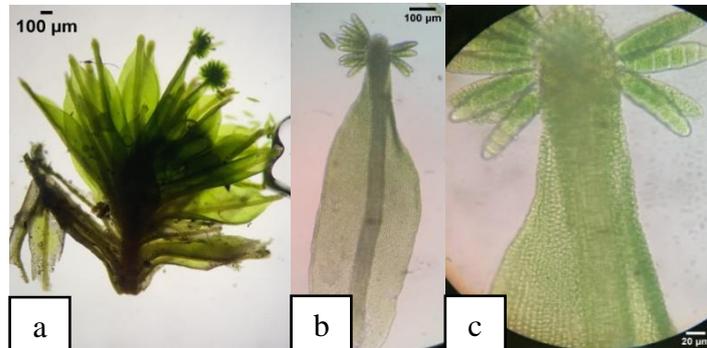
Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan pada batang pohon palem di taman Komplek Taman Bona Indah. *C. crassinerve* tumbuh pada bagian batang pohon di ketinggian 0–1 m di atas permukaan tanah, menghadap ke arah timur dengan pH 5.

***Calymperes motleyi* Mitt., Bryol. Jav. 1: 48. 1856.** Panjang tumbuhan 2–3 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *turf*. Bentuk daun melanset sungsang, warna hijau kekuningan, panjang daun 1–2 mm, lebar daun 0,3–0,7 mm, tepi daun rata. Bentuk sel daun kuadrat hingga isodiameter, panjang sel 8,5 μm –1 mm, lebar sel 6,4–12,5 μm , pada bagian basal daun terdapat *cancellina*. Terdapat kosta dengan panjang melebihi ujung daun (*excurrent*), tetapi masih ditutupi oleh lapisan sel tepi daun. Kosta berwarna hijau kehitaman yang tersusun dari sel-sel berbentuk persegi panjang. Pada beberapa daun, gemma dapat ditemukan di ujung atas kosta (Gambar 10).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di batang pohon yang lembap dengan tipe kulit kayu merekah dengan tekstur yang kasar. Umumnya, *C. motleyi* tumbuh pada bagian pohon di ketinggian 0–2 m di atas permukaan tanah menghadap ke arah timur dan utara.



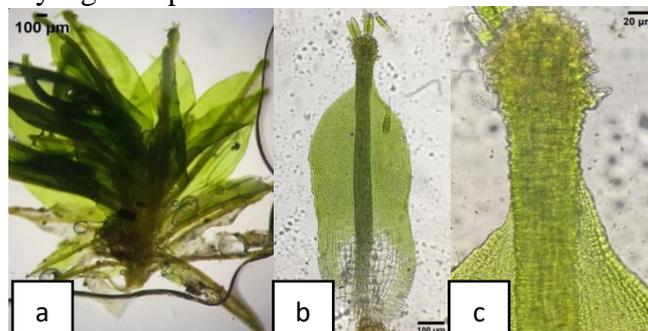
Gambar 9. *Calymperes motleyi* Mitt. yaitu bentuk individu (a), bentuk daun (b), dan gemma pada ujung daun (c)



Gambar 10. *Calymperes motleyi* Mitt. yaitu bentuk pertumbuhan (a), bentuk daun (b), dan gemma pada ujung daun (c)

***Calymperes tenerum* Müll. Hal., Linnaea 37: 174. 1871-1873 [1872].** Panjang tubuh 2–3 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *cushion* Bentuk daun *oblanceolate*, warna hijau tua, panjang daun 1–2 mm, lebar daun 0,3–0,5 mm, tepi daun rata. Sel daun berbentuk kuadrat, panjang sel 8,4–32 µm, lebar sel 6–23 µm, sel tersusun rapat, bagian basal daun terdapat *cancellina*. Kosta *excurrent*, tidak tertutup lapisan sel tepi daun, terdapat gemma pada ujung kosta; pada beberapa daun gemma tidak ada. Rizoid bercabang, cokelat kehitaman (Gambar 11).

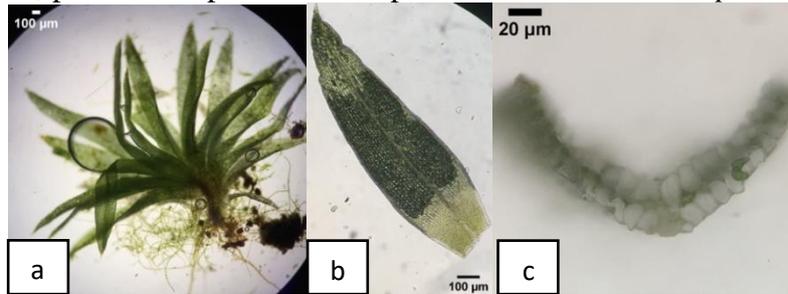
Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di batang pohon manga dan mahoni pada ketinggian 0–2 m di atas permukaan tanah. *C. tenerum* yang ditemukan umumnya menghadap ke arah barat dengan persentase tutupan yang cukup luas.



Gambar 11. *Calymperes tenerum* Müll yaitu bentuk tumbuh 1 individu (a), bentuk daun dengan kosta *excurrent* (b), dan gemma pada ujung daun (c)

***Leucophanes octoblepharioides* Brid., Bryol. Univ. 1: 763. 1827.** Panjang tubuh 2–3 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *cushion*, berwarna hijau muda mengkilap. Bentuk daun melanset, panjang daun 3–4 mm, lebar daun 0,4–0,8 mm, tepi daun rata, terdapat sel hialin di sepanjang tepi daun seperti membentuk berpinggir, ujung daun runcing. Bentuk sel daun *rectangular*, panjang sel daun 15,5–24,7 µm, lebar sel daun 9,4–13,4 µm. Daun tersusun atas 3 lapis sel yang terdiri dari 2 lapis sel leukosit di bagian atas dan bawah serta 1 lapis sel mengandung klorofil di bagian tengah. Kosta memanjang dari bagian basal hingga ujung daun (*percurrent*) (Gambar 12).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di batang pohon palem pada ketinggian 0–1 m di atas permukaan tanah, pH 4. Terdapat tumbuhan paku di sekitar *L. octoblepharioides*.



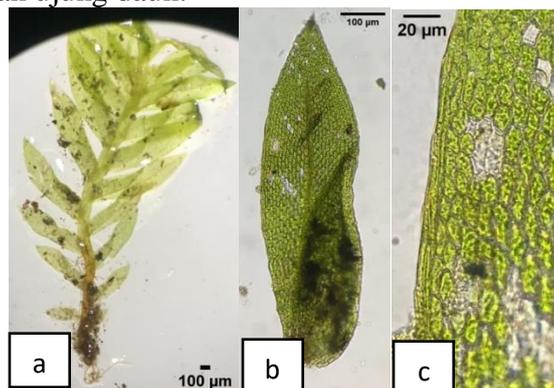
Gambar 12. *Leucophanes octoblepharioides* Brid., yaitu bentuk tumbuh 1 individu (a), bentuk daun (b), dan sayatan melintang daun (c)

Famili Fissidentaceae

Fissidens atroviridis Besch., *Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 7, 2: 86. 1885*. Panjang tubuh 1–4 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *mats*. Bentuk daun melanset, tersusun spiral, warna daun hijau kekuningan, hijau kecokelatan, atau hijau muda. Panjang daun 0,831–1,5 mm, lebar daun 0,2–0,4 mm, tepi daun rata. Terdapat sel hialin di sepanjang tepi daun seperti membentuk berpinggir yang tersusun dari 1 lapis sel linear. Terdapat *vaginant lamina* dengan panjang 0,1–0,7 mm dan lebar 0,2–0,5 mm. Bentuk sel daun mengetupat dengan ukuran yang besar, panjang sel daun 17–28 µm, lebar sel daun 10–12 µm. Pada 2 individu dari 4 individu, sel daun terisi penuh dengan klorofil. Ujung daun meruncing; ujung daun runcing dapat ditemui di beberapa daun pada individu yang sama. Kosta berakhir jauh di bawah ujung daun. Rizoid cokelat muda, bercabang di pangkal bawah batang (Gambar 13).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di taman dan tepi jalan utama Komplek Taman Bona Indah pada substrat batu dan tanah dengan nilai pH tanah berkisar 6,2–6,9.

Catatan: karakter yang membedakan *F. atroviridis* dengan spesies dari genus *Fissidens* lainnya adalah kosta di bawah ujung daun.

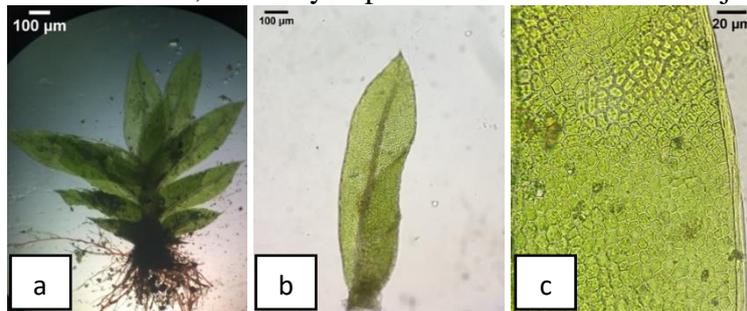


Gambar 13. *Fissidens atroviridis* Besch. yaitu bentuk pertumbuhan (a), bentuk daun dengan *vaginant lamina* (b), dan bentuk sel bagian tengah dan tepi daun (c)

Fissidens biformis Mitt., *J. Proc. Linn. Soc., Bot., Suppl. 1(2): 141. 1859*. Panjang tubuh 0,7–2 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *mats*. Bentuk daun membulat telur mendekati melanset, tersusun secara spiral di sepanjang batang, warna daun hijau cerah, hijau kekuningan, atau hijau kecokelatan. Panjang daun 0,4–1 mm, lebar daun 0,12–0,31 mm, tepi daun rata dengan berpinggir di tepi daun yang tersusun dari sel hialin berbentuk linear, ujung daun meruncing atau runcing. Terdapat *vaginant lamina* dengan ukuran panjang mencapai setengah dari panjang daun, yaitu 0,2–0,7 mm, lebar *vaginant lamina* 0,06–0,2 mm. Sel daun di bagian ujung hingga tengah berbentuk kuadrat; pada beberapa daun ditemukan sel berbentuk isodiameter. Panjang sel daun 8–14 µm, lebar sel daun 6–9 µm. Kosta terlihat jelas, bentuk sel persegi, panjang kosta mencapai bagian ujung daun (*percurrent*). Rizoid berwarna cokelat kemerahan, bercabang (Gambar 14).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di taman dan tepi jalan utama Komplek Taman Bona Indah dari beragam tipe substrat. *F. biformis* ditemukan di tanah dengan nilai pH 5,9–7. *F. biformis* juga ditemukan di batu dan kain yang tertimbun tanah. Semua lokasi di mana *F. biformis* ditemukan ternaungi kanopi pohon.

Catatan: limbidium bervariasi, umumnya tipis dan berakhir di bawah ujung daun.

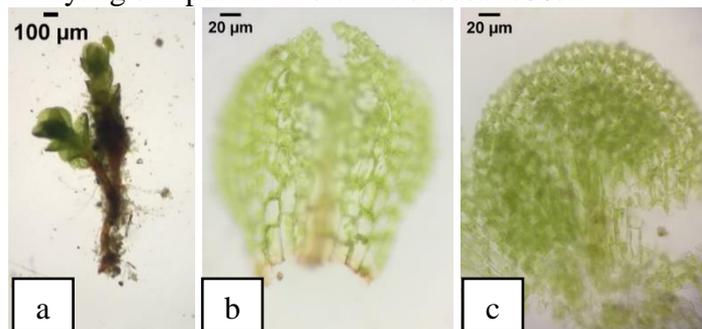


Gambar 14. *Fissidens biformis* Mitt., yaitu bentuk pertumbuhan (a), bentuk daun dengan *vaginant lamina* (b), dan bentuk sel bagian tengah dan tepi daun (c)

Famili Haplomitriaceae

Haplomitrium blumei (Nees) R.M. Schust., J. Hattori Bot. Lab. 26: 225. 1963. *Leafy liverworts*, panjang tubuh 1–2 mm, *succubous*, terlihat seperti bunga dari tampak atas. Daun terdiri dari lobus, tidak memiliki lobul. Bentuk lobus membulat tepi lobus bergigi di bagian ujung sampai tengah, tepi daun rata di bagian basal. Lobus berukuran 0,23 x 0,25 mm. Terdapat *underleaf*, ujung *apiculate*, ukuran *underleaf* hampir sama dengan lobus 0,125 x 0,128 mm. Sel pada lobus berbentuk persegi di bagian ujung, berbentuk mengetupat di bagian ujung, sel tanpa trigon, *oil bodies* tidak teramati. Sel pada lobus berukuran 19,6 x 13,7 µm, sel pada *underleaves* berukuran 20,6 x 11 µm (Gambar 15).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di tepi jalan utama Komplek Taman Bona Indah pada substrat batu. *H. blumei* berada di bawah naungan kanopi pohon dengan daun yang tidak rapat. Intensitas cahaya matahari yang sampai ke *H. blumei* sebesar 75%.



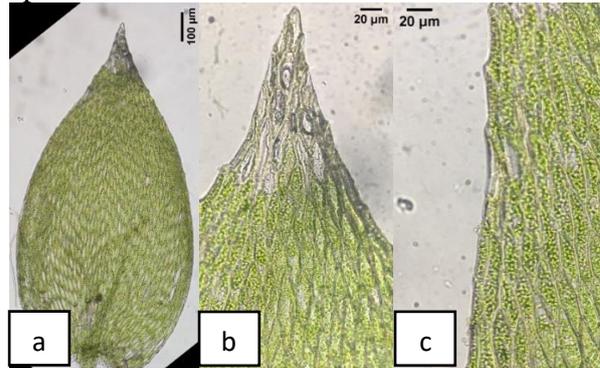
Gambar 15. *Haplomitrium blumei* (Nees) R.M. Schust. yaitu bentuk pertumbuhan (a), bentuk daun *underleaf* (b), dan bentuk daun lobus (c)

Famili Hypnaceae

Isopterygium bancanum (Sande Lac.) A. Jaeger, Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1876--77: 442. 1878. Panjang tubuh 3–4 mm, *pleurocarpous*, bentuk hidup *mats*. Memiliki struktur daun, batang, dan rizoid yang dapat dibedakan dengan jelas. Bentuk daun *ovate*, warna hijau kekuningan, panjang daun 0,7–1 mm, lebar daun 0,2–0,4 mm. Ujung daun runcing dengan sel leukosit yang membentuk *pointed tip*, tepi daun rata. Pada bagian ujung tepi daun tampak seperti bergerigi, karena susunan sel di tepi daun yang sedikit menonjol ke arah luar. Kosta *bicostate*, yaitu terdapat 2 kosta di bagian asal daun yang membentuk huruf v. Bentuk sel daun mengetupat, panjang sel 52–82 µm, lebar sel 10,8–15,7 µm. Batang bercabang, seperti membentuk stolon. Rizoid tidak berwarna, tumbuh di sepanjang batang (Gambar 16).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan pada substrat tanah dengan pH 6,6 dan nilai kelembapan sebesar 6 dari 8. *I. bancanum* ditemukan, di habitat yang ternaungi oleh kanopi pohon.

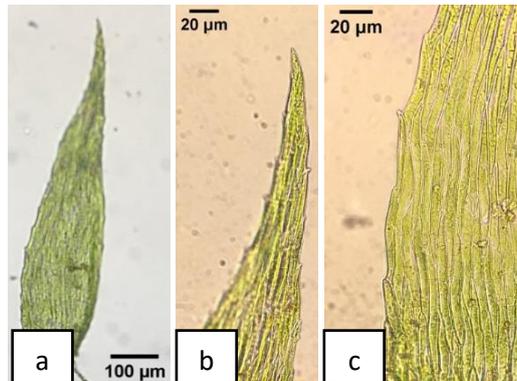
Intensitas cahaya matahari yang sampai ke *I. bancanum* sebesar 23% dari intensitas cahaya matahari di taman Komplek Taman Bona Indah.



Gambar 16. *Isopterygium bancanum* (Sande Lac.) A. Jaeger yaitu bentuk daun (a), bentuk apeks daun (b), dan bentuk sel pada bagian tepi daun (c)

Isopterygium minutirameum (Müll. Hal.) A. Jaeger, *Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges.* 1876--77: 434. 1878. Panjang tubuh 3–4 mm, *pleurocarpous*, bentuk hidup *mats*. Individu memiliki struktur daun, batang, dan rizoid. Batang seperti membentuk stolon. Bentuk daun melanset, tersusun secara spiral di sepanjang batang, warna hijau muda, panjang daun 0,5–0,5 mm, lebar daun 0,08–0,2 mm. Bentuk sel daun *vermiculose* mendekati mengetupat, panjang sel daun 53,5–78,9 µm, lebar sel daun 4,5–6,4 µm. Ujung daun runcing, tepi daun memiliki tonjolan menyerupai *serratus* tapi dalam ukuran yang sangat kecil. Kosta tidak ada (Gambar 17).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di batang pohon palem pada ketinggian 0–1 m. Letak *I. minutirameum* di balik tumbuhan paku dan dikelilingi banyak alga. Nilai pH akar pohon yang menjadi substrat *I. minutirameum* adalah 4.

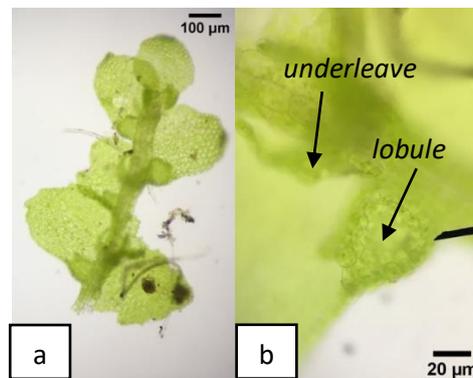


Gambar 17. *Isopterygium minutirameum* (Müll. Hal.) A. Jaeger. yaitu bentuk daun (a), bentuk ujung daun (b), dan bentuk sel pada bagian tepi daun (c)

Famili Lejeuneaceae

Lejeunea eifrigii Mizut., *J. Hattori Bot. Lab.* 33: 244. 1970. *Leafy liverworts*, jarak antar lobus pada batang cukup renggang atau tersebar. Panjang tubuh 2–3 mm. Lobus berukuran 0,13 x 0,11 mm, beberapa lobus memiliki ujung membundar, beberapa menumpul. Lobul memiliki 1 gigi, menempel pada batang, panjang lobul 48,7 µm. *Underleaves* terbagi 2 dengan belahan yang sangat dalam seperti huruf v, tetapi tidak sampai terpisah, *underleaves* sangat kecil, dapat ditemukan di setiap pasangan daun. Terdapat trigon atau penebalan dinding sudut antara sel-sel daun, tetapi tidak terlalu tebal. *Oil bodies* ada di setiap sel walaupun bentuk tidak terlihat jelas, menurut Lee (2013) berbentuk *opaque-papillose* (Gambar 18).

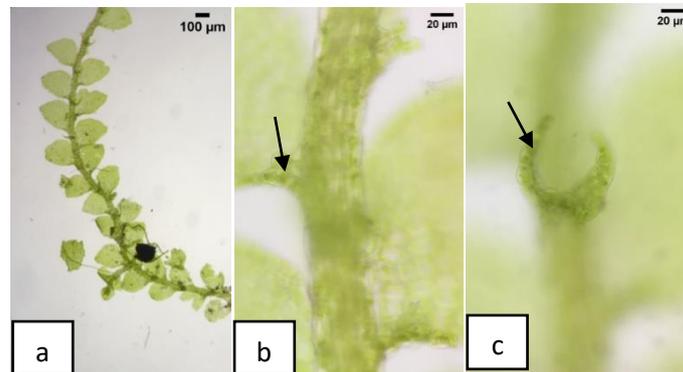
Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di batang pohon palem pada ketinggian 0–1 m dengan pH 4. *L. eifrigii* berada dibalik tumbuhan paku.



Gambar 18. *Lejeunea eifrigii* Mizut. yaitu bentuk pertumbuhan(a) dan *underleaf* dan *lobule* (b)

Lejeunea cocoes Mitt., J. Proc. Linn. Soc., Bot. 5: 114. 1861. *Leafy liverworts*, panjang tubuh 3–5 mm. Ukuran lobus 0,34 x 0,23 mm, ujung lobus membundar, mudah sekali rontok. Lobul memiliki 1 gigi, menempel pada batang. *Underleaves* terbagi dua, tetapi lekuk pemisahannya tidak terlalu dalam sekitar 1/3 dari panjang *underleaves*. Terdapat trigon, *oil bodies* tidak terlalu jelas teramati. Jarak susunan daun pada batang cukup renggang (Gambar 19).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di batang pohon palem pada ketinggian 0–1 m. *L.cocoes* berada di balik tumbuhan paku dengan lebar daun yang cukup besar.

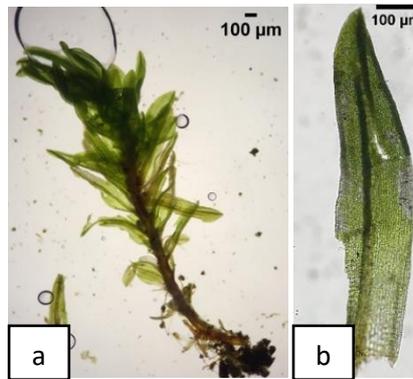


Gambar 19. *Lejeunea cocoes* Mitt. yaitu bentuk pertumbuhan (a), lobul (tanda panah) (b), dan *underleaf* (tanda panah) (c)

a. Famili *Pottiaceae*

Barbula javanica Dozy & Molck., Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 3, 2: 300. 1844. Panjang tubuh 2–4 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *mats*. Bentuk daun *oblongate*, ujung runcing, beberapa membundar. Daun berwarna hijau kehitaman, panjang daun 0,1 mm, lebar daun 0,2–0,3 mm. Tepi daun *unistratose*; pada beberapa daun rata di bagian basal. Bentuk sel daun kuadrat di bagian ujung hingga tengah daun. Panjang sel daun 9–13 µm, lebar sel dau 6–7 µm, memiliki banyak papila (*multipapillose*). Batang berwarna cokelat kekuningan, tetapi tertutup oleh daun yang tumbuh rapat satu dengan lainnya. Rizoid bercabang, berwarna cokelat kemerahan. Panjang sporofit 1–2 mm. Seta berwarna hijau kehitaman, tersusun atas sel persegi, panjang seta 0,5–1 mm. Kapsul terlindungi operkulum berbentuk segitiga, panjangnya mencapai 943 µm, tepi operkulum tampak bergerigi. Bagian ujung operkulum berwarna cokelat, sedangkan bagian tengah sampai basal berwarna hijau (Gambar 20).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di area tepi jalan utama Komplek Taman Bona Indah. Umumnya, *B. javanica* ditemukan pada substrat batu. Terdapat 1 sampel *B. javanica* yang ditemukan pada substrat tanah dengan pH 7.



Gambar 20. *Barbula javanica* Dozy & Molk yaitu bentuk pertumbuhan (a) dan bentuk daun (b)

***Hyophila apiculata* M. Fleisch., Musci Buitenzorg 1: 325. 1904.** Panjang tubuh 2–3 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *mats*. Bentuk daun *oblanceolate*, warna daun hijau kekuningan, hijau kecokelatan, atau hijau muda. Panjang daun 0,9–1,5 mm, lebar daun 0,34–0,5 mm, ujung daun meruncing. Tepi daun rata; jika diamati lebih dekat seperti terdapat *unistratose* akibat bentuk sel di bagian tepi daun. Daun melipat dalam keadaan kering atau kekurangan air dan akan kembali terbuka ketika ditetesi air. Daun di bagian basal terlihat jelas mengalami penyempitan. Sel daun berbentuk kuadrat mendekati isodiameter, di bagian basal daun terdapat sel hialin berukuran lebih besar dari sel daun lainnya, panjang sel daun 10–21 µm, lebar sel daun 7–8 µm. Rizoid berwarna merah kecokelatan, bercabang, tumbuh di pangkal bawah daun (seperti roset akar). Sporofit banyak ditemukan pada individu yang hampir mati. Panjang sporofit 3–4 mm. Seta tergolong panjang, yaitu 3 mm, warna seta cokelat kehitaman. Kapsul berbentuk *cylindrical*, berwarna kuning kecokelatan, panjang kapsul 0,6 mm. Operkulum *long rostrate* (Gambar 21).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan pada substrat batu di taman dan tepi jalan Komplek Taman Bona Indah. Umumnya, *H. apiculata* ditemukan di bawah naungan kanopi pohon yang rapat.

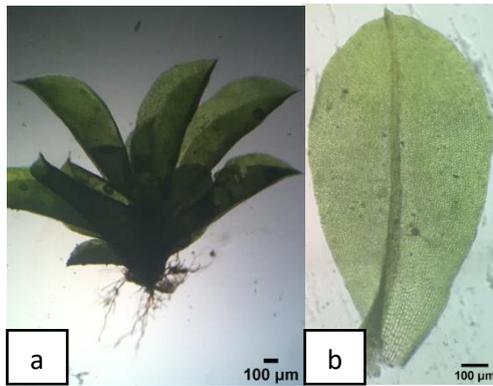
Catatan: sel hialin memenuhi 1/4 bagian dari panjang daun secara keseluruhan.



Gambar 21. *Hyophila apiculata* M. Fleisch. yaitu bentuk tumbuh 1 individu (a) dan bentuk daun (b)

***Hyophila beruensis* Dixon, J. Bot. 65: 255. 1927.** Panjang tubuh 1–2 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *mats*. Bentuk daun membundar telur sungsnang, warna daun hijau kecokelatan, panjang daun 1–2 mm, lebar daun 0,5–0,7 mm, tepi daun rata. Ujung daun meruncing; terkadang hanya meruncing sangat sedikit sehingga disebut bertusuk. Bentuk sel daun kuadrat mendekati isodiameter, panjang sel 9–11 µm, lebar sel 7–10 µm. Kosta terlihat jelas, dari basal hingga berakhir tepat di ujung daun (*percurrent*). Sprofit tidak ditemukan. Rizoid berwarna cokelat sedikit transparan dan bercabang (Gambar 22).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di tepi jalan utama Komplek Taman Bona Indah pada substrat batu. *H. beruensis* dinaungi kanopi pohon yang cukup rapat. Intensitas cahaya matahari yang sampai ke *H. beruensis* sekitar 26,6% dari total intensitas cahaya matahari di lokasi penelitian.

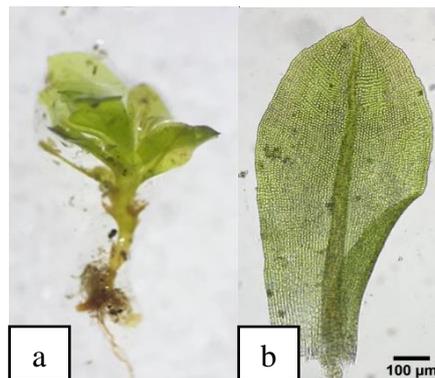


Gambar 22. *Hyophila беруensis* Dixon. yaitu bentuk pertumbuhan (a) dan bentuk daun (b)

***Hyophila involuta* (Hook.) A. Jaeger, Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1871--72: 354. 1873.** Panjang tubuh 0,5–0,7 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *mats*. Bentuk daun melanset sungsang, warna daun hijau kekuningan atau hijau cerah. Panjang daun 0,5–2 mm, lebar daun 0,3–1 mm, ujung daun meruncing. Khusus di bagian ujung, tepi daun bergigi halus (*serratus*) yang membedakan *H. involuta* dengan spesies dari genus *Hyophila* lainnya. Daun melipat dalam keadaan kering dan kembali membuka saat ditetesi air. Bentuk sel daun kuadrat, pada beberapa daun bentuk sel mendekati heksagon atau isodiameter. Di bagian basal daun dapat ditemukan sel hialin berbentuk persegi dalam jumlah yang sedikit atau tidak ada sama sekali. Panjang sel daun 8–16 µm, lebar sel daun 6–9 µm. Kosta melebar di bagian bawah. Rizoid berwarna cokelat kemerahan, bercabang. Sporofit tidak teramati (Gambar 23).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di taman dan tepi jalan utama Komplek Taman Bona Indah. Dari 6 sampel, 5 sampel *H. involuta* ditemukan di substrat batu, sedangkan 1 sampel *H. involuta* lainnya ditemukan di substrat tanah dengan pH 5,8. Umumnya, lokasi ditemukannya *H. involuta* tidak ternaungi.

Catatan: pada beberapa daun dari individu yang berbeda ditemukan susunan sel seperti bertumpuk satu sama lain. Tepi daun di bagian apeks bergerigi.



Gambar 23. *Hyophila involuta* (Hook.) A. Jaeger. yaitu bentuk pertumbuhan (a) dan bentuk daun (b)

***Hyophila javanica* (Nees & Blume) Brid., Bryol. Univ. 1: 761. 1827.** Panjang tubuh 2–2,5 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *mats*. Bentuk daun membundar telur sungsang mendekati melanset sungsang, bagian basal daun mengalami penyempitan, tetapi tidak lebih sempit dari *H. apiculata*. Warna daun hijau kecokelatan atau hijau kekuningan, panjang daun 0,3–2 mm, lebar daun 0,12–0,6 mm, ujung daun meruncing tepi daun seperti beringgitan, beralur mengikuti bentuk sel di bagian tepi. Bentuk sel daun kuadrat, beberapa daun sel berbentuk kuadrat mendekati isodiametri. Klorofil memenuhi setiap sel, bagian basal daun terdapat sel hialin dengan jumlah yang lebih sedikit dari sel hialin pada *H. apiculata*. Rizoid cokelat kemerahan. Panjang sporofit mencapai 3–4 mm. Seta cokelat kekuningan dengan panjang 3–35 mm. Warna kapsul cokelat kekuningan sampai cokelat kemerahan. Bentuk kapsul *pyriform* dengan panjang 0,5 mm. Bentuk operkulum *long rostrate* dengan panjang 0,3 mm (Gambar 24).

Lokasi dan habitat: ditemukan di taman dan tepi jalan utama Komplek Taman Bona Indah. *H. javanica* hanya ditemukan pada batu yang umumnya ternaungi kanopi pohon.

Catatan: daun muda yang berwarna hijau kekuningan memiliki sel hialin lebih sedikit dari daun tua yang berwarna hijau kecokelatan. Sel hialin memenuhi 1/6 bagian dari panjang daun secara keseluruhan.



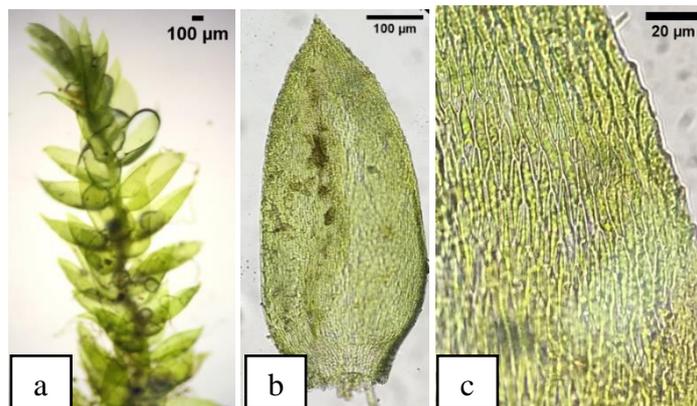
Gambar 24. *Hyophila javanica* (Nees & Blume) Brid. yaitu bentuk tumbuh 1 individu (a) dan bentuk daun (b)

Famili Sematophyllaceae

Taxithelium nepalense (Schwägr.) Broth., *Monsunia* 1: 51. 1899

Panjang tubuh 5–6 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *mats*. Bentuk daun *ovate*, panjang daun 0,4–0,6 mm, lebar daun 0,2–0,3 mm, warna hijau muda. Bentuk apeks daun *acute*, terkadang *acuminate*. Tepi daun rata di bagian basal hingga tengah, di bagian apeks terlihat bergelombang mengikuti bentuk sel di tepi daun. Bentuk sel heksagon hampir linear, panjang sel daun 22–32 µm, lebar sel daun 2–4 µm, dinding sel tipis. Batang hijau muda. Rizoid cokelat di pangkal batang bagian bawah (Gambar 25).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan pada tanah di tepi jalan utama Taman Komplek Bona Indah. pH tanah 6,6. Lokasi ditemukannya *T. nepalense* berada di bawah naungan kanopi pohon.

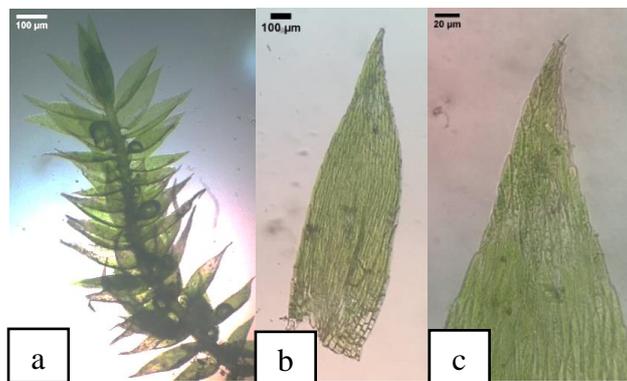


Gambar 25. *Taxithelium nepalense* (Schwägr.) Broth. yaitu susunan daun (a), bentuk daun (b), dan bentuk sel bagian tepi daun (c)

Trichosteleum singaporense M. Fleisch., *Hedwigia* 44: 325. 1905

Panjang tubuh 4–5 mm, *acrocarpous*, bentuk hidup *mats*. Bentuk daun melanset, berwarna hijau muda, panjang daun 0,3–0,4 mm, lebar daun 0,1–0,3 mm, ujung daun runcing. Tepi daun rata, namun di bagian ujung tepi daun terlihat berlekuk karena mengikuti bentuk dinding sel. Sel daun berbentuk mengetupat dengan jarak antar sel yang rapat. Panjang sel 42–68 µm, lebar sel 7–10 µm. Batang berwarna hijau muda dipenuhi daun yang tersusun secara spiral (Gambar 26).

Lokasi dan habitat: spesies ini ditemukan di tepi jalan utama Komplek Taman Bona Indah pada pangkal atas akar pohon palem yang sudah lapuk. *T. singaporense* tumbuh pada ketinggian 65 cm di atas permukaan tanah menghadap utara.



Gambar 26. *Trichosteleum singaporense* M. Fleisch, yaitu susunan daun (a), bentuk daun (b), dan bentuk sel pada bagian tepi daun (c)

PEMBAHASAN

Bryophyta merupakan divisi lumut yang banyak ditemukan di daerah urban (Grdović et al., 2009). Komplek Taman Bona Indah yang berada di tengah kota Jakarta Selatan yang dikelilingi oleh jalan raya yang banyak dilalui kendaraan dan gedung-gedung perkantoran dan pertokoan. Oleh karena itu, terlihat lingkungan di Komplek Taman Bona Indah juga menunjukkan rata-rata kelembapan udara yang cukup rendah, yaitu 61,6% dan rata-rata suhu udara yang cukup tinggi, sebesar 32,8 °C. Lumut hati lebih menyukai habitat yang relatif lebih lembap dibandingkan dengan lumut sejati (Sabovljević & Sabovljević, 2009). Penelitian lumut urban di Arboretum Cibubur dan RTH Kampus UI Depok juga menunjukkan bahwa jumlah spesies lumut sejati lebih banyak dibandingkan dengan lumut hati (Putrika, 2017; Kristiyanto et al., 2018). Menurut Szűcs (2017), jumlah *Marchantiophyta* yang minim di daerah perkotaan kemungkinan karena kondisi kelembapan udara yang rendah. *Bryophyta* merupakan kelompok lumut yang tersebar secara luas (kosmopolitan), memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi, dan memiliki daya tahan hidup yang baik pada lingkungan yang cenderung kering (Ergiana et al., 2013).

Famili lumut sejati, yaitu *Bryaceae*, *Fissidentaceae*, *Hypnaceae*, dan *Pottiaceae* banyak ditemukan di daerah urban. Hal tersebut juga ditemukan pada penelitian Floyed dan Gibson (2012) di daerah industri Australia. *Pottiaceae* merupakan famili yang paling beragam di lokasi penelitian. Anggota famili tersebut dapat tumbuh dengan baik di lingkungan yang ekstrem seperti daerah ruderal, tanah gersang, atau daerah yang berasosiasi dengan aktivitas manusia, karena merupakan kelompok *Bryophyta* yang kosmopolit dan dapat di temukan di berbagai kondisi habitat (Gerdol et al., 2002; Floyed & Gibson, 2012). Keberadaan *Pottiaceae* pada substrat batu dengan persentase tutupan berkisar 47–89% menunjukkan bahwa famili tersebut cenderung hidup di tempat kering dan tidak ternaung. Hal tersebut didukung oleh karakteristik *Pottiaceae*, yaitu bentuk tumbuh *acrocarpous*, bentuk hidup *turf*, dan terdapat ornamentasi pada permukaan daun berupa papila atau mamila (Eddy, 1990; Câmara & Kellog, 2010). Menurut Câmara dan Kellog (2010) papila adalah tonjolan yang merupakan modifikasi dari lapisan lilin pada permukaan dinding sel. Keberadaan papila dan mamila tersebut bertujuan untuk memperluas permukaan daun untuk mempercepat penyerapan uap air dari lingkungan, serta dapat membentuk pipa kapilar untuk menyimpan air dan menunda dehidrasi (Kürschner, 2004; Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

Lejeuneaceae merupakan lumut hati yang dikoleksi pada substrat akar adventif pohon palem raja yang berada di atas permukaan tanah. Anggota famili tersebut, yaitu *L. cocoes* dan *Lejeunea eifrigii*. Kelembapan udara di sekitar tempat tumbuh sebesar 59,40% dengan intensitas cahaya matahari yang sampai ke substrat sebesar 250 lux. *Lejeuneaceae* umumnya tumbuh optimal pada lingkungan yang tertutup dengan kelembapan udara yang tinggi (Vanderpoorten & Goffinet, 2009). *L. cocoes* merupakan spesies dari *Lejeuneaceae* yang ditemukan di 3 penelitian lumut urban lainnya di Jakarta dan Depok. *L. cocoes* merupakan spesies lumut hati yang berukuran sangat kecil, dengan lebar 0,66 mm dan memiliki karakter daun yang lekas luruh yang berperan sebagai alat reproduksi vegetatif (Lee, 2013). *Lejeunea eifrigii* dan *L. cocoes* memiliki karakter khusus berupa trigon yang merupakan penebalan dinding sel. Trigon yang termasuk ke dalam tipe sel hialin dapat menyimpan

cadangan air bagi lumut. Ketika kondisi lingkungan kering. Trigon terdiri dari hemiselulosa dan memiliki peran penting dalam konduksi apoplastik air (Dey et al., 2007).

Fissidens biformis merupakan spesies lumut sejati yang paling banyak ditemukan di lokasi penelitian. Spesies tersebut ditemukan di pembatas jalan utama ternaung kanopi pohon yang cukup lebar dan rapat sehingga intensitas cahaya matahari yang sampai ke substrat sebesar 24–550 lux. Beberapa sampel *F. biformis* juga ditemukan pada substrat tanah yang sedikit tertutup oleh rumput teki pada taman yang aktif digunakan masyarakat sekitar untuk beraktivitas. *F. biformis* memiliki keanekaragaman yang tinggi di daerah tropis, sering ditemukan pada substrat tanah dan bebatuan di lingkungan yang teduh atau lingkungan yang terbuka, serta tidak jarang ditemukan di tanah yang terganggu oleh aktivitas manusia (Eddy, 1988; Govindaparyi et al., 2012; Seppelt, 2019).

Beberapa spesies menghasilkan alat reproduksi aseksual seperti gemma yang terdapat pada ujung daun, serta daun yang mudah rontok. Menurut Brinda et al. (2011), reproduksi aseksual menjadi strategi adaptasi agar lumut dapat melakukan pergiliran keturunan ketika kondisi lingkungan tidak mendukung terbentuknya struktur sporofit.

Sepanjang tepi jalan, terdapat pohon-pohon peneduh yang jarak antara 1 pohon dengan pohon lainnya kurang lebih 2 m. Kanopi pohon di tepi jalan saling tumpang tindih dapat menaungi tanah dan bebatuan di bawahnya. Berdasarkan pengukuran parameter abiotik, diketahui bahwa intensitas cahaya matahari di tepi jalan sebesar 1.162–1.820 lux. Sementara itu, pohon-pohon di taman hanya tumbuh di tepi atau pinggir taman sehingga bagian tengah taman sangat terbuka. Kondisi taman lebih kering akibat intensitas cahaya matahari sampai ke tanah dan bebatuan dalam jumlah maksimal, yaitu sebesar 1.982 lux. Hal tersebut diduga menjadi penyebab jumlah spesies lumut yang tumbuh atau ditemukan di taman lebih sedikit daripada spesies yang ditemukan pada tepi jalan. Lumut lebih menyukai lingkungan yang teduh untuk tumbuh (Gabriel & Bates, 2005).

Substrat batu yang ditemukan berupa batu alami dan pembatas jalan yang terbuat dari semen (Gambar 7). Substrat batu di Komplek Taman Bona Indah umumnya berada di bawah naungan kanopi pohon dan memiliki tekstur retak-retak. Retak pada batu memungkinkan tanah terjebak di dalam retakan tersebut, kemudian menjadi sumber nutrisi yang baik bagi lumut karena tanah di dalam retakan batu tidak terpengaruh perubahan iklim mikro pada lingkungan (Floyed & Gibson, 2012). Substrat batu di Komplek Taman Bona Indah mudah ditemukan serta dapat menyediakan nutrisi untuk lumut tumbuh optimal.

Lumut yang tumbuh di substrat batang pohon hanya ditemukan pada ketinggian 0–1 m. Tekstur batang yang berupa rekahan memungkinkan tanah terjebak di batang pohon dan menyediakan nutrisi untuk lumut tumbuh. Selain itu, ukuran kanopi yang lebar menyebabkan bagian batang pohon ternaungi dan menjadi teduh. Bagian basal pohon, yaitu pada ketinggian 0–1 m menyediakan lebih banyak tempat berlindung untuk lumut epifit fakultatif karena bagian tersebut terpapar tanah lembap di sekitarnya dan menyediakan nutrisi untuk pertumbuhan lumut (Durawel & Lock, 2000). Jumlah spesies lumut epifit yang lebih rendah dibandingkan dengan lumut terestrial di Komplek Bona Indah juga menunjukkan bahwa lumut epifit yang hanya dapat hidup di daerah perkotaan sangat terbatas. Menurut Govindaparyi et al. (2010), lumut epifit lebih sensitif terhadap polusi udara dibandingkan lumut terestrial. Lumut tersebut dapat tumbuh lebih baik pada bagian basal pohon dibandingkan pada bagian cabang pohon. Debu-debu yang mengandung polutan banyak tersimpan pada substrat lumut epifit. Hal tersebut menyebabkan lumut sulit untuk membentuk koloni dan bertahan hidup (Floyed & Gibson, 2012).

Tanah di Komplek Taman Bona Indah kering. Berdasarkan pengukuran parameter abiotik yang dilakukan, nilai kelembapan tanah di Komplek Taman Bona Indah hanya sebesar 12–24%. Substrat tanah yang langsung terpapar dengan lingkungan luar diduga mudah mengalami perubahan ketersediaan nutrisi dan kelembapannya akibat perubahan iklim mikro. Oleh karena itu, kondisi substrat tanah tidak terlalu sesuai untuk lumut tumbuh.

Kondisi substrat batu yang banyak mengalami keretakan memungkinkan tanah terjebak di bebatuan dan terlindungi dari erosi atau perubahan iklim mikro yang memengaruhi keberadaan nutrisi bagi lumut. Selain itu, berdasarkan pengamatan di lokasi penelitian, umumnya ketiga spesies tersebut ditemukan pada substrat batu yang dinaungi kanopi pohon. Sementara itu, substrat tanah di

tempat *F. atroviridis*, *F. biformis*, dan *H. involuta* ditemukan tidak ternaung dan kering dengan nilai kelembapan tanah hanya sebesar 6–24%. Menurut Eddy (1988) dan Govindaparyi et al. (2012), *F. atroviridis* dan *F. biformis* tumbuh di tanah yang lembap. Da Costa (2015) juga menyatakan bahwa *H. involuta* tumbuh optimal pada batu dan tanah yang lembap dan teduh di daerah urban. Dengan demikian, *F. atroviridis*, *F. biformis*, dan *H. involuta* tumbuh lebih optimal pada substrat batu daripada substrat tanah di Komplek Taman Bona Indah.

Karakteristik Lumut di Wilayah Urban

Lumut yang ditemukan di Komplek Taman Bona Indah memiliki karakteristik yang diduga sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan tempat tumbuh. Karakteristik tersebut meliputi ukuran tubuh, bentuk tumbuh, bentuk hidup, bentuk daun, ornamentasi pada permukaan daun, modifikasi sel daun, serta keberadaan sporofit atau gemma. Setiap karakter memiliki fungsi yang berbeda untuk mendukung lumut tumbuh di lingkungan Komplek Taman Bona Indah yang merupakan permukiman di daerah urban.

Kisaran panjang tubuh lumut yang ditemukan di Komplek Taman Bona Indah yaitu 0,5–7 mm, yang menurut Vujičić et al. (2011), lumut dengan panjang tubuh tidak lebih dari 1 cm tergolong kecil. Ukuran tersebut dapat mendukung lumut tumbuh optimal pada lingkungan Komplek Taman Bona Indah yang kering dengan kelembapan udara sebesar 46,8–64,1 %. Menurut Huttunen et al. (2018), ukuran tubuh lumut yang kecil memiliki korelasi dengan kemampuan adaptasi lumut berupa toleransi terhadap kekeringan yang tinggi, sehingga lumut membutuhkan lebih sedikit air untuk proses pertumbuhan.

Berdasarkan bentuk individunya, diketahui bahwa bentuk tumbuh lumut yang dominan ditemukan di lokasi penelitian adalah *acrocarpousus*, yaitu lumut yang tumbuh tegak. Hal tersebut berkaitan juga dengan tipe substrat yang dominan ditemukan di lokasi penelitian, yaitu berupa batu atau dinding trotoar dan dinding selokan. Tipe tumbuh *acrocarpousus* merupakan lumut yang terdapat pada habitat terbuka dengan substrat berpasir dan dinding sebagai *pioneer* (Isermann, 2007). Sementara itu berdasarkan bentuk koloninya, terdapat 3 tipe bentuk hidup, lumut yang ada di Komplek Taman Bona Indah, yaitu *cushion*, *turf*, dan *mats* (Gambar 8). Menurut Govindaparyi et al. (2010), tipe *cushion*, *turf*, dan *mats* merupakan tipe bentuk tumbuh yang resistan terhadap peningkatan polusi.

Tipe *turf* dan *cushion* didominasi oleh lumut sejati, namun terdapat satu-satunya spesies lumut hati berbentuk *turf* yang ditemukan pada substrat batu yang tidak ternaung, yaitu *Haplomitrium blumei*. Kedua tipe tersebut umumnya ditemukan pada habitat terbuka. Sementara itu tipe *mats* banyak ditemukan di lantai hutan (Bahuguna et al., 2013). Hal tersebut diduga dikembangkan oleh koloni lumut yang berada di bawah naungan agar area penangkapan cahaya matahari untuk fotosintesis lebih luas. Cahaya matahari yang terhalang naungan menyebabkan lumut tidak mendapatkan cukup cahaya untuk melakukan fotosintesis. Di beberapa tempat yang ternaung, intensitas cahaya matahari yang sampai ke tanah dan bebatuan hanya sebesar 24–550 lux. Sementara itu, koloni lumut dengan bentuk hidup *turf* tidak perlu memperluas permukaan koloni karena cahaya matahari yang dibutuhkan untuk melakukan fotosintesis tidak terhalang naungan. Keberhasilan fotosintesis pada lumut dapat dipengaruhi oleh bentuk hidup yang dikembangkan (Huttunen et al., 2018). Selain itu, ketiga bentuk hidup tersebut diduga dapat mencegah lumut dari kekeringan dengan bentuk yang umumnya rapat (Glime & Gradstein, 2018). Hal tersebut dapat memungkinkan lumut menyimpan air pada ruang antar komponen yang ada di dalam koloni. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diketahui bahwa bentuk hidup *cushion*, *turf*, dan *mats* merupakan bentuk adaptasi lumut terhadap lingkungan urban (Govindaparyi et al., 2010).

Berdasarkan bentuk daunnya, diketahui bahwa lumut pada lokasi Taman Bona Indah memiliki bentuk daun yang lebih ramping dan luas permukaan daun yang sempit. Hal tersebut diduga dapat melindungi lumut dari kehilangan air dalam jumlah yang banyak. Daun dengan luas permukaan yang lebar dapat menyebabkan suhu permukaan daun menjadi lebih tinggi sehingga penguapan air dapat terjadi dengan cepat (Nicotra et al., 2011). Dengan demikian, daun dengan luas

permukaan yang sempit dapat menjaga ketersediaan air pada lumut di lingkungan yang kering (Todey & Taylor, 2020).

Daun pada lumut *Hyophila* dan *Calymperes* menggulung saat kondisi dehidrasi dan kembali turgid saat terhidrasi. Mekanisme menggulungan daun diduga sebagai bentuk pertahanan lumut dalam kondisi kering dan adanya paparan cahaya matahari yang tinggi. Kelebihan cahaya matahari yang diterima oleh daun dapat menyebabkan lumut kehilangan pigmen yang dapat menyebabkan kematian (Vanderpoorten & Goffinet, 2009). Daun yang menggulung berfungsi untuk mencegah kematian pada lumut akibat kehilangan pigmen karena kelebihan cahaya matahari yang ditangkap oleh permukaan daun.

Ornamentasi pada permukaan sel daun berupa papila dan mamila pada famili *Pottiaceae* dan *Calymperaceae* dapat terlihat pada seluruh bagian sel daun, kecuali pada bagian basal. Menurut Vanderpoorten dan Goffinet (2009), lumut sejati yang tumbuh di daerah kering cenderung memiliki ornamentasi pada salah satu sisi atau kedua sisi permukaan daunnya. Tonjolan papila yang padat dapat membentuk suatu rongga yang dapat berperan untuk mempercepat proses pengambilan air dari lingkungan saat air sudah tersedia di lingkungan (Kürschner, 2004; Vanderpoorten & Goffinet, 2009). Namun, peran papila yang lain seperti kontrol cahaya dan suhu udara bagi lumut untuk beradaptasi di lingkungan kering belum dapat dipastikan, meskipun sudah banyak teori yang diajukan melalui penelitian-penelitian sebelumnya (Câmara & Kellogg, 2010). Oleh karena itu, lumut dari famili *Pottiaceae* dan *Calymperaceae* memiliki daerah distribusi yang luas dan sering ditemukan di daerah perkotaan yang kering dan tidak ternaung.

Modifikasi sel yang tidak memiliki kloroplas, seperti sel hialin, sel alar, dan *cancellina* juga berperan untuk mendukung lumut beradaptasi di lingkungan yang kering. Ketiga jenis sel tersebut memiliki kemampuan untuk menyimpan air yang akan digunakan dalam proses fotosintesis (Goffinet et al., 2009; Shaw et al., 2010). Sel tersebut umumnya ditemukan pada lumut sejati yang daunnya terdiri dari 1 lapis sel. Sel tersebut terdapat di bagian basal daun seperti yang terdapat pada *Hyophilla*, *Calymperes*, dan *Trichosteleum*. Namun pada salah satu lumut sejati, yaitu *Leucophanes octoblepharioides* yang daunnya terdiri dari banyak lapis sel (2 lapis sel hialin yang mengapit 1 lapis sel yang berkloroplas). Sel hialin dalam jumlah yang lebih banyak dapat mendukung *L. octoblepharioides* tumbuh pada lingkungan dengan ketersediaan air yang terbatas. Struktur sel yang terdiri dari banyak lapis dapat meningkatkan kemampuan menyimpan air dan memperpanjang periode aktif fotosintesis (Goffinet et al., 2009; Glime & Gradstein, 2018). Karakter khusus berupa trigon yang merupakan penebalan dinding sel ditemukan pada sel daun milik lumut hati. Trigon adalah jenis sel hialin yang dapat menyimpan cadangan air bagi lumut. Ketika kondisi lingkungan kering, trigon terdiri dari hemiselulosa dan memiliki peran penting dalam konduksi apoplastik air (Dey et al., 2007).

Sebagian besar sampel lumut yang dikoleksi di Komplek Taman Bona Indah tidak menghasilkan fase sporofit. Hal tersebut menandakan bahwa kondisi lingkungan tidak mendukung semua spesies untuk bereproduksi secara seksual. Ketersediaan air serta kelembapan udara yang cukup tinggi pada lingkungan menyebabkan siklus hidup lumut dapat berlangsung dengan baik sehingga menghasilkan fase sporofit. Keberhasilan reproduksi seksual pada lumut sangat bergantung pada ketersediaan air di lingkungan karena air berperan membantu sel gamet jantan menuju sel gamet betina sebelum terjadi fertilisasi (Goffinet et al., 2009). Ketersediaan air juga penting setelah proses fertilisasi terjadi agar sporofit tidak mengalami stres akibat kekeringan (Goffinet et al., 2009). Namun terdapat 3 sampel yang memiliki fase sporofit terdiri dari 3 spesies dari famili *Pottiaceae*. Hal tersebut menunjukkan kemampuan famili *Pottiaceae* untuk dapat berkembang biak secara seksual walaupun kondisi lingkungan kurang menguntungkan.

SIMPULAN DAN SARAN

Spesies lumut yang tumbuh di Komplek Taman Bona Indah merupakan anggota dari kelompok lumut sejati sebanyak 16 spesies serta lumut hati sebanyak 3 spesies. Spesies lumut sejati yang paling banyak dikoleksi adalah anggota *Pottiaceae*. Spesies lumut dengan jumlah individu yang paling banyak ditemui adalah *Fissidens biformis*. Beberapa spesies lumut yang ditemukan

memiliki struktur morfologi dan anatomi yang diduga sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan urban seperti ukuran tubuh yang relatif kecil, bentuk hidup *acrocarpous* atau bentuk hidup *turf*, bentuk daun, terdapat ornamentasi pada permukaan daun, terdapat sel hialin, serta keberadaan gemma.

Pengamatan lumut di RTH yang lain perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan komposisi dan keragaman spesies lumut di daerah urban. Selain itu, pengamatan lumut di daerah urban pada musim yang berbeda dengan musim saat dilakukan penelitian, yaitu musim hujan, juga perlu dilakukan. Hal ini untuk mengetahui perbedaan karakter seperti ukuran tubuh, bentuk hidup, bentuk daun, ornamentasi pada permukaan daun, modifikasi sel daun, serta keberadaan sporofit atau gemma yang dikembangkan oleh lumut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas Hibah Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi Universitas Indonesia (PDUPT UI) tahun 2020 No NKB-197/UN2.RST/HKP.05.00/2020 serta Ruang Koleksi Biota Herbarium Depokensis Departemen Biologi FMIPA Universitas Indonesia.

REFERENSI

- Bahuguna, Y. M., Gairola, S.U., Semwal, D. P., Uniyal, P. L., & Bhat, A. B. (2013). Bryophyte and ecosystem. In R. K. Gupta, & M. Kumar (Eds.), *Biodiversity of lower plants* (pp 279-296). New Delhi, India: International Publishing House Pvt. Ltd.
- Bridson, D., & Forman, L. (1992). *The herbarium handbook*. Kew: The Royal Botanical Garden Kew Press.
- Brinda, J. C., Fernando, C., & Stark, L. R. (2011). Ecology of bryophytes in mojave desert biological soil crusts: Effects of elevated CO₂ on sex expression, stress tolerance, and productivity in the moss *Syntrichia caninervis* Mitt. *Bryophyte Ecology and Climate Change*, 169-189. doi: 10.1017/CBO9780511779701.010.
- Câmara, P. E. A. S., & Kellogg, E. A. (2010). Morphology and development of leaf *papillae* in Sematophyllaceae. *The Bryologist*, 113, 22–33. doi: 10.1639/0007-2745-113.1.22.
- Da Costa, D. P. (2015). Diversity and conservation of Pottiaceae (Pottiales) in the Atlantic Rainforest. *Acta Botanica Brasilica*, 29(3), 354-374. doi: 10.1590/0102-33062015abb0012.
- Dey, M., Singh, D., & Singh, D. K. (2007). *Lejeunea eifrigii* Mizut. (Hepaticae: Lejeuneaceae) – a record for Indian bryoflora from Sikkim. *Indian Journal of Forestry*, 30(4), 511-512.
- Durawel, L., & Lock, K. (2000). Epiphytic bryophytes in the city of Ghent. *Belgian Journal of Botany*, 133(1-2), 84-90. doi: 10.2307/20794465.
- Eddy, A. (1988). *A handbook of Malesian mosses-volume 1-Sphagnales to Dicranales*. London: British Museum (Natural History).
- Eddy, A. (1990). *A handbook of Malesian mosses-volume 2-Leucobryaceae to Buxbaumiaceae*. London: British Museum (Natural History).
- Ergiana, H., Wiryani, E., & Jumari. (2013). Bryoflora terrestrial di zona tropic Gunung Ungaran, Jawa Tengah. *Jurnal Biologi*, 2(1), 65-71.
- Fajri, M. T. A. (2019). Keanekaragaman lumut (Bryophyta) di sekitar kawasan wisata air terjun Tumpak Sewu Kabupaten Lumajang (Skripsi Sarjana). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, Indonesia.
- Floyed, A., & Gibson, M. (2012). Bryophytes of urban industrial streetscapes in Victoria, Australia. *Victorian Naturalist*, 129(6), 203-214.
- Fudali, E., & Żołnierz, L. (2019). Epiphytic bryophytes in urban forests of Wrocław (SW Poland). *Biodiversity: Research and Conservation*, 53, 73-83. doi: 10.2478/biorc-2019-0005.
- Gabriel, R., & Bates, J.W. (2005). Bryophyte community composition and habitat specificity in the natural forests of Terceira, Azores. *Plant ecology*, 177, 125-144. doi: 10.1007/s11258-005-2243-6.
- Gerdol, R., Bragazza, L., Marchesini, R., Medici, A., Pedrini, P., Benedetti, S., ... Coppi, S. (2002). Use of moss (*Tortula muralis* Hedw.) for monitoring organic and inorganic air pollution in

- urban and rural sites in Northern Italy. *Atmospheric Environment*, 36, 4069-4075. doi: 10.1016/S1352-2310(02)00298-4.
- Glime, J. M., & Gradstein, S. R. (2018). Tropics: General ecology chapter 8-1. In J. M. Glime (Eds.), *Bryophyte ecology volume 4*. Houghton, USA, Michigan Technological University.
- Goffinet, B., Buck, W. R., & Shaw, A. J. (2009). Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. *Bryophyte Biology*, 2, 55-138.
- Govindaparyi, H., Leleeka, M., Nivedita, M., & Uniyal, P. L. (2010). Bryophytes: Indicators and monitoring agents of pollution. *NeBio*, 1(1), 35-41.
- Govindaparyi, H., Kumari, P., Bahuguna, Y. M., & Uniyal, P. L. (2012). Evaluation of species richness of *acrocarpous* mosses in Imphal District, Manipur, India. *Taiwania*, 57(1), 14-26. doi: 10.6165/tai.2012.57(1).14.
- Grdović, S., Saboljević, M., & Vitorivić, G. (2009). Ecological and distributional consideration of the bryophyte vegetation of urban areas: Case study on Belgrade bryophytes. *Journal of Applied Biological Sciences*, 3(2), 51-57.
- Huttunen, S., Bell, N., & Hedenas, L. (2018). The evolutionary diversity of mosses – taxonomic heterogeneity and its ecological drivers. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 1-47. doi: 10.1080/07352689.2018.1482434.
- Isermann, M. (2007). Diversity of bryophytes in an urban area of NW Germany. *Lindbergia*, 32, 75-81. doi: 10.2307/20150241.
- Kristiyanto., Sitanggang, N. D. H., & Az-zahro, S. F. (2018). Keanekaragaman dan peran ekologi lumut (Bryophyta) di Area Arboretum Wanawisata Pramuka Cibubur. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 176-181.
- Kürschner, H. (2004). Life strategies and adaptations in bryophytes from the near and middle east. *Turkish Journal of Botany*, 28, 73-84.
- Lee, G. E. (2013). A systematic revision of the Genus *Lejeunea* Lib. (Marchantiophyta: Lejeuneaceae) in Malaysia. *Bryologie*, 34(4), 381-484.
- Lovadi, I., Cairns, A., & Congdon, R. (2012). A comparison of three protocols for sampling epiphytic bryophytes in tropical montane rainforest. *Tropical Bryology*, 34, 93-98.
- Nicotra, A. B., Leigh, A., Boyce, C. K., Jones, C. S., Niklas, K. J., Royer, D. L., & Tsukaya, H. (2011). The evolution and functional significance of leaf shape in The Angiosperms. *Functional Plant Biology*, 38, 535-552.
- Oishi, Y. (2019). The influence of microclimate on bryophyte diversity in an urban Japanese garden landscape. *Landscape and Ecological Engineering*, 15, 167-176.
- Ompad, D., Galea, S., & Vlahow, D. (2007). Urbanicity, urbanization, and the urban environment. *Macrosocial Determinants of Population Health*, 53-69.
- Putrika, A. (2017). Keragaman lumut epifit di hutan kota dan tepi jalan utama kampus universitas Indonesia. *Bio-site*, 03(1), 25-38
- Putrika, A., Wijaya, S. K., Dwiranti, A., Atria, M. (2020). Keanekaragaman jenis lumut hati epifit dan rekaman baru untuk Jawa. *Floribunda*, 6(4), 133-140.
- Sabovljević, M., & Sabovljević, A. (2009). Biodiversity within urban areas: A case study on bryophytes of the city of Cologne (NRW, Germany). *Plant Biosystems*, 143(3), 473-481.
- Sari, D. P. (2019). Temperatur, kelembapan, dan tekanan udara di Provinsi DKI Jakarta tahun 2019. (2020, December 20).
- Seppelt, R. D. (2019). Notes on *Fissidens* (Fissidentaceae) in tropical Australia: *Fissidens darwinianus*. *Acta Musei Silesiae, Scientiae Naturales*, 68, 151-155.
- Setiyani, W., Sitorus, S. R. P., & Panuju, D. R. (2017). Analisis ruang terbuka hijau dan kecukupannya di Kota Depok. *Buletin Tanah dan Lahan*, 1(1), 121-127.
- Sharma, S. (2007). *Marchantia polymorpha* L.: A bioaccumulator. *Aerobiologia*, 23, 181-187.
- Shaw, A. J., Cox, C. J., Buck, W. R., Devos, N., Buchanan, A. M., Cave, L., ... Temnsch, E. M. (2010). Newly resolved relationships in an early land plant lineage: Bryophyta Class Sphagnopsida (peat mosses). *American Journal of Botany*, 97(9), 1.511-1.531.

- Slack, N. G. (2011). The ecological value of bryophytes as indicators of climate change. *Bryophyte Ecology and Climate Change*, 1-12.
- Szűcs, P. (2017). Bryophyte flora of the Botanic Garden of the University of Sopron (W Hungary). *Studia Botanica Hungarica*, 48(1), 77-88.
- Todey, D., & Taylor, E. (2020). *Climate adaptation*. (2020, December 27). Retrieved from www.agron.iastate.edu/courses/Agron541/classes/541/lesson11a/541L11.pdf:
- Uttara, S., Bhuvandas, N., & Aggarwal, V. (2012). Impacts of urbanization on environment. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(2), 1637-1645.
- Vanderpoorten, A., & Goffinet, B. (2009). *Introduction to bryophyte*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Vujičić, M., Sabovljević, A., & Sabovljević, M. (2011). Axenically culturing the bryophytes: Establishment and propagation of the moss *Hypnum cupressiforme* Hedw. (Bryophyta, Hypnaceae) in in vitro conditions. *Botanica Serbica*, 35(1), 71-77.
- Zander, R.H. (1993). *Genera of the Pottiaceae: Mosses of harsh environments*. New York: The Buffalo Society of Natural Sciences.