

MENGENAL

TUMBUHAN LUMUT (*Bryophyta*)

DESKRIPSI, KLASIFIKASI, POTENSI DAN CARA MEMPELAJARINYA



Marheny Lukitasari

**MENGENAL TUMBUHAN LUMUT (*Bryophyta*)
DESKRIPSI, KLASIFIKASI, POTENSI DAN
CARA MEMPELAJARNYA**

Marheny Lukitasari



CV. AE MEDIA GRAFIKA

**MENGENAL TUMBUHAN LUMUT (*Bryophyta*)
DESKRIPSI, KLASIFIKASI, POTENSI DAN
CARA MEMPELAJARNYA**

ISBN: 978-602-6637-29-1

Cetakan ke-1, November 2018

Penulis

Marheny Lukitasari

Desain dan Tata Letak

Edi Riyanto

Penerbit

CV. AE MEDIA GRAFIKA

Jl. Raya Solo Maospati, Magetan, Jawa Timur 63392

Telp. 082336759777

email: aemediagrafika@gmail.com

website: www.aemediagrafika.co.id

Hak cipta @ 2018 pada penulis

Hak Penerbitan pada CV. AE MEDIA GRAFIKA

*Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit, kecuali dalam hal
pengutipan untuk penulisan artikel atau karangan ilmiah*



Kupersembahkan
buku ini untuk anak-anakku tercinta

~ *Devina Yasmin Auliasari*

~ *Meira Athif Maulidasari*

~ *Sultan Naufal Al Faiq*



Kata Pengantar

Puji syukur alhamdulillah disampaikan ke hadirat Allah SWT, sehingga buku pengayaan dengan judul **Mengenal Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*), Deskripsi, Klasifikasi, Potensi dan Cara Mempelajarinya**, telah selesai dengan baik. Banyak proses yang dilalui sehingga buku ini dapat diselesaikan dalam kurun waktu yang relative singkat, yaitu selama kurang lebih satu tahun.

Buku ini disusun dengan tujuan untuk mengembangkan wawasan pembaca khususnya mahasiswa terkait dengan tumbuhan lumut (*bryophyte*) sebagai salah satu jenis plasma nutfah di Indonesia yang sangat berlimpah. Khusus untuk lumut tersebut maka akan dibahas tiga kelas yaitu lumut hati (*marchantia*), lumut tanduk (*anthocerotales*) dan lumut daun (*musci*), mulai dari deskripsi, cara perkembangbiakan, manfaat dan teknis mempelajarinya. Spesifikasi dan keunikan dari lumut merupakan hal unik yang dapat dipelajari dan menjadi tema penelitian di bidang Biologi. Banyak sekali manfaat yang dapat diambil dari mempelajari buku tentang lumut ini, terutama bagaimana jeis tumbuhan ini merupakan salah satu tumbuhan dengan manfaat praktis bagi keseimbangan lingkungan sekaligus bagi manusia untuk banyak bidang.

Buku ini terbagi menjadi lima bab yang terdiri dari Bab I tentang pendahuluan, Bab II tentang identifikasi, klasifikasi dan perkembangan *Bryophyta*, Bab III tentang Peran Keberadaan *Bryophyta*, Bab IV tentang keragaman *Bryophyta* di Indonesia dan Bab V tentang metode pengamatan dan identifikasi *Bryophyta*. Buku ini juga memuat banyak gambar untuk lebih memudahkan pembaca membandingkan serta mempelajari jenis lumut yang ditemukan.

Banyak pihak yang telah membantu terselesaikannya buku dengan baik. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang mendalam kepada.

1. Rektor Universitas PGRI Madiun
2. Dekan dan jajaran FKIP Universitas PGRI Madiun
3. Kepala LPPM dan jajaran LPPM di Universitas PGRI Madiun
4. Kaprodi dan jajaran di Prodi Pendidikan Biologi Universitas PGRI Madiun

Sekiranya demikian yang bisa disampaikan, atas perhatian saran dan masukan penulis menyampaikan rasa terimakasih. Dan semoga keberadaan buku ini dapat menjadi manfaat bagi pembaca baik dari kalangan mahasiswa maupun pembaca pada umumnya.

Madiun, Oktober 2018

Penulis



Daftar Isi

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. KLASIFIKASI DAN PERKEMBANGAN BRYOPHYTA	8
2.1 Klasifikasi Lumut (<i>Bryophyta</i>).....	9
2.2 Bagian Tubuh <i>Bryophyta</i> (Lumut)	37
2.3 Siklus Hidup <i>Bryophyta</i>	46
BAB. III. PERAN KEBERADAAN BRYOPHYTA	57
3.1 Lumut sebagai pendukung kehidupan organisme lain	58
3.2 <i>Bryophyte</i> dengan kolonisasi, stabilisasi tanah, akumulasi humus dan komersialisasi	64
3.3 Lumut sebagai bahan obat, antibiotic, antimikroba dan penahan rasa sakit	67
3.4 Kandungan zat antibakteria di dalam lumut dan cara kerjanya	74
3.5 Lumut sebagai Tumbuhan Pioner	80
3.6 Lumut sebagai penyeimbang ekosistem	83
3.7 Lumut sebagai bioindikator alami	89

BAB IV. HABITAT DAN KERAGAMAN BRYOPHYTA DI INDONESIA	96
4.1 Habitat Bryophyta	97
4.2 Keragaman Bryophyta	100
BAB V. METODE PENGAMATAN DAN IDENTIFIKASI BRYOPHYTA	125
5.1 Penentuan lokasi pengambilan sampel	126
5.2 Data untuk identifikasi yang dapat dikumpulkan	128
5.3 Pembuatan preparat basah untuk proses identifikasi lumut	131
5.4 Identifikasi Lumut	143
5.5 Kamus Identifikasi Lumut	157
Glossarium	219



Bab I **Pendahuluan**

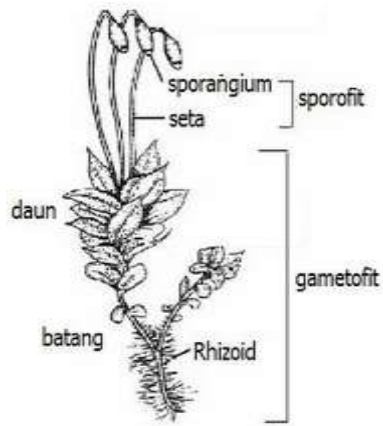
Indonesia dikenal dengan Negara yang memiliki keanekaragaman hayati berlimpah, dan salah satu diantaranya yang sangat melimpah adalah jenis tumbuhan rendah, yaitu lumut (*Bryophyta*). Kelompok khas tanaman darat hijau ini adalah salah satu tanaman berhabitat di tempat lembab, hidup secara berkelompok, dan sangat mudah dijumpai disekitar lingkungan. Keanekaragaman lumut sebagai salah satu keragaman hayati perlu diketahui untuk dipelajari ciri khususnya di daerah tropis. Beraneka ragam jenis lumut, menjadikan tumbuhan tersebut dikelompokkan agar mudah untuk dikenal.

Lumut (*Bryophyta*) merupakan salah satu divisi pada tumbuhan tingkat rendah. *Bryophyta* berasal dari kata *Bryon* artinya lumut dan *phyton* berarti lembab atau basah, yang bila digabungkan menjadi satu kata berarti tumbuhan yang hidup ditempat-tempat lembab atau basah. Lumut dengan nama latin *Bryophyta*

memiliki sekitar 16.000 spesies yang dikelompokkan menjadi tiga kelas yakni lumut hati (*Hepaticeae*), lumut daun (*Musci*), dan lumut tanduk (*Anthocerotae*). *Hepaticeae* memiliki dua bangsa yaitu bangsa *Marchantiales* dan bangsa *Jungermaniales*. Kelas *Musci*, memuat tiga bangsa yakni bangsa *Andreaeales*, *Sphagnales*, *Bryales*. Sedangkan kelas *Anthocerotae* terdapat satu bangsa yakni *anthocerothales*.

Secara umum *Bryophyta* memiliki bentuk tubuh tumbuhan yang berstruktur rendah, dengan tinggi hanya beberapa millimeter dan tegak di permukaan tanah. Bentuk tubuh lumut merupakan peralihan dari thalus kebentuk kormus (Eni Nuraeni, 2013:1). Meskipun berbentuk kecil, berwarna dominan

hijau, dan cenderung jarang terlihat serta diperhatikan namun tumbuhan lumut ini memiliki kompleksitas bentuk organ yang unik, untuk memaksimalkan fungsi sehingga menunjang kebutuhan hidupnya. Semua jenis *Bryophyta* seperti halnya struktur tumbuhan rendah lainnya maka mereka tidak memiliki akar, batang maupun daun dengan bentuk sempurna. Demikian juga tumbuhan lumut tidak menghasilkan bunga dan biji,



Gambar 1. Struktur tubuh Lumut (Siti, 2010)

juga tidak memiliki struktur jaringan pengangkut *xylem* dan *floem* seperti yang biasa ditemui pada tumbuhan tingkat tinggi. Mereka 'hanya' memiliki struktur yang mirip dengan akar untuk melangsungkan absorpsi serta transportasi air dan nutrisi bagi kebutuhan hidupnya.

Habitat *Bryophyta* sangat beragam, mereka dapat hidup di permukaan tanah, bebatuan maupun menempel di pohon-pohon. Karena kemampuan hidup yang istimewa tersebut, maka seringkali lumut disebut tumbuhan pioneer, karena setelah *Bryophyta* mengawali kehidupan pada permukaan yang tandus, segera akan diikuti oleh semakin beragamnya jenis tumbuhan lain yang hidup di kawasan tersebut. Dengan demikian maka tampak bahwa tumbuhan lumut memiliki peran yang sangat penting dalam suatu ekosistem.

Bryophyta termasuk salah satu penyongkong keanekaragaman flora. Tumbuhan lumut tersebar luas dan merupakan kelompok tumbuhan yang menarik. Mereka hidup diatas tanah, batuan, kayu, dan kadang-kadang didalam air. Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) merupakan tumbuhan yang relatif kecil, tubuhnya hanya beberapa milimeter saja. Hampir semua jenis tumbuhan lumut merupakan tumbuhan darat (*terrestrial*), walaupun kebanyakan dari tumbuhan ini masih menyukai tempat - tempat yang basah. Tumbuhan lumut berwarna hijau karena mempunyai sel-sel dengan plastida yang menghasilkan klorofil a dan b. Lumut bersifat *autrotof* maksudnya lumut dapat

membuat makanan sendiri melalui proses fotosintesis. (Najmi,2009:47).

Sebagai tanaman yang termasuk dalam klasifikasi tumbuhan rendah, *Bryophyta* memiliki keistimewaan untuk menyeimbangkan kandungan nutrisi dalam tanah melalui mekanisme mineralisasi bebatuan, penguraian serta fiksasi karbon. Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa *Bryophyta* memiliki fungsi penting dalam ekosistem dan juga fungsi ekonomis. Hal tersebut disebabkan tumbuhan ini bermanfaat bagi tumbuhan lain sebagai media, penghasil obat, pengendali polusi dan bahkan sebagai sumber energi yang ramah lingkungan.

Perkembangan penelitian terkait tumbuhan rendah yang salah satunya adalah *bryophyte* mengalami peningkatan yang cukup pesat beberapa tahun belakangan ini. Meningkatnya kesadaran untuk mencermati, mengkoleksi dan memahami potensi keanekaragaman hayati lokal menjadi salah satu pertimbangan semakin banyaknya penelitian dengan tema tersebut. Meningkatnya kesadaran para peneliti untuk mengembangkan bidang penelitian tumbuhan rendah ini juga dipicu kesadaran akan pentingnya jenis-jenis tumbuhan tersebut untuk keseimbangan ekosistem sekaligus konservasi.

Secara garis besar buku ini berisi beberapa bab yang akan menjelaskan banyak hal terkait dengan perkembangan *bryophyte*. Bab 1 akan menyajikan pendahuluan awal yang menggambarkan peran *bryophyte* dan menjelaskan secara garis besar konten

dari keseluruhan buku ini. Alasan disusunnya buku ini adalah karena masih belum didapatkannya jenis buku yang membahas tentang tumbuhan rendah khususnya adalah *bryophyte*, yang berbahasa Indonesia dan mudah dipergunakan sebagai suplemen dalam proses perkuliahan.

Bagian dua buku ini akan membahas tentang klasifikasi dan perkembangan *bryophyte* hingga saat ini, untuk lumut yang termasuk dalam lumut daun (*musci*), lumut hati (*marchantiales*) dan lumut tanduk (*anthocerotales*). Perbedaan struktur dari masing-masing kelas tersebut merupakan bagian penting yang diperhatikan untuk mengklasifikasikan serta melakukan identifikasi jenis lumut. Kepekaan mengenali lumut tersebut menjadi bagian penting untuk diperhatikan.

Bagian tiga dalam buku ini akan menjelaskan peran pentingnya keberadaan tumbuhan rendah khususnya *bryophyte* dalam menunjang kehidupan manusia dari segi ekosistem dan bahkan mendukung perkembangan industri. Menjelaskan bagaimana *bryophyte* dapat membentuk koloni untuk menjaga dan mempertahankan ekosistem dalam struktur hutan hujan tropis dan menyumbangkan banyak oksigen melalui proses fotosintesis. Dalam bidang industry untuk menunjang kebutuhan manusia *bryophyte* dapat berperan pada banyak hal, salah satunya sebagai sumber bahan obat secara herbal yang dipercaya dapat menyembuhkan banyak jenis penyakit. Di sisi lain keberadaan jenis *bryophyte* juga merupakan indicator

adanya kerusakan lingkungan dengan tingkat sensitifitasnya yang tinggi. Dengan demikian mempelajari kondisi keberadaan lumut ini sekaligus akan dapat terpantau kualitas dan kondisi lingkungan dimana lumut tersebut berada.

Bagian empat buku ini akan membahas terkait keragaman *bryophyte* khususnya yang ada di Indonesia. Dengan adanya dua musim yang ada di negara kita memungkinkan tumbuhan tersebut berkembang sangat beragam sesuai dengan lingkungan yang mendukung di sekitarnya. Kepulauan di Indonesia dengan karakter topografi dan jenis hutan di dalamnya memungkinkan adanya keberagaman jenis *bryophyte* sehingga menjadi sumber *plasma nutfah* yang perlu terus dijaga keberadaannya.

Bagian lima dalam buku ini menjelaskan metode pengamatan untuk jenis *bryophyte* dan kemudian mengklasifikasikannya. Proses pengamatan dan pengkoleksian kering maupun basah beserta metode teknik sampling menjadi penekanan yang ada dalam bab lima. Hal tersebut akan menjadi penting dalam suatu kegiatan penelitian sehingga menjamin hasil yang didapatkan sesuai dengan strandart. Dibutuhkan keterampilan tersendiri untuk dapat membuat herbarium *bryophyte* sehingga dapat dipergunakan dan dipelajari oleh berbagai pihak yang membutuhkan. Tidak kalah pentingnya adalah meningkatkan keterampilan dalam hal membuat preparat basah yang akan menjaga sample memiliki bentuk yang utuh sehingga lebih komprehensif dalam mencermati dan

mempelajari *bryophyte*. Selain itu dalam bagian ini juga membahas teknik-teknik yang dapat dilakukan untuk mengajarkan pengenalan dan identifikasi jenis tumbuhan rendah, khususnya adalah *bryophyte*. Hal ini penting untuk disampaikan sehingga mahasiswa khususnya dan pembaca umumnya akan memiliki gambaran untuk menyampaikan pembelajaran terkait tumbuhan *bryophyte*.

Bab II

Klasifikasi dan Perkembangan Bryophyta



STANDART KOMPETENSI

Mahasiswa memahami klasifikasi dan perkembangan Bryophyta

KOMPETENSI DASAR

1. Mahasiswa mampu menyebutkan dasar-dasar klasifikasi tumbuhan
2. Mahasiswa mampu menjelaskan cara mengklasifikasikan tumbuhan berdasarkan ciri-ciri fisik yang tampak melalui kegiatan pengamatan
3. Mahasiswa mampu menyampaikan hasil pengamatan bryophyte di wilayah pengamatan
4. Mahasiswa mampu membedakan bryophyte dengan tumbuhan rendah lainnya
5. Mahasiswa mampu mendeskripsikan perkembangan bryophyte berdasarkan hasil-hasil penelitian yang sudah ada

2.1. Klasifikasi Lumut (*Bryophyta*)

Lumut (*bryophyta*) memiliki hubungan kekerabatan yang cukup dekat dengan ganggang hijau dan diprediksikan keduanya memiliki hubungan filogeni yang dekat. *Bryophyta* merupakan bagian dasar dari pohon filogenik untuk tumbuhan yang ada di wilayah daratan, dengan struktur tubuh dengan fase gametofit dan sporofit yang berumur pendek. *Bryophyta* memiliki tahapan seksual (gametofit) pada siklus hidupnya dan tahapan sporofit dengan organ penghasil spora (sporangium) yang biasanya akan menjadi parasite pada bagian gametofitnya. Spora yang ada di dalam sporangium akan dikeluarkan ke udara setelah matang.

Identifikasi bryophytes dilakukan dengan menggunakan karakteristik gametofit dan sporofit. Menggunakan bahan sporofitik lumut yang hidup sangat membantu identifikasi, meskipun mungkin untuk mengidentifikasi bryofita dapat juga dengan mengamati spesimen kering yang tidak hidup. Pengamatan secara mikroskopis seperti bentuk, detail sel, posisi dan pola bercabang dari rhizoid, juga penting untuk tujuan klasifikasi. Namun memang dibutuhkan pengalaman untuk melakukan identifikasi bryophytes hingga ke tingkat genus dan spesies setelah proses pengamatan secara detail. Pada dasarnya pengamatan terhadap struktur bryofita yang lebih besar dan lebih khas, akan menjadikan proses

identifikasi sering lebih cepat dibandingkan dengan bentuk lumut yang lebih kecil.

Tumbuhan lumut termasuk dalam jenis tumbuhan yang tidak berpembuluh (non vaskuler) dan tidak menghasilkan biji. Untuk melakukan transportasi air dan mineral yang dibutuhkan maka *bryophyte* memiliki jaringan sederhana yang khusus untuk transportasi internal air, nutrisi dan makanan yang dibutuhkannya. Karena mereka tidak memiliki jaringan pembuluh, maka *bryophyte* juga tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati dengan bentuk tubuh yang relative kecil meskipun pada beberapa spesies lumut yang hidup di perairan dapat mencapai ukuran yang besar, seperti spesies *Fontinalis*.



Gambar 1.

Lumut *fontinalis antipyretica* yang hidup di perairan air tawar, dengan melekat pada substrat atau mengambang di air yang tenang.

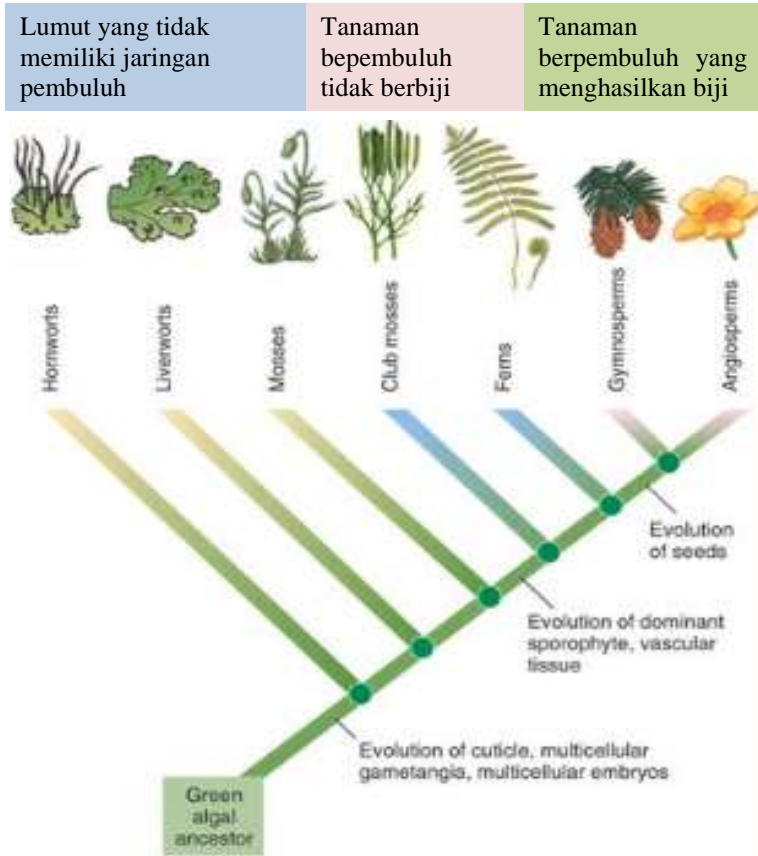
Contoh pada gambar 1 adalah tumbuhan lumut spesies *fontinalis antipyretica* yang bercabang, melintang dan bisa memiliki bentuk tubuh sepanjang 60 cm. Memiliki struktur daun cukup kaku tersusun dalam tiga baris yang tumpang tindih, dengan bentuk tombak atau bulat telur. Tidak berbunga tetapi menghasilkan spora kecil kadang-kadang diproduksi dalam sporangia. Biasanya lumut besar ini tumbuh melekat pada batuan yang terendam dalam air, atau melekat pada substrat di danau dan juga sebagai massa yang mengambang di air yang tenang.

Gametofit pada *bryophyte* merupakan tanaman fotosintetik yang biasanya melekat pada substratnya dengan perantara rhizoids, yaitu struktur halus memanjang berupa gabungan sederet sel yang sejenis dengan fungsi menyerupai akar. Pada lumut hati, gametofit umumnya berdaun, sedangkan sebagian besar lumut tanduk memiliki bentuk dengan adanya talus. Gametofit pada *bryophyte* biasanya berukuran kecil, bervariasi dari kurang dari 1 milimeter hingga mencapai 20 cm, dan bahkan untuk beberapa jenis lumut akuatik (*Fontinalis*) memiliki gametofit yang dapat mencapai panjang hampir satu meter.

Namun, dalam banyak genera, status dasar pengetahuan saat ini sangat tidak mencukupi untuk proses identifikasi sehingga dibutuhkan pemeriksaan secara mikroskopis untuk mendukungnya. Seringkali spesimen harus diklasifikasikan oleh "ahli" yang

memiliki pengalaman yang cukup dengan identifikasi spesies, serta klarifikasi dengan ahli lainnya juga, sehinggatidak membingungkan. Meskipun teknologi baru memberikan informasi tambahan, fitur yang mudah diamati sangat membantu untuk membedakan suatu spesies dengan cepat. Literatur yang relevan mengenai klasifikasi bryofita, baik lama maupun baru menjadi sangat berharga untuk membantu proses identifikasi.

Jumlah spesies bryophyte yang sulit untuk diperkirakan dan studi yang cermat sangat terbatas pada sebagian kecil tumbuhan tersebut menjadikan peluang identifikasi masih sangat dibutuhkan. Validitas banyak spesies ini juga masih dipertanyakan. Perkiraan jumlah spesies *bryophyte* yang masuk akal menunjukkan adanya 14.000 hingga 15.000 spesies, yang sekitar 8.000 adalah lumut daun, 6.000 lumut hati, dan 200 adalah lumut tanduk. Klasifikasi dan studi lebih lanjut akan menghasilkan spesies tambahan yang belum dideskripsikan, sementara studi yang cermat dari tumbuhan lumut tersebut juga akan mengungkapkan banyak hal.

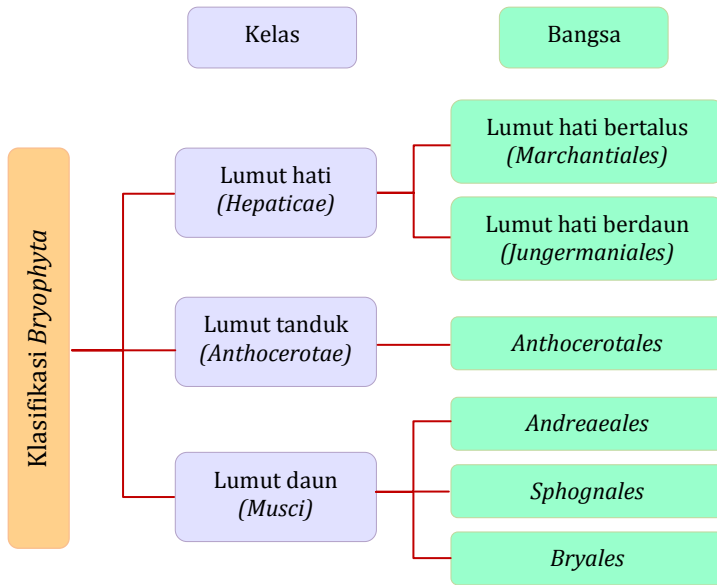


Gambar 2. Perkembangan serta hubungan antara tumbuhan tidak berpembuluh (non vascular), tumbuhan berpembuluh (vascular) tapi tidak menghasilkan biji dan tumbuhan berpembuluh vascular yang menghasilkan biji.

Gambar 2 tersebut menjelaskan perkembangan dari tumbuhan tingkat rendah yang tidak berpembuluh hingga tumbuhan tingkat tinggi (*angiospermae*) yang memiliki pembuluh angkut serta menghasilkan biji. Tingkatan tersebut menunjukkan perkembangan evolusi dan perpindahan filogeni yang sekaligus mencerminkan perbedaan antar taksa dari jenis tumbuhan yang ada.

Perbedaan di antara kelas utama bryofita sangat jelas, dimana lumut tanduk memiliki gametofit talus (atau pada dasarnya talus) di mana organ seksual sepenuhnya tertanam di talus tersebut. Sporofit selalu berbentuk tanduk dan terutama terdiri dari sporangium yang jatuh tempo dari apeks ke bawah ke kakinya di talus. Pada kebanyakan lumut tanduk, spora ditumpahkan dari puncak dewasa sementara pertumbuhan di atas kaki terus menghasilkan spora baru selama periode pertumbuhan menguntungkan (Smith, 2001).

Bryophyta atau tumbuhan lumut merupakan tanaman hijau yang termasuk dalam klasifikasi tanaman rendah dan memiliki tiga divisi penting, yaitu (*Bryopsida* atau *Musci*), liverworts (*Hepaticopsida* atau *Hepaticae*), dan hornworts (*Anthocerotopsida* atau *Anthocerotae*). Ketiga divisi bryophyta tersebut memiliki ciri yang sangat menyolok sehingga dengan mudah dapat dibedakan dengan tumbuhan vaskuler atau tumbuhan berpembuluh pada umumnya. Sebagian besar tumbuhan lumut tidak memiliki jaringan vaskuler, sehingga terkadang dikategorikan dalam klasifikasi tumbuhan 'nonvaskuler'. Akan tetapi tampaknya klasifikasi tersebut belum sepenuhnya benar, karena pada tumbuhan lumut masih ditemui pembuluh pengangkut air yang terdapat pada beberapa spesies tumbuhan ini. Secara umum maka klasifikasi dari Bryophyta dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 3. Klasifikasi Bryophyta, yang memiliki tiga kelas utama yaitu lumut hati (*hepaticae*), lumut tanduk (*anthocerotaceae*) dan lumut daun (*musci*)

2.1.1. Lumut tanduk (*anthocerotales*)

Bryophyta memiliki klasifikasi yang jelas berdasarkan bentuk tubuhnya. Lumut tanduk (*anthocerotales*) selalu memiliki struktur yang dicirikan dengan adanya sporofit yang berbentuk tanduk, dengan organ seksual yang tertanam dalam bentuk tubuh yang disebut talus. Dalam perkembangbiakannya lumut tanduk mengeluarkan spora terus menerus dari sporangiumnya untuk kemudian berkembang menjadi lumut tanduk yang baru.

Pada lumut tanduk, struktur talus, terutama anatomi internal dan isi sel merupakan hal penting yang dapat diamati untuk klasifikasi. Begitu juga

sporofit (yang mengandung dinding sporangial, spora dan ornamentasinya, dan sel steril bercampur dengan spora) dan struktur silinder steril (jika ada) di sporangium. Bagian-bagian tersebut merupakan bentuk spesifik yang ada pada lumut tanduk sehingga memudahkan untuk klasifikasi.



Gambar 4.

Lumut tanduk dengan talus dan sporofit sebagai tempat penghasil spora. Bagian bawah lumut merupakan talus dengan alat perkembangbiakan jantan maupun betina

2.1.2. Lumut hati (*hepaticeae*)

Dalam lumut hati, identifikasi dapat dibantu melalui penentuan bentuk gametofit, anatomi internal dan isi sel pada talus, dan posisi organ seksual dan struktur pelindungnya. Fitur sporofit, seperti anatomi internal seta, ornamen jaket sporangial, ornamen spora, dan struktur elater, juga penting untuk identifikasi. Dalam genus berdaun, ini fitur internal dan eksternal yang sama, di samping pengaturan daun dan bentuk serta detail sel, dan posisi juga pola bercabang dari rhizoid, juga penting untuk tujuan klasifikasi.

Lumut hati (*hepaticeae*) dengan perbedaan bangsa yaitu lumut hati bertalus (*marchantiales*) dan lumut hati berdaun (*jungermaniales*) didominasi

dengan bentuk tumbuhan dominan talus yang menempel pada permukaan tanah. Memang dibutuhkan pengamatan yang teliti untuk membedakan dua bangsa pada lumut hati tersebut. Hal ini karena daun yang menempel pada *jungermaniales* hanya sedikit (satu atau dua lembar saja) sehingga akan sangat sulit untuk membedakan apabila daun tersebut belum nampak dalam struktur tubuh lumut hati. Daun yang ada pada lumut hati bukanlah tipe daun sejati seperti umumnya kita temui pada tumbuhan tingkat tinggi. Struktur daun tersebut tidak memiliki pelepah dan biasanya hanya terdiri dari susunan sel berjajar yang sederhana dan menebal.

Lumut hati memiliki alat penghasil spora (sporangium) dengan kaki pendukung yang disebut seta dan dilindungi oleh struktur yang disebut *elater*. Setelah sporangium matang, seta menegang karena tekanan air dalam sel-selnya dan akan mendorong spora untuk keluar dari sporangium. Spora matang akan keluar ketika sporangium pecah dan *elater* juga membuka karena dipicu oleh udara yang kering.



Gambar 5.

Lumut hati dengan talus yang menempel di tanah. Belum nampak alat perkembangbiakan pada lumut hati tersebut. Biasanya organ seksual lumut hati biasanya terletak di bagian permukaan, dengan dilindungi oleh struktur uniseluler yang menyerupai *rizoid*.

Lumut hati juga mungkin memiliki gametofit, tetapi sebagian besar berdaun dengan daun dalam dua atau tiga baris. Organ seksual bersifat diskrit dan umumnya berada di permukaan, serta dilindungi oleh struktur yang menyelimuti dengan rhizoid uniseluler. Daun sering berlubang dan tidak memiliki pelepah, dan seluruh daun terdiri dari satu sel yang menebal. Dalam kebanyakan kasus, sporangium matang ketika dilindungi oleh struktur yang menyelimuti; setelah matang, seta yang tidak berwarna akan mendorongnya di atas selubung pelindung. Seta berstruktur tegak karena tekanan air di dalam sel-selnya. Seta biasanya memiliki kutikula dan, oleh karena itu, tidak dapat menyerap air secara langsung. Spora ditumpahkan ketika sporangium pecah yang berfungsi untuk mendorong spora dan mencampur dengan sel-sel pelindung (elaters) untuk mengeringkan udara. Elaters membuka dengan cepatsaat kering dan lemparkan spora ke udara, dan kemudian seta akan gugur/ luruh.

2.1.3. Lumut daun (Musci)

Di lumut daun, fitur gametofitik dari struktur daun (terutama rincian sel dan bentuk daun), detail dari margin daun, ornamen sel, penampang melintang dari pelepah, dan posisi organ seksual yang terhubung dengan puncak batang sangat membantu klasifikasi. Fitur sporofit juga penting untuk identifikasi terutama terkait dengan sporangium, khususnya orientasi, bentuk, struktur pelindung sporangial (khususnya stomata dan bentuk sel dari sel terluar).

Musci (lumut daun) bagian tumbuhan tidak berpembuluh dan tumbuhan berspora yang termasuk kelasterbesar dalam divisi tumbuhan lumut atau *Bryophyta* lebih dikenal dengan lumut sejati, hal ini dikarenakan bentuk tubuhnya yang kecil, memiliki bagian menyerupai akar (*rizhoid*), batang (semu), dandaun. Lumut yang dapat tumbuh tegakini merupakan kelompok lumut terbanyak dibanding dengan lumut lainnya, yaitu sekitar ± 12.000 jenis (*spesies*) dan tersebar hampir disetiap penjuru dunia.

Musci (lumut daun) dapat tumbuh di atas tanah-tanah gundul yang secara bertahap mengalami kegersangan, pada tanah bertekstur pasir yang bergerak sekalipun dapat tumbuh, dapat dijumpai juga diantara rerumputan diatas batu-batuan cadas, pada batang-batang dan cabang-cabang pohon, dirawarawa, tetapi jarang didalam laut (Gembong, 1991). Lumut daun yang menghampar luas dapat menyerap dan menahan air lebih lama dalam jumlah cukup. Hal ini terjadi karena dalam hamparan lumut daun terdiri dari satu tumbuhan lumut daun yang tumbuh berkelompok secara erat dan padat untuk saling menguatkan, menyokong. Lumut ini tidak melekat pada substratnya, tetapi mempunyai rizoid yang melekat pada tempat tubuhnya.

Ciri-ciri kelas *Musci*, secara morfologi sebagai berikut:

- Memiliki bagian menyerupai akar (*rizhoid*), batang, dan daun sehingga disebut lumut sejati. Daun tersusun spiral dengan melingkari batang.

- Tubuh umumnya tegak, berupa thallus, berdaun serupa sisik yang rapat, padat, dan memipih atau menumpuk.
- Hidup ditempat yang lembab atau basah, menempel pada tembok, batu, dan yang terlindung dari matahari.
- Pada tempat-tempat yang ke-ring lumut membentuk talus yang berupa bantal atau gebalan, dan diatas tanah hutan seringkali merupakan suatu lapisan menyerupai beludru.
- Berwarna hijau, mempunyai daun yang sederhana, mengandung kloroplas.
- Batang dari lumut daun adalah semu yang tegak dengan lembaran daun yang tersusun spiral, reproduksi vegetatif dengan membentuk kuncup pada cabang batang.
- Gametofit tumbuh tegak.
- Perkembangan berasal dari protonema yang terdiri atas benang-benang berwarna hijau, bersifat fototrop, bercabang banyak, pada tiap-tiap protonema hanya akan membentuk gametofora yang terdiri dari batang-batang yang bercabang.
- Sporofit tumbuh pada gametofitnya atau pada tumbuhan lumut itu sendiri, serta bersifat sebagai parasit terhadap gametofit.
- Sporangium mempunyai kaki yang lebar, seta hanya berupa lekukan antara kaki dari kapsul, bagian bawah kapsul memiliki stomata untuk proses fotosintesis.

- Kapsul memiliki kolumela yang pecah olek gigi-gigi peristom.
- Tangkai (seta) secara perlahan bertambah panjang seiring perkembangan kapsul.
- Alat perkembangbiakan terdiri dari *Anteridium* (jantan) dan *Arkegonium* (betina).

Musci memiliki tiga bangsa yakni *Andreaeales*, *Sphagnales*, *Bryales* (Gembong, 1991: 207). Bangsa *Andreales* memiliki satu suku yakni *Andreaeaceae* dengan marga *Andreaea*. Bangsa *Sphagnales* atau yang biasa dikenal dengan sebutan lumut gambut merupakan bangsa yang memiliki satu suku yakni *Sphagnaceae* dengan marga *Sphagnum*. Sedangkan bangsa *Bryales* merupakan bangsa lumut yang sebagian besar lumut daun yang dijumpai tergolong dalam bangsanya.

a. *Andreaeaceae*

Bangsa dari kelas *Musci* yang hanya memuat satu suku (*Famili*) yakni suku *Andreaeaceae*, dengan satu marga (*Genus*) *Andreaea*. Bangsa *Andreaeales* memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Tubuh gametofitnya sudah dapat dibedakan antara batang dan daun meskipun belum mempunyai akar selain rhizoid.
- Bagian seta umumnya panjang, sedang bagian kapsulnya tersusun atas kotak spora dimana di dalamnya terdapat kolumela yang diselubungi oleh jaringan sporogen.

- Talusnya sudah memiliki daun kecil yang disebut mikrofil serta mempunyai alat perekat yang berupa rhizoid.
- Daun-daunnya berwarna hijau mengandung klorofil-a dan klorofil-b untuk proses fotosintesis, tersusun spiral rapat dan menutupi batang.
- Protonema berbentuk seperti batang atau pita yang bercabang.
- Gametangium terdapat pada ujung cabang terdiri anteridium dan arkegonium terdapat cabang yang berbeda.
- Sporofitnya terdiri dari kaki, seta dan kapsul.
- Berwarna hijau kehitaman dengan rhizoid menancap di substrat. Memiliki daun lebat dengan 3 daun setiap kelompok serta dapat bersifat *monoceous* (berumah satu) atau *dioceous* (berumah dua).
- Habitat menyukai tanah-tanah yang lembab, diatas batu-batu cadas, batang-batang pohon.
- dengan pembentukan gamet jantan (anteridium) dan gamet betina (arkegonium) terjadi metagenesis.
- Spora bersifat fototrop, banyak bercabang-cabang, dan terlihat seperti hifa cendawan yang berwarna hijau.
- Kapsul spora mula-mula diselubungi oleh kaliptra. Jika sudah masak kemudian pecah dengan 4 katup-katup. Kolumela diselubungi oleh jaringan sporogen.

Beberapa jenis dari bangsa *Andreaeales* yang kemudian diklasifikasikan berdasarkan K(ingdom), D(ivisi), K(elas), B(angsa), S(uku), M(arga) dan Sp(esies), sebagaimana berikut:

Tabel 3.1 Contoh Spesies Bangsa *Andreaeales*

No.	Gambar	Klasifikasi
1.	<p data-bbox="278 484 570 515"><i>Andreaea petrophila</i></p> 	<p data-bbox="768 516 1000 789"> K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Andreaeales</i> S : <i>Andreaeaceae</i> M : <i>Andreaea</i> Sp : <i>Andreaea petrophila</i> </p>
<p>Ciri-ciri</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="320 942 996 1011">• Berwarna hitam kecoklatan, tempat hidupnya pada tempat lembab dan basah. <li data-bbox="320 1026 936 1057">• akar, daun, dan batang masih sulit dibedakan. <li data-bbox="320 1071 996 1184">• Dapat ditemukan diatas pasir bergerak, diatas pipa air, diatas tanah gundul yang mengalami kekeringan. <li data-bbox="320 1199 630 1230">• Tidak memiliki kosta, <li data-bbox="320 1244 996 1314">• Hidup merayap di tempat-tempat basah dan lembab. <li data-bbox="320 1328 996 1441">• Spora bersifat fototrop positif, banyak bercabang-cabang, dan terlihat seperti hifa cendawan yang berwarna hijau. 		

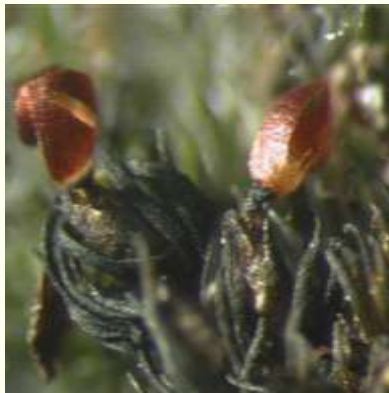
No.	Gambar	Klasifikasi
2. <i>Andrea rupestris</i>	 <p>Ciri-ciri</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tanaman kemerahan hitam, hitam atau coklat kehijauan. • Daun melengkung lebar menyebar, pendek-lanset. • ujung daun miring atau simetris. • terdapat garis seluruh daun, sel basal • laminal pendek, • Sel marjinal panjang-persegi panjang bulat-kuadrat pendek-persegi panjang. • lumen bulat, empat persegi panjang atau tidak teratur. • Spora 20-32 (-50) m. 	<p>K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Andreaeales</i> S : <i>Andreaeaceae</i> M : <i>Andreaea</i> Sp : <i>Andreaea rupestris</i></p>
3. <i>Andreaea rothii</i>		<p>K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Andreaeales</i> S : <i>Andreaeaceae</i> M : <i>Andreaea</i> Sp : <i>Andreaea rothii</i></p>

No.	Gambar	Klasifikasi
-----	--------	-------------

Ciri-ciri

- Panjang daun mencapai 1-2 mm.
- Daun tidak terlalu melengkung kebawah, berbentuk lonjong dengan ujung daun runcing.
- Ditemukan pada tempat terbuka dan basah, paling sering di tinggi seperti pegunungan, tetapi juga terdapat di dekat permukaan laut.

4. *Andreaea heinemannii*



- K : *Plantae*
- D : *Bryophyta*
- K : *Musci*
- B : *Andreaeales*
- S : *Andreaeaceae*
- M : *Andreaea*
- Sp : *Andreaea heinemannii*

Ciri-ciri

- Daun dengan bilahan runcing memanjang.
- Lebar daun mencapai 0,3-0,4 mm.
- Tumbuh di batuan daerah gunung dan dataran tinggi.
- Kapsul mencolok terdapat pada daun hitam.

5. *Andreaea acuminata*



- K : *Plantae*
- D : *Bryophyta*
- K : *Musci*
- B : *Andreaeales*
- S : *Andreaeaceae*
- M : *Andreaea*
- Sp : *Andreaea acuminata*

No.	Gambar	Klasifikasi
-----	--------	-------------

Ciri-ciri

- Tinggi batang ± 10-20 mm.
- Lebar daun ± 0,25-0,40 mm.
- Terdapat kosta
- Dapat dijumpai dibebatuan dataran tinggi (975-1561m).



6. *Andreaea acutifolia*




K : *Plantae*
 D : *Bryophyta*
 K : *Musci*
 B : *Andreaeales*
 S : *Andreaeaceae*
 M : *Andreaea*
 Sp : *Andreaea acutifolia*

Ciri-ciri


- Tinggi batang mencapai 10-15 mm.
- Lebar daun ± 0,2-0,4 mm.
- Kapsul dasar lebih pendek daripada katup.
- Terdapat kosta.
- Spora besar.
- Dapat ditemukan di hutan dan bebatuan basah (granit, batulanau, batu pasir) di ketinggian 700-1250m.

No.	Gambar	Klasifikasi
<p>7. <i>Andreaea alpine</i></p>  <p>Ciri-ciri</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spesies langka yang hanya terdapat di Australia dan Tasmania. • Tinggi batang mencapai 1-6 cm. • Daun lebih simetris dan berbentuk runcing. • Tidak terdapat kosta. • Kapsul dasar lebih pendek dari katup. • Dapat tumbuh di permukaan tebing yang basah dan memerah bat pada ketinggian ± 700-1590m. • Memiliki spora yang jauh lebih besar. 		<p>K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Andreaeales</i> S : <i>Andreaeaceae</i> M : <i>Andreaea</i> Sp : <i>Andreaea alpine</i></p>
<p>8. <i>Andreaea australis</i></p> 		<p>K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Andreaeales</i> S : <i>Andreaeaceae</i> M : <i>Andreaea</i> Sp : <i>Andreaea australis</i></p>

No.	Gambar	Klasifikasi
<p>Ciri-ciri</p> <ul style="list-style-type: none"> • Panjang batang 1-12 cm. • Bentuk daun lanset. • Lebar daun 0,4-1,5 mm. • Kosta mencolok dari daun pucuk ke dasar. • Kapsul dasar lebih pendek dari katup. • Tumbuh pada permukaan batu basah atau berbayang. • Padang rumput. • Habitat yang cocok didaratan Australia namun langka di Tasmania. 		
<p>9. <i>Andreaea flabellate</i></p>		<p>K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Andreaeales</i> S : <i>Andreaeaceae</i> M : <i>Andreaea</i> Sp : <i>Andreaea flabellate</i></p>

Ciri-ciri

- Panjang batang 5-10 mm.
- Daun berbentuk linier ada juga yang lanset.
- Lebar daun 0,20-0,25 mm.
- Memiliki spora yang lebih kecil kurang dari 30 pM.
- Kapsul dasar lebih pendek dari katup.
- Tumbuh di padang rumput.

No.	Gambar	Klasifikasi
10. <i>Andreaea gainii</i>		K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Andreaeales</i> S : <i>Andreaeaceae</i> M : <i>Andreaea</i> Sp : <i>Andreaea gainii</i>
Ciri-ciri <ul style="list-style-type: none"> • Panjang batang 7-15 mm. • Lebar daun 0,25-0,40 mm. • Terdapat kosta. • Dapat dijumpai didaerah pegunungan pada ketinggian 890-1225 m. 		

b. *Sphagnaceae*

Bangsa ini hanya terdapat satu suku *Sphagnaceae* dan satu marga yaitu *Sphagnum*. Marga ini meliputi sejumlah besar jenis lumut yang kebanyakan hidup di tempat-tempat yang berawa-rawa dan membentuk rumpun atau bantalan, yang apabila dilihat dari atas maka kecenderungan tiap-tiap tahun tampak bertambah luas. Sedangkan bagian-bagian bawah yang ada dalam air mati dan berubah menjadi gambut. Lumut ini berperan penting bagi kesuburan tanah.

Bangsa *Sphagnales* memiliki ciri-ciri:

- Hidup di rawa-rawa atau di daerah banyak air, membentuk rumpun atau bantalan.



- Protonema berbentuk daun kecil dengan tepi daun yang bertoreh, terdiri atas satu lapis sel, menempel pada alas dengan rizoid.
- Tiap protonema hanya akan membentuk satu gametofor yang terdiri atas batang-batang yang bercabang dengan daun-daun.
- Tidak ada rusuk tengah pada daun. Gametofor tidak mempunyai rizoid.
- Daun tersusun atas sel-sel yang berkloroplas dan sel-sel yang mati dan kosong.
- Batang bercabang-cabang tegak dan membentuk roset di ujung.
- Jaringan pada batang seperti spons parenkim, sama dengan mesofil daun.
- Gametangium terdapat pada cabang-cabang yang khusus.
- Cabang yang mendukung anteridium pada ketiak daun, sedang cabang yang mendukung arkegonium pada ujung cabang.
- Arkegonium dibentuk berkelompok dan dilindungi oleh periketium.
- Sporogonium bertangkai pendek dengan kaki haustorium yang kemudian berkembang menjadi pseudopodium.
- Seta hanya merupakan lekukan antara kaki dan kapsul.
- Kapsul spora mempunyai tutup tetapi tidak terdapat peristom.
- Kolumela berbentuk setengah bola.

Beberapa jenis dari bangsa *Sphagnales*, sebagaimana terdapat pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Contoh Spesies Bangsa *Sphagnales*.

No.	Gambar	Klasifikasi
1.	<i>Sphagnum fimbriatum</i>	
		K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Sphagnales</i> S : <i>Sphagnaceae</i> M : <i>Sphagnum</i> Sp : <i>Sphagnum fimbriatum</i>
	Ciri-ciri	
	<ul style="list-style-type: none"> • Batang banyak bercabang, cabang yang muda tumbuh tegak, dan membentuk roset pada ujungnya. • Daun-daun yang sudah tua terulai dan menjadi pembalut bagian bawah batang • Habitat kebanyakan hidup di rawa-rawa • Membentuk rumpun atau bantalan • Cabang-cabang jantan mempunyai anteridium yang bulat dan bertangkai di ketiak-ketiak daunnya • Cabang-cabang betina mempunyai arkegonium pada ujungnya. • Sporogonium membentuk tangkai pendek dengan kaki yang membesar 	

No.	Gambar	Klasifikasi
2.	<p data-bbox="379 251 728 300"><i>Sphagnum capillifolium</i></p>  <p data-bbox="282 646 379 682">Ciri-ciri</p> <ul data-bbox="282 691 722 891" style="list-style-type: none"> • Batang daun relatif panjang. • Berbentuk seperti telur, diatas lebih sempit daripada dibawah (tumpul). • Memiliki banyak pori-pori dibagian atas. • Hidup di tepi berhutan sekitar rawa. 	<p data-bbox="728 291 971 564"> K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Sphagnales</i> S : <i>Sphagnaceae</i> M : <i>Sphagnum</i> Sp : <i>Sphagnum capillifolium</i> </p>
3.	<p data-bbox="379 906 728 955"><i>Sphagnum compactum</i></p>  <p data-bbox="282 1310 379 1346">Ciri-ciri</p> <ul data-bbox="282 1355 722 1528" style="list-style-type: none"> • Memiliki daun cabang lurus yang lebih rendah. • Tumbuh terpisah dengan spesies lain. • Batang gelap • Warna keputihan, hijau pucat. 	<p data-bbox="728 946 971 1219"> K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Sphagnales</i> S : <i>Sphagnaceae</i> M : <i>Sphagnum</i> Sp : <i>Sphagnum compactum</i> </p>

No.	Gambar	Klasifikasi
4. <i>Sphagnum suarrosom</i>		K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Sphagnales</i> S : <i>Sphagnaceae</i> M : <i>Sphagnum</i> Sp : <i>Sphagnum suarrosom</i>
Ciri-ciri		
<ul style="list-style-type: none"> • Daun meuncing • Tinggi daun 5-10 mm. • Ujung batang gelap kemerehan. • Hidup di tempat yang lembab. 		
5. <i>Sphagnum sp.</i>		K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Sphagnales</i> S : <i>Sphagnaceae</i> M : <i>Sphagnum</i> Sp : <i>Sphagnum sp.</i>
Ciri-ciri		
<ul style="list-style-type: none"> • Batang banyak bercabang. • Daun sudah terulai. • Ujung daun menguning. • Tepi daun bergerigi. • Hidup ditempat basah. 		



c. Bryales



Sebagian besar bangsa *bryales* merupakan lumut daun. berupa lumut daun. Kapsul spora telah mengalami diferensiasi yang maju. Sporangium bertangkai yang dinamakan seta di mana pangkalnya tertanam dalam jaringan tumbuhan gametofitnya. Bagian atas seta dinamakan apofisis. Di dalam kapsul spora terdapat ruang-ruang spora yang dipisahkan oleh jaringan kolumela. Bagian atas dinding kapsul spora terdapat tutup (operculum), yang tepinya terdapat lingkaran sempit disebut cincin. Sel-sel cincin ini mengandung lendir sehingga dapat mengembang dan menyebabkan terbukanya operculum. Bangsa *Bryales* memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Kaliptra berasal dari bagian atas dinding arkegonium.
- Pada jenis tertentu (*Funaria*) kaliptra melebar seperti parut.
- Terdapat jaringan kolumela pada kapsul spora.
- Kolumela dan ruang spora dikelilingi oleh ruang antar sel yang terdapat didalam dinding kapsul spora.
- Kebanyakan warga Bryales, dibawah operkulum terdapat peristom (gigi yang menutup lubang kapsul spora).

Beberapa jenis dari bangsa *Bryales*, sebagaimana terdapat pada tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Beberapa Spesies Bangsa *Bryales*

No.	Gambar	Klasifikasi
1. <i>Bryum argenteum</i>		K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Bryales</i> S : <i>Bryaceae</i> M : <i>Bryum</i> Sp : <i>Bryum argenteum</i>
<p>Ciri-ciri</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ukuran 1-25 mm. • Tinggi 1-25mm • Warna hijau kekuningan atau merah-coklat, dan bercabang. • Daun tumpang tindih. • Kapsul panjang dan merah kecoklatan 		
2. <i>Bryum capillare</i>		K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Bryales</i> S : <i>Bryaceae</i> M : <i>Bryum</i> Sp : <i>Bryum capillare</i>
<p>Ciri-ciri</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berwarna hijau. • Bentuk daun semakin ujung semakin bulat. • Hidup ditempat lembab. • Kapsul matang terkulai dimusim semi. 		

No.	Gambar	Klasifikasi
3. <i>Bryum cellulare</i>		K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Bryales</i> S : <i>Bryaceae</i> M : <i>Bryum</i> Sp : <i>Bryum cellulare</i>
4. <i>Bryum coronatum</i>		K : <i>Plantae</i> D : <i>Bryophyta</i> K : <i>Musci</i> B : <i>Bryales</i> S : <i>Bryaceae</i> M : <i>Bryum</i> Sp : <i>Bryum coronatum</i>

Ciri-ciri

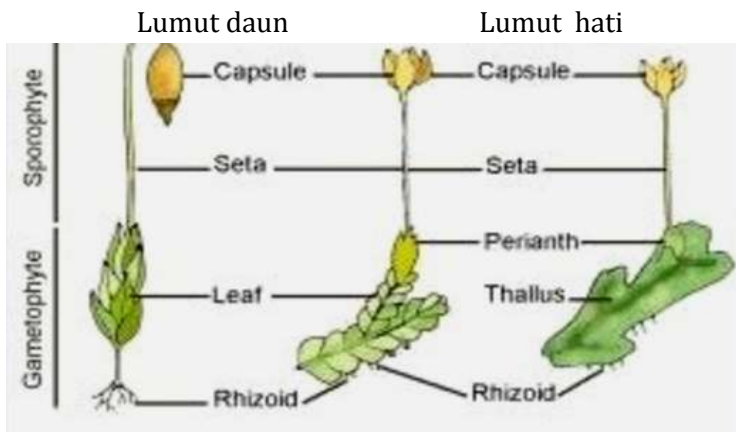
- Kapsul berwarna kecokelatan
- Habitat tempat lembab, dan basah.
- Sporogonium terlihat

Ciri-ciri

- Kapsul belum terlihat.
- Sporogonium belum terlihat.
- Tidak terdapat rusak dan berpori.
- Tidak terdapat percabangan

2.2. Bagian Tubuh *Bryophyta* (Lumut)

Hampir sebagian besar jenis lumut yang ditemui memiliki bentuk tubuh yang kecil, meskipun dapat ditemui juga lumut yang memiliki bentuk atau struktur tubuh yang besar hingga mencapai ukuran setengah meter. Ukuran lumut yang terbatas atau kecil tersebut mungkin disebabkan tidak adanya sel berdinding sekunder yang berfungsi sebagai jaringan penyokong seperti layaknya terdapat pada tumbuhan berpembuluh (tumbuhan tingkat tinggi).



Gambar 6. Struktur tubuh lumut daun dan lumut hati yang memiliki bentuk gabungan antara fase gametofit dan sporofit yang terletak dalam satu tubuh tumbuhan.

Gambar 4 menjelaskan struktur tubuh tumbuhan lumut, dengan adanya bagian utama yaitu kapsul, seta, daun atau talus dan rhizoid. Sel - sel penyusun tubuhnya telah memiliki dinding sel yang dominan terdiri dari selulosa. Struktur yang menyerupai daun belum sempurna dan umumnya

setebal satu lapis sel, kecuali ibu tulang daun yang lebih dari satu lapis sel. Sel - sel daun tersebut kecil, sempit, panjang, dan mengandung kloroplas yang tersusun seperti jala. Di antaranya terdapat sel - sel mati yang besar karena penebalan dinding dalamnya dan berbentuk spiral. Sel - sel yang mati tersebut berguna sebagai tempat persediaan air dan cadangan makanan.

Tunas yang berdaun umumnya terbentuk pada *caulonema* dan dapat menghasilkan banyak gametofit berdaun yang identik secara genetic. Protonema yang dihasilkan oleh lumut hati dan lumut tanduk memiliki fase pertumbuhan yang singkat singkat, berbentuk bundar atau silinder, yang biasanya akan berkembang menjadi tanaman tunggal.

Gametofit memiliki *rhizoids*, *caulid* (bentuk menyerupai batang), dan *phyllids* (daun tidak sempurna). Rhizoids menempel pada gametofit merupakan bentuk struktur uniseluler yang lentur. Pada lumut hati dan lumut tanduk memiliki *caulid* yang multiseluler, bercabang dan berwarna coklat. *Caulid* tersebut tumbuh secara vertikal atau horizontal, dengan anatomi yang tidak berdiferensiasi, sangat sederhana, dengankandung epidermis, korteks, dan silinder sentral.

Gametofit memiliki struktur pelindung yang steril, dan dikenal sebagai *paraphyses*. Struktur ini melindungi gametangia lumut terhadap kerusakan mekanis dan dehidrasi, dan juga memiliki peran dalam sekresi zat untuk menarik mikroarthropoda yang akan membantu sel sperma melakukan fertilisasi. Salah satu

spesies lumut hati yang bertalus, yaitu *Ricciaceae*, maka gametofit dan sporofit terbentuk dan tertanam di dalam thalusnya. Kapsul spora yang terbentuk akan melepaskan spora hanya setelah jaringan gametangiumnya membusuk.

Tumbuhan lumut juga memiliki sebuah struktur yang disebut sebagai *calyptra*, yaitu tutup kecil atau topi kecil yang terdapat pada jaringan induk dengan kromosom 1N, yang menutupi bagian atas sporofit (2N) selama perkembangannya. Hipotesis lama menyatakan bahwa *calyptra* memiliki fungsi untuk mencegah jaringan di bawah sporofit mengalami kekeringan. Logika hipotesis tersebut berdasarkan anggapan atau asumsi bahwa, bagian atas keturunan lumut (sporofit) memang tersusun dari jaringan-jaringan muda yang sensitif terhadap kekeringan.



Gambar 7. *Calyptra* yang merupakan struktur di ujung sporofit yang berfungsi untuk melindungi jaringan muda yang baru terbentuk di bawahnya.

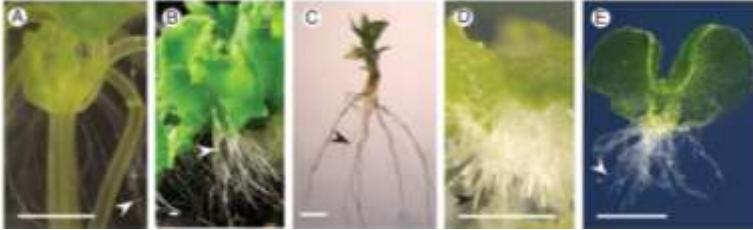
Calyptra memiliki struktur kutikula yang menutupi bagian atasnya, dan kutikula tersebut cenderung lebih tebal daripada kutikula yang terdapat pada gametofit dan sporofit yang berdaun (Budke,

Goffinet, & Jones, 2011). Penebalan kutikula pada *calyptra* merupakan struktur khusus yang tidak ditemukan pada bagian lain dari lumut. Pembuktian tersebut menunjukkan bahwa struktur *calyptra* dengan penebalan kutikula khusus memang berfungsi sebagai pencegah dehidrasi khususnya pada sporofit yang merupakan jaringan muda yang baru terbentuk.

Tubuh tumbuhan lumut hanya tumbuh memanjang dan tidak membesar. Pada ujung batang terdapat titik tumbuh dengan sebuah sel pemula di puncaknya. Sel pemula itu biasanya berbentuk bidang empat (*tetrad*) dan membentuk sel - sel baru ke tiga arah menurut sisinya. *Rizoid* tampak seperti rambut atau benang - benang. Berfungsi sebagai akar untuk melekat pada tempat tumbuhnya dan menyerap air serta garam - garam mineral (makanan). *Rizoid* terdiri dari satu deret sel yang memanjang kadang - kadang dengan sekat yang tidak sempurna.

Keberadaan rhizoid merupakan perkembangan evolusi struktur tumbuhan lumut yang diawali dari tiga kelas sebagai tumbuhan darat yaitu lumut hati, lumut daun dan lumut tanduk. Kelompok lumut (*bryophyte*) tersebut merupakan kelompok tersendiri meskipun beberapa kajian filogeni molekuler baru-baru ini menggolongkan *bryophyte* sebagai kelompok monofiletik. Di garis tanah tanaman divergen awal, lumut hati, lumut, dan lumut tanduk, gametofit adalah satu-satunya yang hidup bebastahap siklus hidup. Karena fase siklus hidup ini adalah langsung kontak dengan substrat, gametofit mengembangkan system dari rhizoid. Hampir semua rhizoid tersebut terdiri

dari sel-sel (rambut akar) sepanjang permukaannya. Rambut-rambut tersebut telah terbukti penting untuk serapan nutrisi bagi lumut (Jones & Dolan, 2012).



Gambar 8. Morfologi rhizoid. A) Rhizoids dari *Chara braunii*; (B) rhizoid dari gametophyte lumut *Marchantia polymorpha*; (C) rhizoids multiseluler pada gametophyte lumut *Physcomitrella patens*; (D) rhizoid dari lumut tanduk gametophyte *Anthoceros punctatus*; (E) rhizoids pada gametofit prothallus dari pakis *Ceratopteris richardii*; Tanda panah menunjukkan rhizoids atau akar rambut.

Rambut akar berperan penting dalam penyerapan nutrisi anorganik esensial dari tanah. Hal ini penting untuk nutrisi diambil dalam bentuk ion dari air tanah dari permukaan akar (Marschner, 2012). Kemudian nutrisi akan diangkut ke dalam tanaman itu dan diganti pada permukaan akar melalui proses difusi, apabila ada nutrisi dalam konsentrasi yang cukup di dalam air tanah tersebut. Nitrat dan amonium terlarut juga menyebar melalui air tanah, sehingga mengisi pasokan ion-ion ini di permukaan akar. Untuk fosfat tidak bergerak air di tanah karena kecenderungannya mengikat partikel dan bentuk endapan tanah liat yang tidak larut dalam tanah. Sebagai hasilnya, akan ada sedikit difusi fosfat melalui air tanah ke permukaan akar, di mana konsentrasinya

tetaprendah setelah diserap ke akar. Konsekuensinya, konsentrasifosfat dalam air tanah di sekitar akar tetaprendah.

Kondisi tersebut berada disekeliling akar tempat nutrisi berada sehingga kecenderungan kekurangan fosfat dapat terjadi pada kondisi yang demikian. Panjang rambut akar (termasuk rhizoid) sangat menentukan kondisi keberadaan fosfat tersebut. Panjangrambut akar memungkinkan tanaman untuk mengekstrak nutrisi yang lebih besar pada tanah dibandingkan dengan tanaman dengan tumbuhan dengan rambut akar pendek. Hal tersebut menjelaskan mengapa tumbuhan dengan rambut akar (rhizoid) yang panjang cenderung akan mampu menyerap fosfat dengan lebih baik. Di sisi lain keberadaan panjang rambut akar tersebut juga berpengaruh signifikan terhadap kemampuan dalam menyerap ion K^+ yang ada dalam tanah. Meskipun pada dasarnya rhizoid merupakan evolusi bentuk akar serta memiliki fungsi seperti disampaikan, namun fungsi tersebut tidak sempurna seperti halnya akar pada tumbuhan tingkat tinggi, dan bahkan akan berbeda untuk setiap spesiesnya.

Beberapa literatur menyampaikan bahwa peran utama rhizoid terletak di bagian substrat tempat menempelnya lumut. Rhizoid dari banyak lumut hati membentuk cakram atau bercampur dengan partikel padat dan melekat kuat pada substrat tersebut. Pada rhizoid tersebut juga ditemui percabangan yang terletak pada ujung rhizoid lumut. Kondisi tersebut ditemui pada rhizoid gametofit pakis (*Hymenophyllaceae*),

sementara rhizoids lumut juga dapat menampilkan respon *thigmotropic*, dan melingkar di sekitar objek dalam substrat.

Pengamatan rhizoid sangat penting, contohnya seperti *pleurocarpous* yang sangat bercabang pada lumut, seringkali rizoid lebih berlimpah dan banyak bercabang khususnya pada lumut yang tumbuh di substrat yang keras dan telanjang seperti lumut yang tumbuh di atas batu atau di atas tanah. Melekatnya rhizoid pada substrat tersebut dapat difasilitasi oleh diproduksinya zat perekat berupa polisakarida non-selulosa.

Rhizoid juga telah terbukti terlibat dalam proses pengambilandan transportasi air. Banyak bryophytes seperti *ectohydric* yang tidak memiliki kutikula tebal dan menyerap air dari seluruh permukaan tubuhnya. Padahal rizoid tidak diperlukan untuk menyerap air secara langsung terutama pada spesies tersebut, karena banyak lumut menghasilkan *tomentum*, yaitu lapisan tebal pada rhizoid yang tumbuh dari batang, dan ruang-ruang yang terbentuk di antara rambut sebagai media bantu transportasi air melalui mekanisme kapiler. Sebaliknya beberapa *bryophyte* merupakan endohidrat, dengan mekanisme transport air secara internal.

Rhizoid dari lumut endohydric *Polytrichum* telah terbukti mengambil air dari substrat, meskipun mekanisme pengambilan air ini mungkin lebih kecil dibandingkan dengan serapan di permukaan udara oleh tanaman. Pada lumut hati thalloid kompleks dari Marchantiales, rhizoid terlibat dalam pengambilan dan

pengangkutan air dari substrat. Lumut hati tersebut memiliki dua jenis rhizoid: yaitu *smoothwalled* rhizoid dan *tuberculosis* rhizoid. Rhizoids tersebut menebal membentuk bundel (seperti lumuttomenta) yang ada di sepanjang permukaan talus.

Selain gerakan eksternal tersebut, maka rhizoid juga berfungsi dalam mengalirkan air dalam dindingnya yang halus. Pada spesies *Conocephalum conicum* dan *C. japonicum*, pergerakan air dari rhizoid ke dalam thallus dilakukan oleh sel-sel yang ada pada permukaan ventral. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa rhizoid memiliki fungsi penting untuk transportasi air bagi kelas *Marchantiales*.

Rhizoid berperan aktif dalam pengambilan nutrisi anorganik di beragam spesies. Rhizoid dari spesies *Chara* tumbuh ke dalam substrat dan berperan penting sebagai penahan pada tumbuhan tersebut. Selain itu, rhizoid mengandung konsentrasi yang lebih tinggi terhadap nutrisi mineral dibandingkan nutrisi mineral dalam air bebas. Rhizoid juga berperan mengambil nitrat, amonium dan fosfat dari sedimen.

Namun belum dilaporkan peran rhizoid lumut hati dalam menyerap hara. Keunikannya adalah sering ditemui asosiasi mirip mikoriza dengan jamur yang kemudian secara substansial dapat meningkatkan penyerapan nutrisi dari dalam tanah. Proses pengambilan nutrisi oleh lumut juga belum ditemukan dengan baik, tetapi umumnya terdapat anggapan bahwa mayoritas lumut mendapatkan sebagian besar nutrisi dari proses pengendapan debu. Lumut yang tumbuh di tanah telah terbukti dapat memperoleh

nutrisi dari substrat meskipun belum ditunjukkan apakah hal tersebut merupakan serapan langsung oleh rhizoids atau transportasi eksternal nutrisi air tanah di atas permukaan tanaman ke bagian-bagian yang berdaun.

Meskipun bukti yang disampaikan tersebut menunjukkan perbedaan fungsi dari rhizoid, namun tampaknya akar rambut dan rhizoid memiliki fungsi yang serupa, meskipun mungkin tingkat keluasannya berbeda termasuk dalam spesies yang berbeda.

Rhizoid lumut berkembang di gametofit dan tidak seperti akar rambut maka rhizoid dari lumut hati dan lumut tanduk adalah multiseluler. Rambut akar dan rhizoid tersebut mungkin memiliki kesamaan fungsi dan model pertumbuhan serta perkembangan yang serupa. Namun, dapat dikatakan bahwa keduanya analog karena dihasilkan oleh fase yang berbeda dari siklus kehidupan tumbuhan yang berbeda pula.

Kemiripan antara rhizoid dan akar rambut bisa dikatakan merupakan hasil evolusi konvergen karena jenis sel keduanya memiliki fungsi yang serupa. Mekanisme perkembangan dalam memproduksi rhizoid sudah ada sejak awal pertumbuhan tanaman di darat dan mungkin didominasi oleh sporofit kemudian berkembang untuk menghasilkan akar rambut. Dengan demikian akan selalu timbul pertanyaan apakah rhizoid dan akar rambut merupakan 'alat perkembangan yang kuno' dari perkembangan gen?

Rhizoid yang terdapat pada lumut hati memiliki struktur daun yang terdiri atas 1 sel (uniseluler) dan berfungsi sebagai alat untuk melekatkan diri pada

substrat. Beberapa spesies yang lain memiliki 2 – 3 baris daun yang melekat pada batang, dan terbagi atas dua baris daun *dorsal* (lobe), satu baris daun *ventral* (*under leaf*) yang biasanya memiliki ukuran lebih kecil daripada daun dorsal, atau bahkan tidak ada (Desy Aristria Sulistyowati, 2014). Terdapat modifikasi bentuk daun pada beberapa spesies dengan struktur seperti cuping yang disebut *lobule*. *Lobule* ini merupakan perluasan daun yang memiliki fungsi tambahan yang bisa menangkap atau menampung air yang berada di bagian *ventral*.

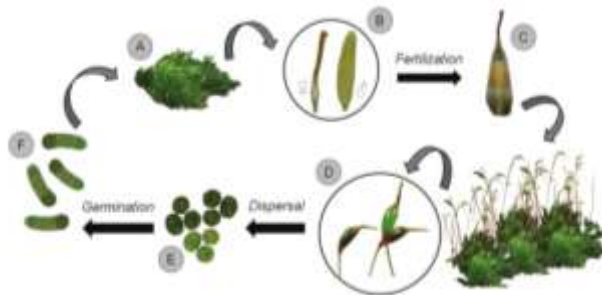
2.3. Siklus Hidup Bryophyta

Ukuran tubuh *bryophyta* relative kecil serta memiliki fase seksual yang disebut gametofit dalam siklus reproduksinya. Sedangkan struktur sporofit yang berperan untuk menghasilkan spora merupakan fase lanjutan dalam siklus reproduksinya. Sporofit berperan menghasilkan spora yang biasanya menempel pada struktur gametofit tumbuhan lumut tersebut.

Gametofit pada tumbuhan lumut berwarna hijau, berdaun (di semua lumut dan sebagian besar lumut hati) atau juga dapat berbentuk talus (pada beberapa lumut hati dan semua lumut tanduk). Gametangia tersebut tersusun oleh satu atau lebih lapisan sel yang steril dan membentuk dinding yang di dalamnya banyak mengandung gamet. Antheridium (gametangium jantan) menghasilkan banyak antherozoid atau spermatozoid, sedangkan archegonia

(gametangiumbetina) mengandung satu sel tunggal (oosphere atau telur).

Siklus hidup tumbuhan lumut tersebut menunjukkan pergiliran generasi yaitu gametofit, yaitu individu multiseluler dengan sel-selnya yang haploid dan generasi sporofit dengan individu multiselulernya dengan sel-sel yang diploid. Gametofit akan menghasilkan gamet haploid yang akan menyatu untuk membentuk zigot, dan kemudian zigot berkembang menjadi sporofit yang diploid. Pergiliran keturunan tersebut akan terus berlangsung saling menghasilkan untuk menunjang reproduksi selama kehidupan tumbuhan lumut.



Gambar 9. Pergiliran Keturunan Bryophyta. Gametofit (A) dengan daun semu yang menempel; gametofit jantan (*Antheridium*) yang menghasilkan sperma dan gametofit betina (*arkegonium*) yang menghasilkan sel telur (B); proses fertilisasi yang terjadi dalam arkegonium (C); sporofit yang menempel pada gametofit dengan sporogonium di bagian sporofit atas (D); Spora (E); dan Protonema yang merupakan hasil perkecambahan spora (F). (Sumber : (Xishuangbanna, Botanical, Pan, Academy, & Liu, 2014))

Di dalam siklus hidupnya kelompok tumbuhan lumut mempunyai dua generasi yaitu generasi gametofit dan generasi sporofit. Generasi gametofit meliputi *rhizoid*, batang dan daun. Pada bagian ujung batang biasanya akan dihasilkan *archegonium* (alat perkembangan betina) dan *antheridium* (alat perkembangbiakan jantan). Apabila telah terjadi pembuahan maka terbentuklah zygote yang akan membelah dan kemudian berkembang membentuk seta, kapsul (peristome, annulus, operculum) dan calyptra yang sering disebut sebagai generasi sporofit.

Di dalam kapsul, sel-sel induk spora (sporosit) berpisah secara meiosis, yang umumnya berasal dari tetrad spora haploid. Setelah matang, spora akan dilepaskan dari kapsul (sporangium) dan tersebar dengan bantuan angin. Spora yang jatuh pada media atau substrat yang cocok akan mengalami perkecambahan sehingga membentuk struktur yang disebut protonema. Protonema lumut akan berdiferensiasi menjadi *kloronema* (sel-sel dengan banyak kloroplas dan dinding *transversus*), *caulonema* (sel-sel dengan kloroplas berbentuk jarum dan dinding transversal miring) dan *rhizoid* (sel-sel coklat tanpa kloroplas dan dinding melintang miring) (Xishuangbanna et al., 2014).

Pergiliran keturunan (*metagenesis*) pada lumut mengalami dua fase kehidupan yaitu fase *sporofit* ($2n$) dan fase *gametofit* (n). Kedua fase tersebut akan bergabung menjadi satu struktur tubuh *bryophyte* dengan bagian bawah adalah gametofit dan bagian atas adalah sporofit. Struktur rhizoid melekat pada talus

yang terdiri dari satu atau beberapa lapisan sel, bercabang dichotomik atau dengan bentuk roset. Sedangkan *phyllids* melekat pada *caulid*, dan umumnya hijau, kecil dan hanya terdiri dari satu sel berlapis. Di lumut, *phyllids* umumnya memiliki daerah pusat tebal (dengan lebih dari satu lapisan sel) yang mirip dengan vena sentral di daun tanaman lain dan disebut *costa*. Sebaliknya, dalam lumut hati, *phyllids* disusun dalam tiga baris, atau jarang dalam dua atau empat, tetapi tidak memiliki *costa* sejati.

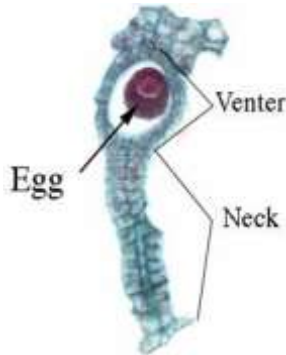
2.4. Organ Perkembangbiakan

Lumut memiliki dua alat perkembangbiakan (*gametangium*), yaitu *arkegonium* sebagai sel gamet betina, dan *anteridium* sebagai sel *gamet* jantan. Berdasarkan letak alat kelamin pada lumut dapat dibedakan menjadi dua yakni: Lumut berumah satu (*homotalus*) bisa terjadi apabila *anteridium* dan *arkegonium* dihasilkan oleh satu *gametofit* (satu individu lumut), dan lumut berumah dua (*heterotalus*) apabila keduanya dihasilkan oleh *gametofit* yang berbeda.

Gamet pada *bryophyte* berkembang dalam gametangium (gametangia) dengan gametangium jantan yang disebut sebagai *anteridium* serta gametangium betina yang disebut *arkegonium*. Alat perkembangbiakan jantan atau *anteridium* (gametangium jantan) berbentuk bulat seperti gada. Dindingnya seperti dinding *arkegonium* terdiri atas sel-sel selapis mandul. Didalamnya terdapat sejumlah besar sel *spermatozoid* berbentuk spiral pendek

sebagian besar terdiri atas inti dan dekat dengan depannya terdapat bulu cambuk.

Fase gametofit merupakan fase yang dominan dalam siklus hidup lumut dibandingkan dengan fase sporofitnya dan gamet-gamet dibentuk secara meiosis dalam gametangia multiselular yang disebut anteridium serta arkegonium. Pada lumut sporofit berumur pendek akan menghasilkan sporangium. Meskipun mampu melakukan fotosintesis sporofit menempel serta bergantung kepada gametofit. Hal ini disebabkan sporofit umumnya lebih kecil dengan daur hidup yang lebih pendek serta memiliki ketergantungan (parasitic) untuk pemenuhan air dan unsur hara yang dibutuhkan pada fase gametofitnya.



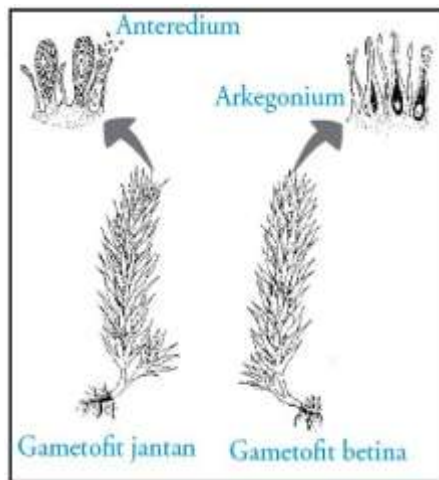
Gambar 10. Penampang melintang Struktur *arkegonium* tumbuhan lumut (Dana,2013)

Arkegonium (gametangium betina) bentuknya seperti botol dengan bagian lebar yang disebut perut, yang sempit disebut leher. Bagian perut maupun leher mempunyai dinding yang terdiri atas selapis sel. Pada bagian perut terdapat terdapat satu sel pusat yang besar, sebelum arkegonium masak (siap untuk dibuahi) membelah menjadi sel telur dan suatu sel

terdapat pada pangkal leher dan dinamakan saluran perut. Pada bagian leher di atas saluran perut terdapat saluran leher.

Anteridium menghasilkan sperma berflagel dan arkegonium menghasilkan satu sel telur (ovum). Sel telur dibuahi oleh sperma dalam arkegonium sehingga berkembang menjadi embrio yang terdapat dalam selubung pelindung organ betina.

Sporofit haploid melalui mekanisme pembelahan meiosis membentuk struktur yang disebut sporangium. Spora yang dihasilkan dalam sporangium memiliki struktur yang sangat kecil, haploid, dan biasanya terlindungi oleh *sopopollenin*, saat matang akan menyebar dan berkembang menjadi gametofit baru.



Gambar 11. Bagian Anteridium dan Arkegonium tumbuhan lumut (Bayu,2013).

Struktur *sporofit* (*sporogonium* atau badan penghasil spora), saprofit tubuh lumut terdiri dari: *vaginula*, *seta*, *apofisis*, *kaliptra*, *kolumela*. *Sporofit*

tumbuh pada *gametofit* menyerupai daun. *Gametofit* berbentuk seperti daun dan di bagian bawahnya terdapat *rizoid* yang berfungsi seperti akar. Jika sporofit tidak memproduksi spora, *gametofit* akan membentuk *anteridium* dan *arkegonium* untuk melakukan reproduksi seksual.

Sporofit pada lumut tidak memiliki akses langsung dengan permukaan tanah. Spora yang dihasilkan mempunyai selubung berkitin sebagai upaya menghindari kekeringan. Gamet jantan pada lumut berupa sperma dengan 2 flagela, untuk menuju sel telur sperma ini berenang dalam air. Oleh karena itu, untuk reproduksi seksualnya lumut selalu membutuhkan air.

Pada banyak lumut hati talus dan sporogonium tumbuh ke bawah atau horizontal, dan bukan mengarah ke atas seperti di *bryophytes* lainnya. Terlepas dari terdapatnya sporogonialumut hati yang horizontal maka lumut daun dan lumut tanduk sebaliknya memiliki pertumbuhan tumbuh ke atas. Pada *Sphagnum* dan *archidium*, ditemui juga sporogonium yang tidak memiliki seta. Kondisi tersebut yang menjadikan alasan mengapa tidak semua struktur bryofita berada pada fase diploid. Dengan demikian maka memang sporogonium di lumut, memang merupakan organ penghasil spora dan melakukan penyebaran dan bukan seperti sporofit dari tanaman berpembuluh, yang melakukan fungsi transportasi air dan nutrisi, termasuk penyerapan air dan nutrisi serta reproduksi (Taylor & Mcmanus, 2012).

Jika *arkegonium* telah masak dan sel telur siap dibuahi maka *arkegonium* membuka pada ujungnya serta sel-sel saluran leher dan sel saluran perut menjadi lender dan menghasilkan zat tertentu yang merupakan daya tarik kemotaksis bagi spermatozoid. Berdasarkan letak dari gametangianya, lumut dibedakan menjadi dua yaitu:

- 1) Jika anteridium dan *arkegonium* dalam satu individu tumbuhan lumut disebut **berumah satu (*monoesis*)**, contoh: **lumut daun (*Musci*)**.
- 2) Jika dalam satu individu hanya terdapat *anteridium* atau *arkegonium* saja tumbuhan lumut disebut berumah dua (*diesis*) contoh lumut hati (*Hepaticae*).

Proses fertilisasi yang terjadi pada *bryophyte* melalui pembuahan dari sperma pada sel telur akan menghasilkan embrio yang masih melekat dalam *arkegonium*. Oleh karena itu maka perkembangan embrio sangat tergantung pada nutrisi yang didapatkan oleh tanaman induk, terutama di fase-fase awal pertumbuhannya. Masuknya nutrisi untuk embrio yang baru terbentuk adalah melalui transfer nutrisi melalui saluran yang terbentuk diantara gametofit dan sporofit yang disebut sebagai plasenta. Embrio dan posterior sporofit, menerima air, mineral dan zat organik yang diperlukan untuk pengembangannya dari gametofit melalui saluran yang disebut plasenta.

Pada saat masak setiap *arkegonium* menghasilkan sebuah sel telur, sedangkan anteridium membentuk sel sperma berflagela dalam jumlah sangat banyak. Percikan air hujan membantu melepaskan sel

sperma dari anteridium. Air hujan juga merupakan medium yang memungkinkan sel sperma berenang menuju sel telur dalam arkegonium. Dengan bantuan air hujan sel sperma dapat menempuh jarak sampai setengah meter dari tempat asalnya. Setelah sel sperma mencapai arkegonium masak serta bertemu dengan sel telur terjadi proses fertilisasi. Zigot hasil fertilisasi selanjutnya akan berkembang membentuk embrio multiseluler yang merupakan sporofit. Gametofit menyediakan seluruh makanan serta air yang diperlukan dalam tahap awal perkembangan sporofit muda tersebut.

Struktur diploid dalam lumut tanduk berbeda dengan di lumut daun dan lumut hati. Pertama adalah dalam hal ukurannya yang relatif berada pada gametofit dan terbesar di antara kelas *bryophytes*. Rasio perbedaan besar sporofit dan gametofit mencapai hampir 1: 1. Kedua, struktur tersebut secara permanen melakukan proses fotosintesis dan juga transfer fotosintat dari sporofit ke gametofit. Ketiga, lumut tanduk memiliki *sporophyte* yang berumur panjang yaitu lebih dari sembilan (9) bulan, seperti pada spesies *anthoceros fusiformis*.

Kesimpulan

- Klasifikasi bryophyta adalah lumut hati (*hepaticae*), lumut tanduk (*anthocerotacea*) dan lumut daun (*musci*).
- Klasifikasi *bryophyta* didasarkan pada struktur tubuh dengan fase gametofit dan sporofit.
- Identifikasi *bryophytes* dilakukan dengan menggunakan karakteristik gametofit dan sporofit.
- Struktur tubuh tumbuhan lumut, dengan adanya bagian utama yaitu kapsul, seta, daun atau talus dan rhizoid.

Daftar Pustaka

- Budke, J. M., Goffinet, B., & Jones, C. S. (2011). A hundred-year-old question: Is the moss calyptra covered by a cuticle? A case study of *Funaria hygrometrica*. *Annals of Botany*, 107(8), 1279–1286. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr079>
- Desy Aristria Sulistyowati, L. K. P. dan E. W. (2014). Keanekaragaman Marchantiophyta Epifit Zona Montana di Kawasan Gunung Ungaran , Jawa Tengah Desy Aristria Sulistyowati , Lilih Khotim Perwati dan Erry Wiryani Abstrak, 16(1).
- Jones, V. A. S., & Dolan, L. (2012). The evolution of root hairs and rhizoids, 205–212. <https://doi.org/10.1093/aob/mcs136>
- Smith, A. J. E. (2001). *Mosses, liverworts and hornworts*.
- Taylor, A. B., & Mcmanus, H. A. (2012). Evolution of the life cycle in land plants, 50(February 2011), 171–194. <https://doi.org/10.1111/j.1759-6831.2012.00188.x>
- Xishuangbanna, C. L., Botanical, T., Pan, K., Academy, C., & Liu, C. (2014). *Reproductive Biological Characteristics of Dendrobium Species . Reproductive biology of plants*. <https://doi.org/10.1201/b16535-11>



Bab III

Peran Keberadaan Bryophyta

STANDART KOMPETENSI

Mahasiswa memahami peran keberadaan Bryophyta

KOMPETENSI DASAR

1. Mahasiswa mampu menjelaskan peran *bryophyte* bagi manusia khususnya dan bagi ekosistem umumnya
2. Mahasiswa mampu mendeskripsikan secara detail fungsi *bryophyte* dalam mendukung keseimbangan ekosistem
3. Mahasiswa mampu mendeskripsikan secara detail fungsi *bryophyte* dalam mendukung kehidupan manusia
4. Mahasiswa mampu membedakan peran *bryophyte* untuk keperluan industry dan untuk mendukung lingkungan

3.1. Lumut sebagai pendukung kehidupan organisme lain

Bryophyta atau tumbuhan lumut pada kebanyakan kultur masyarakat tradisional dapat berkembang sebagai salah satu jenis tanaman yang dapat dipergunakan untuk pengobatan. Dalam penggunaannya tumbuhan lumut ini dapat dicampur sebagai substansi pelengkap tanaman obat yang lain. Pada wilayah hutan hujan tropis, lumut berperan penting untuk meningkatkan kemampuan hutan dalam menahan keberadaan air (*water holding capacity*). Dengan kemampuan menahan airnya, maka lumut dapat menjadi media hidup bagi tumbuhan epifit seperti anggrek serta paku-pakuan. Secara alami pula kemampuan mengikat air oleh lumut akan mampu membantu biji yang tidak sengaja jatuh di atasnya untuk berkecambah dan tumbuh.

Bryophytes memiliki kapasitas retensi air yang tinggi karena strukturnya, dan cenderung paling berlimpah di daerah dengan tingkat kelembaban atmosfer yang tinggi dan tingkat penguapan yang rendah. Tumbuhan lumut dapat dengan cepat menyerap air dan melepaskannya secara perlahan ke lingkungan sekitarnya, dan karenanya, dapat berkontribusi pada retensi iklim mikro hutan lembab dan pengaturan aliran air. Mungkin yang lebih penting, lumut tersebut memungkinkan hutan untuk melepaskan air secara bertahap ke aliran air, sehingga mencegah banjir bandang, erosi, dan tanah longsor di wilayah hilir. Sifat retensi air rawa sangat mengesankan karena sifat serap lumut *Sphagnum*.



Gambar 1. Hamparan *Sphagnum* di lantai hutan hujan

Sphagnum merupakan tanaman terpenting dalam rawa dan dalam formasi gambut, yaitu sisa-sisa terkompresi dari tanaman vaskular dan non-vaskular (terutama *bryophytes*, yaitu *Sphagnum*). Lahan gambut yang luas dan dalam di zona beriklim sedang dan sub-Arktik diperkirakan mencakup 1% dari permukaan dunia. Kondisi gambut setebal 1,5 meter mungkin membutuhkan waktu sekitar 6.000 tahun untuk terakumulasi, dan saat ini, banyak lahan gambut yang menjadi sasaran eksploitasi manusia.

Lahan gambut diakui sebagai penyerap karbon dan oleh karena itu, penting bagi mereka untuk tetap tidak terganggu. Kegiatan manusia, termasuk drainase, pemupukan, dan budidaya lahan gambut, dapat meningkatkan jumlah karbon dioksida yang dilepaskan dari gambut, karena peningkatan aktivitas mikrobiologi.

Bryophytes juga merupakan komponen penting bagi banyak vegetasi di banyak wilayah di dunia. Tumbuhan tersebut memainkan peran penting dalam menjaga keanekaragaman hayati di hutan basah, lahan basah, gunung, dan ekosistem tundra. Di hutan subtropis, misalnya, *bryofita* membentuk komunitas campuran yang luas dan berkontribusi secara signifikan terhadap struktur komunitas dan fungsi ekosistem. Di daerah Arktik, bryofita penting dalam mempertahankan permafrost sementara lahan gambut yang kaya akan bryofita adalah penyerap karbon yang penting di zona Arktik dan subtropik. *Bryophytes* sering mendominasi (atau mendominasi bersama lumut) dalam menyeimbangkan kondisi lingkungan, seperti pertemuan puncak gunung yang terbuka, komunitas aliran pedalaman, dan lingkungan beracun (misalnya, tanah yang kaya dengan logam berat), yang mana sebagian besar tanaman vaskular tidak dapat melakukan tugas tersebut dengan sukses.

Kemampuan lumut untuk mengikat air dengan lebih baik, mampu menjaga kelembaban lingkungan sehingga tumbuhan lain dapat hidup dengan baik. Disampaikan oleh (Barat et al., 2014), bahwa anggrek dapat berkembang dengan baik karena ada lumut yang menopang kebutuhan nutrisi dan air bagi perkembangan hidupnya. Manfaat keberadaan lumut sebagai penjaga kelembaban atmosfer terutama adalah untuk menyimpan air yang sekaligus akan menjaga keseimbangan air dalam hutan. Keberadaan air dalam struktur lumut dapat dibuktikan dengan cara yang sederhana yaitu dengan memeras lumut secara

langsung menggunakan tangan untuk melihat kandungan air yang terkandung. Biasanya hasil air yang didapatkan dari perasan lumut tersebut akan seimbang dengan kondisi ukuran dan besar lumut.

Karena air diperlukan untuk pertumbuhan dan reproduksi seksual, *bryofita* terbatas terutama ke tempat-tempat di mana air tersedia untuk musim tumbuh. Dalam banyak bryophytes, dormansi memungkinkan kelangsungan hidup selama musim kemarau; yang lain tidak toleran terhadap pengeringan yang panjang. *Bryophytes* cenderung paling melimpah dan subur di iklim lembab dan keragamannya akan sesuai dengan keragaman habitat.

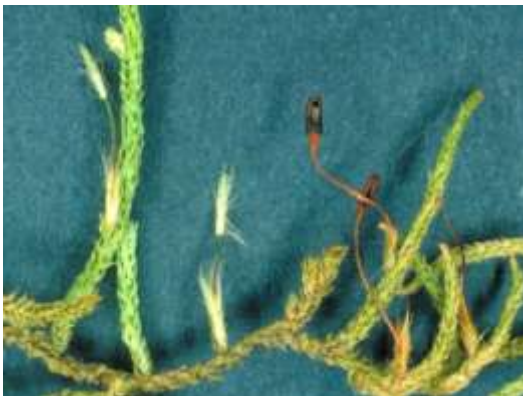
Bryophytes sangat rentan terhadap gangguan. Hancurnya vegetasi tanaman biji menyebabkan hilangnya spesies yang bergantung pada vegetasi tersebut untuk berteduh. Kelangsungan hidup vegetasi tanaman benih juga terkait erat dengan vegetasi bryofita karena penting dalam mempertahankan kelembaban tanah, daur ulang nutrisi, dan kelangsungan hidup bibit, serta untuk menyediakan habitat bagi organisme lain yang penting untuk kesehatan vegetasi (Smith, 2001).

Tumbuhan lumut juga bagian dari tumbuhan yang memiliki zat hijau. Layaknya tumbuhan lain, lumut juga melakukan fotosintesis. Hasil dari fotosintesis ini salah satunya adalah menghasilkan manfaat oksigen bagi manusia dan organisme disekitarnya.

Komunitas *bryophyte* juga sangat penting untuk kelangsungan hidup berbagai organisme lain, termasuk serangga, lipan, dan cacing tanah. Banyak *arthropoda*,

seperti *acarinae* dan *collembola*, dan *tardigrades*, tergantung pada lumut daun dan lumut hati sebagai habitat, atau sebagai sumber makanan. Kapsul penghasil spora yang kaya nutrisi sangat cocok untuk beberapa serangga, dan moluska seperti siput. *Bryophytes* juga merupakan sumber makanan untuk burung dan mamalia di lingkungan yang dingin, dan dimakan oleh rusa, angsa, bebek, domba, sapi, dan hewan pengerat lainnya.

Bryophytes mungkin juga penting sebagai bahan bersarang untuk burung atau bertindak sebagai habitat pelindung bagi amfibi. Misalnya, di hutan pegunungan tropis, khususnya *Papillaria*, *Floribundaria*, *Meteorium*, dan *Squamidium*, dan sejumlah lumut hati (misalnya, *Frullania* dan *Plagiochila*) digunakan dalam konstruksi sarang. *Bryophytes* juga menyediakan substrat yang cocok untuk ganggang biru-hijau (*cyanobacteria*); spesies ini memperbaiki nitrogen dari udara menjadi senyawa nitrogen padat yang kemudian dapat dipergunakan oleh tanaman yang lain.



Gambar 2.
Papillaria, jenis lumut yang biasa dipergunakan sebagai sarang untuk hewan



Gambar 3.
Floribundaria, jenis lumut yang biasa digunakan sebagai sarang untuk hewan

Lapisan bryofita yang padat juga dapat berfungsi sebagai substrat untuk tanaman lain, seperti anggrek kecil atau pakis, dan menawarkan perlindungan bagi hewan kecil (katak, kadal, siput, *arthropoda*, dll.). Lingkungan lembap yang diciptakan oleh bryofita juga menguntungkan pembentukan dan pertumbuhan banyak mikroorganisme, seperti *cyanobacteria* pengikat nitrogen. Telah ditunjukkan bahwa jumlah nitrogen yang menempel pada daun yang hidup oleh *cyanobacteria*, tergantung pada kerapatan penutup lumut hati *epiphyllous* yang tumbuh di daun ini. Lumut hati dan lumut tanduk, dan juga lumut daun, dapat digunakan sebagai bio-indikator. Karena tumbuhan lumut tersebut tidak memiliki kutikula pelindung seperti tanaman berbunga, *bryophytes* cukup sensitif terhadap perubahan kelembaban lingkungan, dan indikator efisien perubahan kecil atau gangguan dalam ekosistem. Dengan memetakan distribusi spesies bryophyte sensitif, penilaian dapat dilakukan terhadap kualitas lingkungan. Bryophytes juga dapat menyerap polutan

melalui permukaan daun atau thallus, dan mengumpulkan ini di dalam sel. Dengan mengukur dan memetakan akumulasi lumut, kehadiran dan maka konsentrasi polutan-polutan ini di lingkungan dapat ditentukan.

3.2. *Bryophyte* dengan kolonisasi, stabilisasi tanah, akumulasi humus dan komersialisasi.

Lumut sering merupakan tumbuhan pertama yang menjelajah dan menghuni tanah yang baru saja terbuka, bebatuan telanjang, dan permukaan abiotik lainnya. Dengan demikian *bryophyte* tersebut penting dalam menstabilkan kerak tanah, baik di habitat yang baru terbentuk dan ada, seperti tebing curam di hutan. *Bryophyte* juga berharga dalam mengendalikan erosi dan mengatur siklus air dalam suatu ekosistem. Di hutan semi-kering, *bryophyte* memainkan peran penting sebagai penjajah dan penstabil tanah di daerah di mana kondisi permukaan tanah telah menurun sebagai akibat dari peningkatan infiltrasi. Di kanopi pohon di hutan tropis, di mana tanah sering kekurangan lapisan humus dan miskin nutrisi, *bryofita* juga membantu dalam akumulasi humus pada cabang dan ranting. Humus epifit yang terakumulasi oleh *bryofita* dapat berjumlah sebanyak 2,5 ton / ha materi kering di hutan tropis elfin di Afrika Timur (Smith, 2001).

Spagnum, yang membentuk gambut telah dieksploitasi secara komersial selama lebih dari 150 tahun baik sebagai sumber bahan bakar dan sebagai aditif tanah. Penggunaan gambut untuk bahan bakar

telah meningkat di banyak negara, dan sekarang lebih murah untuk mengeksploitasi gambut daripada mengimpor bahan bakar mentah mahal lainnya. Irlandia adalah contoh utama kondisi tersebut, di mana lahan gambut telah dieksploitasi dalam skala besar dan habitat lahan gambut telah berkurang secara dramatis di negara tersebut. Karena sifat menyimpan air dari *Sphagnum* (komponen utama dari gambut, menahan hingga 20 kali beratnya sendiri), maka gambut juga sangat dihargai sebagai penyeimbang tanah dan media tanam bagi tanaman lainnya.

Komersialisasi *Sphagnum* juga telah digunakan sebagai agen penyaringan dan penyerapan efektif untuk pengolahan air limbah dari pabrik dengan pembuangan asam dan beracun yang mengandung logam berat, termasuk zat organik seperti minyak, detergen, dan zat warna, dan mikroorganisme. Gambut juga dapat digunakan sebagai agen penyerap untuk tumpahan minyak dan sebagai agen penyaringan untuk air limbah berminyak di pabrik-pabrik minyak nabati.

Sifat *Sphagnum* yang memiliki tekstur lembut, berguna sebagai bahan pengemas saat mengirim produk seperti sayuran dan bunga segar. Penggunaan *bryophytes* lainnya adalah *Sphagnum* pada popok bayi (karena sifat absorptifnya), *Polytrichum* sebagai isian di bantal, dan lumut daun sebagai hiasan, khususnya dalam kostum seremonial masyarakat adat. Lumut juga sering digunakan sebagai penghias di bagian atas pot bunga untuk mencegah pengeringan tanah yang mendasari. Di Filipina, telur di peternakan buaya ditempatkan dalam inkubator yang ditutupi dengan

lumut *Sphagnum* karena dipercaya bahwa lumut gambut adalah bahan yang efektif untuk memastikan telur tetap pada suhu yang dibutuhkan.

Beberapa spesies lumut sangat terkait dengan keberadaan substrat yang berkapur (misalnya, *tortella tortuosa*), sementara spesies lainnya hanya dapat tumbuh di tanah asam (misal, *Racomitrium lanuginosum*). Demikian juga telah ditemukan spesies lumut yang terkait erat dengan keberadaan mineral atau logam tertentu seperti bijih tembaga. Berdasarkan kondisi tersebut, *Bryophytes* dapat membantu dalam prospek *geobotanical* sekaligus sebagai indikator ekologi yang berguna untuk pekerjaan survei botani, dan mampu mengungkapkan perubahan substrat yang halus.



Gambar 4.

Spesies *tortella tortuosa*, yang hidup pada substrat berkapur



Gambar 5.

Spesies *racomitrium lanuginosum* yang hanya dapat tumbuh di tanah asam

Lumut hati dan lumut tanduk, seperti lumut, termasuk di antara penjajah pertama substrat telanjang dan dapat memainkan bagian penting dalam perkembangan tanah. Di habitat yang sejuk dan basah seperti di hutan awan pegunungan tropis, mereka dapat menghasilkan sejumlah besar biomassa. Lapisan tebal bryofita pada pohon dan tanah dapat menyerap air hujan dalam jumlah besar dan memainkan peran penting dalam keseimbangan air dan siklus nutrisi hutan. Hingga 20-40% dari curah hujan ditangkap oleh bryofita di hutan awan tropis ini. Bagian dari air menguap kembali ke atmosfer, sedangkan kelebihan menetes secara berangsur-angsur menuruni batang atau bebas ke tanah. Dengan menahan air hujan, lapisan bryofita berfungsi sebagai reservoir air, mencegah air mengalir langsung ke sungai dan sungai(Gradstein, 2017).

3.3. Lumut sebagai bahan obat, antibiotic, antimikroba dan penahan rasa sakit.

Orang Amerika Utara India telah menggunakan berbagai *bryofita* sebagai obat-obatan herbal dan orang Cina masih menggunakan beberapa spesies untuk pengobatan penyakit kardio-vaskular, bisul, eksim, luka, gigitan, luka, dan luka bakar. Analisis kimia telah mengungkapkan bahwa kebanyakan *bryofita*, termasuk *Sphagnum*, memiliki sifat antibiotik. Ekstrak dari banyak spesies lumut dan lumut hati ternyata mengandung senyawa fenolik yang mampu menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri patogen. *Sphagnum* kering, dipergunakan perban bedah yang sangat baik karena sifatnya yang menyerap (menyerap

lebih banyak cairan daripada kapas), dan kemampuannya untuk mencegah infeksi. Manfaat lumut tersebutlah yang digunakan secara luas selama Perang Dunia I.

Dalam beberapa penelitian jugaditemukan bahwa gambut memiliki efek perlambatan pada pertumbuhan kultur jaringan kanker manusia. Banyak *bryophytes*, terutama lumut hati, mengandung zat aktif biologis dan penelitian di Amerika Serikat pada sifat anti-kanker *bryophytes* telah bermanfaat.

Lumut juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan yang dapat mendukung kehidupan manusia. Jenis tumbuhan lumut yang sering digunakan sebagai bahan obat-obatan adalah lumut daun dan lumut hati. Jenis lumut ini, bisa dijadikan obat untuk membantu kesehatan manusia seperti :

- a. Sebagai bahan pembuat obat kulit, hal ini pertama kali dilakukan di negara china, dimana pada zaman dahulu lumut dijadikan masyarakat china untuk membuat ramuan tradisional untuk mengatasi penyakit kulit.
- b. Obat hepatitis, penyakit yang menyerang hati seperti hepatitis juga bisa diobati dengan obat yang terbuat dari lumut jenis *Marchantia polymorpha*.
- c. Sebagai obat antiseptic, lumut juga digunakan sebagai zat antiseptic yang membantu membunuh kuman. Zat antiseptic sering dijumpai dalam pembuatan sabun kesehatan dan juga obat kumur pembersih. Jenis lumut yang digunakan dalam pembuatan antiseptic adalah lumut *Frullania tamaricis* (7).

Jenis lumut seperti *Marchantia polymorpha*, *Marchantia stemanii* Bischler, *Marchantia geminate*, *Marchantia paleaceae* adalah jenis-jenis lumut yang digunakan dalam pengobatan tradisional telah lama diterapkan di Cina, Eropa dan Amerika Utara. Jenis-jenis lumut tersebut dapat dicermati ciri tubuh dan identifikasinya sebagai berikut.

a. Kelompok *Marchantia* sp.

Marchantia polymorpha



Klasifikasi:

Kingdom : Plantae – Plants
Division : Bryophyta – Mosses
Subdivision : Hepaticae
Subdivision : Hepaticae
Class : Hepaticopsida – True mosses
Species : *Marchantia olymorpha*
Order : Marchantiales
Family : Marchantiaceae
Genus : *Marchantia*
Species : *Marchantia olymorpha*

Berbentuk lembaran-lembaran dengan daun yang berwarna hijau dan bagian-bagian tepinya berlekuk seperti kuping, lumut ini tumbuh menggerombol dan tingginya hanya beberapa sentimeter. Rhizoid yang berada di bawah permukaan daunnya berfungsi untuk mengumpulkan zat hara dari tanah. Hanya terdiri atas rhizoid dan thalus, biasanya tersusun berkelompok (*cluster*).

Marchantia polaceae



Klasifikasi:

- Kingdom : Plantae – Plants
- Division : Bryophyta – Mosses
- Subdivision : Hepaticae
- Class : Hepaticopsida – True mosses
- Order : Marchantiales
- Family : Marchantiaceae
- Genus : Marchantia
- Species : *Marchantia polaceae*

Reboulia hemisphaerica (L.) Raddi



Klasifikasi:

- Kingdom : Plantae – Plants
- Division : Bryophyta – Mosses
- Subdivision : Hepatiaceae
- Class : Hepaticopsida – True mosses
- Order : Marchantiales
- Family : Aytoniaceae
- Genus : *Reboulia*
- Species : *Reboulia hemisphaerica* (L.) Raddi

Lumut ini termasuk ke dalam lumut hati berthalus. Sering terlihat di tempat-tempat yang basah dan sangat lembab, misalnya di sepanjang aliran sungai, gunung atau bukit yang memiliki suhu yang dingin. Umumnya tumbuhan epifit di batu atau terrestrial diatas permukaan tanah. Struktur tubuh gametofitnya hanya terdiri atas rhizoid dan thalus.

Rhizoid membantu melekatkan thalus di atas substrat, biasanya tersusun berkelompok (*cluster*). Thalusnya melebar, berwarna hijau terang sampai hijau tua.

b. Kelompok Musci

Pogonatum neesii (C.Mull.) Dozy



Klasifikasi:

Kingdom : Plantae – Plants
Division : Bryophyta – Mosses
Subdivision : Musci
Class : Bryopsida – True mosses
Subclass : Bryidae
Order : Bryales
Family : Pogonataceae
Genus : Pogonatum
Species : *Pogonatum neesii* (C.Mull). Dozy

Lumut ini tumbuh tegak di atas tanah, dan umumnya terrestrial. Tumbuh di tanah dengan campuran pasir dan cadas. Daunnya linear memanjang, ujungnya runcing, dengan tepi bergigi. Penyebarab cukup luas banyak ditemui di alam. Banyak digunakan sebagai penghias taman.

c. Kelompok *Anthocerotae*

Phaeoceros laevis (L.) Prosk.



Klasifikasi:

Division : Bryophyta – Mosses
Kingdom : Plantae – Plants
Class : Anthocerotopsida – True mosses
Order : Notothyladales
Family : Notothyladaceae
Genus : Phaeoceros
Species : *Phaeoceros laevis* (L.) Prosk.

Lumut ini termasuk ke dalam lumut tanduk. Umumnya di tempat yang lembab di atas tanah. Thalusnya membentuk *cluster*, percabangan menggarpu, dan thalus tidak memiliki midrib. Memiliki sporofit berbentuk seperti tanduk. Kapsul memanjang silindris, tegak lurus terhadap thalus. Ujung kapsul ketika matang akan membelah dua bagian.

3.4. Kandungan zat antibakteria di dalam lumut dan cara kerjanya

Newby (2006) menyatakan bahwa telah lama golongan lumut jenis *Marchantia* diantaranya *Marchantia polymorpha* dilaporkan sebagai tumbuhan gulma di wilayah dingin Amerika bagian utara. Pertumbuhannya yang pesat mengganggu penyerapan nutrisi beberapa bibit tumbuhan pertanian. Sampai saat ini penggunaan herbisida belum cukup efektif digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan dari lumut ini. Dengan temperature optimum pertumbuhan 18 – 22 °C dan ketersediaan sumber Nitrogen yang berlimpah, akan meningkatkan pertumbuhan dari lumut secara signifikan. Pertumbuhan mungkin akan diperlambat jika kadar Nitrogen lebih rendah dari 75 bagian per juta (*ppm*).

Kemudahan untuk memperoleh nutrisi dan unsur-unsur hara juga sebagai salah satu pemicu meningkatnya pertumbuhan dari jenis lumut ini. Nutrisi yang digunakan dalam pertumbuhannya dapat diperoleh diantaranya dari tanah air, sungai, debu yang

terbawa dari udara, air hujan, dan sampah atau kotoran. Termasuk juga beberapa mineral seperti Mn, Cu, Zn, Mo, Ni, Cl, dan Bo. Kebanyakan mineral ini tersedia berlimpah dan mudah didapat di alam.

Metabolit sekunder digambarkan sebagai unsur dengan bobot dengan molekul rendah bukan merupakan produk dari metabolit primer dari pathway organisme. telah diketahui sebelumnya bahwa ini tidak berfungsi dalam fungsi primer organisme. Beberapa pendapat berlawanan, sekarang ini dipertimbangkan bahwa sel dalam memproduksi metabolis sekunder telah diketahui dapat memberikan keuntungan bagi organisme tertentu melawan organisme lain dalam pertumbuhannya. Faktanya, metabolis sekunder merupakan bagian dari produksi sel berfungsi dalam menghambat organisme lain dalam mendapatkan keperluan nutrisi atau sebagai proses regulator seluler (Berdy 2005).

Metabolit sekunder tumbuhan disintesis hanya dari beberapa precursor pada pathway dalam sejumlah kecil reaksi pada cabang dari jumlah reaksi yang terbatas dari metabolisme primer. Keragaman struktur tersebut mencerminkan variasi dari aktivitas biologi, diantaranya sebagai penghambat kerja enzim-enzim, sebagai anti tumor, immunosuppressive, dan bahan antiparasit. Metabolit sekunder telah lama digunakan dibidang kedokteran dan pertanian, sekitar 100.000 metabolit sekunder dari berat molekul rendah yang diteliti, 2500 jenisnya telah diketahui fungsinya dan sekitar 50.000 berasal dari mikroba dan hanya sebagian kecil berasal dari tumbuhan (Berdy 2005).

Metabolit sekunder sangat berperan penting karena aktivitasnya sebagai antimikroba tapi terlepas dari aktivitas ini metabolit sekunder menguasai aktivitas pharmacological dalam bidang medis. Beberapa diantaranya bersifat karsiogenik sehingga menyebabkan kanker. Umumnya senyawa-senyawa antikanker sintetik yang digunakan adalah mitramycin, bleomycin, daunomycin, dan Adriamycin. Karakteristik lainnya adalah sebagai anabolic, anesthetic, antikoagulan, antiinflamasi, immunosuppressant (*cyclosporine* dan *tracrolimus*), antihemolitik, hipokolesterolemik (statin) dan vasodilator (Berdy 2005).

Penggunaan senyawa antimikroba khususnya yang alami secara umum mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Senyawa anti mikroba yang terkandung dalam berbagai jenis ekstrak tumbuhan diketahui dapat menghambat beberapa patogen maupun pembusuk (Branen 1993). Senyawa antimikroba berasal dari bagian tumbuhan, seperti bunga, biji, buah, rimpang, batang, daun, dan umbi serta tumbuhan lumut *marchantia polymorpha*.

Tabel 1 Senyawa-senwa anti mikroba dari tumbuhan maupun lumut.

Kelas	Subkelas	Contoh	Mekanisme
Fenolik	Fenolik Sederhana	Catechol Epicatechin	Mengikat subrtat dan merusak membran sel.
	Asam fenolik Quinon	Asam cinamic Hypericin	Mengikat adhesion kompleks pada dinding sel, inaktif enzim.

Kelas	Subkelas	Contoh	Mekanisme
	Flavonoid Flavon	Chrysin Abyssinone	Mengikat adhesin kompleks pada dinding sel, inaktif enzim. Menghambat enzim reverse transcriptase.
	Flavonol Tanin	Totarol Ellagitannin	Mengikat Protein. Mengikat pada adhesin. Menghambat enzim. Mengikat substrat. Menggangu kompleks dinding sel. Merusak Membran sel. Metal ion complexation.
	Coumarin	Warfarin	Interaksi dengan DNA eukariotik.
Terpenoid, esensial oil.		Capsaicin	Merusak Membran sel.
Alkaloid		Berberine Piperine	Menggangu sintesis DNA dan dinding sel.
Lectin dan polipeptida		Manose-spesifik agglutinin Fabatin	Block viral fusion atau adsorpsi.
Polyacetylen		8S-Heptadeca-2(Z), 9(Z)-diene-4,6-dyne-1,8-diol	

Tabel 1 dapat kita simpulkan bahwa potensi dari komponen aktif pada lumut hati umumnya ekstrak dari lumut hati mengandung *isoflavonoid*, *flavonoid* dan *bioflavonoid* yang efektif menghambat mikroorganisme. Senyawa terpenoid dan fenolik serta unsur-unsur yang mudah menguap terdapat pada beberapa jenis lumut (Ilhan *et al.* 2006). Aktivitas antibakteri, antiparasit, dan antivirus juga diketahui pada beberapa hepaticae dan ekstrak beberapa jenis musci. Banyak penelitian isolasi, identifikasi dan penemuan struktur kimia telah dilakukan pada molekul-molekul yang berpotensi terhadap sifat karakteristik aktivitasnya. Sifat substansi aktif dari *Atricum*, *Dicranum*, *Mnium*, *Polytrichum* dan *Spagnum* spp. telah diketahui sebagai senyawa polifenolik. Molekul seperti marchantin A, asam lemak cyclopetanol dan beberapa precursor ditemukan mempunyai aktivitas antimikroba (Basile *et al.* 1998).

Beberapa senyawa yang diekstrak dari lumut berpotensi sebagai senyawa antimikroba di antaranya senyawa polisiklik aromatic hidrokarbon (PAHs), *hipnogenol*, *bioflavonoid*, *dihidroflavonoid* dari lumut *hypnum cumpressiforme*. Flavonoid C-glikosida dan flavonoid jenis lainya juga terdapat pada *mnium undulatum* (Dulger *et al.* 2005). Unsur utama pada *Marchantia convolute* adalah flavonoid, terpenoid dan steroid. Flavonoid yang berasal dari *M. convoluta* sebagian besar terdiri dari quercetin, luteolin, apigenin, dan *O*- dan *C*-glycosida. Sangatkuat menghambat *colibacilus*, *bacillus*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus enteridis*, *hemolytic Streptococci type B*,

Diplococcus pneumonia serta mempunyai zat antibiotic, antiinflammatory dan pengaruh-pengaruh diuretic pada tikus (Xiao et al. 2006).

Komponen utama esensial oil yang diidentifikasi dari ekstraksi *Marchantia convulata* secara Supercritical Fluid Extraction (SFE) diantaranya adalah *benzothiazole* (11.82%), *2-ethylhexanoic acid* (9.82%), *4-ethylphenoxybenzene* (8.99), *acetic acid octadecyl ester* (8.82%), *4-cyanothiopenol* (5.49%), *cedrol* (4.60%), *9,12-octadecanoic acid ethyl ester* (3.25%), *2(3H)-benzothiazolone* (2.79%), *octadecanoic acid ethyl ester* (2.39%), *n-hexadecanoic acid* (2.08%), *1,1'-(3-methyl-1-propene-1,3-diyl) bis-benzene* (2.07%). Kandungan total asam organik ester 32.19% (Xiao et al. 2007)

Senyawa-senyawa aktif yang ditemukan pada lumut memiliki beragam aktivitas biologi. Dua diantaranya mempunyai aktivitas *Plagiochasma japonica* dan aktivitas anticapang dan antimikroba. pada *Marchantia tosona* (Lahlou et al. 2000). Ekstrak methanol dari *Plagiachasma commutate* mempunyai potensi aktivitas antibakteri secara in vitro terhadap 5 bakteri yang diujikan, sedangkan pelarut aseton mempunyai aktivitas antibakteri yang lebih luas lagi terhadap 9 bakteri yang diujikan. Ini diperkuat oleh penelitian Cobianchi et al. (1998) yang melaporkan bahwa ekstrak dari beberapa lumut menunjukkan aktifitas antifungi.

Aktivitas antibakteri dari lumut terhadap bakteri gram negative telah dikemukakan dalam beberapa studi antara lain: ekstrak *eptodictyum*

riparium mempunyai kemampuan menghambat gram negative daripada bakteri gram positif, ekstrak juga mampu menghambat bakteri resisten antibiotik seperti *P. aeruginosa*. Ini perlu dipertimbangkan sejak antibiotik konvensional secara reguler lebih aktif terhadap bakteri gram positif daripada negative.

Ada delapan jenis lumut yang mempunyai ekstrak methanol yaitu *Grimmia Pulvinata*, *Tortula subulata*, *Wisia controversa*, *Leucodon ciuroides*, *Hypnum cupressiforme*, *Homalothecium sericium*, *Neckera complanata*, dan *Mnium undulatum* yang berasal dari Turki menunjukkan potensi aktivitas antimikroba yang besar terhadap bakteri gram negative dan positif. Mikroorganisme yang paling sensitive diperlihatkan oleh *B. subtilis* dan *P. aeruginosa*, sedangkan terhadap kapang uji *Candida Albicans*, *Rhodotorulla rubra* dan *Kluyveromyces fragilis* menunjukkan aktifitas yang rendah. Senyawa-senyawa fenolik dari *Marchantia polymorpha* sejumlah besar dikarakteristik alam dalam bentuk lipofilik dan hidrofilik, termasuk flavon-flavon glikosida yang diekstrak dengan menggunakan pelarut methanol (Adam & Beckert 1994).

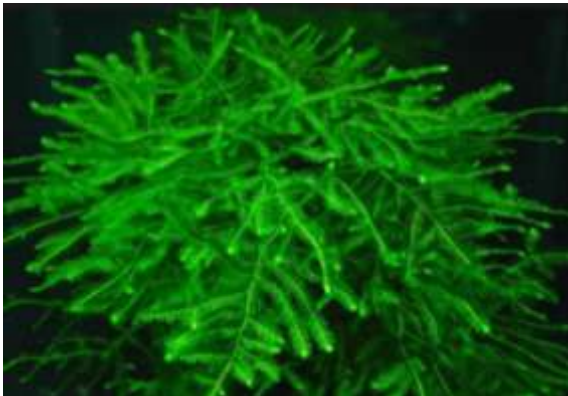
3.5. Lumut sebagai Tumbuhan Pioner

Sebagian dari spesies lumut juga memiliki kemampuan sebagai tumbuhan pioner atau tumbuhan perintis. Dalam konteks ini dibuktikan dengan kemampuan beberapa spesies lumut untuk tumbuh pada lahan marginal, lahan yang sudah tidak sehat karena adanya penebangan liar atau proses

industry, dan juga di awal terjadinya suksesi. Akan tetapi, kondisi lumut yang tumbuh disana tidak sesubur dengan kondisi lumut yang tumbuh yang tumbuh pada pohon yang masih baik dan kelembapan suhunya masih terjaga baik. Jenis lumut yang biasa tumbuh pada pohon yang sudah lapuk dan mati adalah jenis lumut *floribundaria* dan *vesicularia*, kedua jenis lumut tersebut termasuk dalam kelas *musie* (1).



Gambar 1.
floribundaria



Gambar 2.
vesicularia

Keanekaragaman hayati Indonesia merupakan harta karun yang tidak ternilai harganya bagi bangsa Indonesia yang harus terus dilestarikan dan dimanfaatkan secara arif dan bijaksana agar tidak mengalami kepunahan (Putra, 2005). Jenis tumbuhan di Indonesia diperkirakan mencapai sekitar 25.000 jenis atau lebih dari 10% jenis flora dunia. Jumlah jenis lumut dan ganggang adalah \pm 35.000 jenis, 40% di antaranya merupakan jenis yang endemik atau hanya terdapat di Indonesia saja (Husna, 2008). Namun, informasi tersebut masih belum diketahui secara mendalam sehingga pengetahuan mengenai lumut di Indonesia masih kurang (Damayanti, 2006).

Lumut (Bryophyta) merupakan tumbuhan tingkat rendah yang umumnya menyukai tempat-tempat yang basah dan lembab di dataran rendah sampai dataran tinggi, seperti di dinding tembok dan bangunan-bangunan (Anonim, 2008^a). Tumbuhan ini sering disebut sebagai tumbuhan pionir atau tumbuhan perintis. Lumut merupakan tumbuhan pertama yang tumbuh ketika awal suksesi pada lahan yang rusak atau daerah dengan sedikit nutrisi. Setelah lahan ditumbuhi lumut, lahan tersebut akan menjadi media yang cocok untuk perkecambahan dan pertumbuhan tumbuhan lainnya (Damayanti, 2006).

Keanekaragaman jenis tumbuhan lumut dapat dilihat melalui ciri morfologi dan kandungan senyawa metabolit sekunder. Morfologi tumbuhan mempelajari bentuk dan susunan tubuh tumbuhan (Tjitrosoepomo, 1986). Morfologi tumbuhan tidak hanya menguraikan bentuk dan susunan tubuh tumbuhan saja, tetapi juga

berfungsi untuk menentukan apakah fungsi masing-masing bagian itu dalam kehidupan tumbuhan dan selanjutnya juga berusaha mengetahui dari mana asal bentuk dan susunan tubuh tersebut. Selain itu morfologi harus pula dapat memberikan jawaban atas pertanyaan mengapa bagian-bagian tubuh tumbuhan mempunyai bentuk dan susunan yang beraneka ragam itu (Tjitrosoepomo, 1986).

Keanekaragaman jenis lumut yang dilihat berdasarkan ciri kandungan senyawa metabolit sekunder dapat digunakan sebagai penjelasan atau untuk penegasan dalam mempelajari taksonomi tumbuhan dan ada kalanya dapat juga digunakan sebagai alat koreksi dalam usaha penataan suatu sistem klasifikasi (Sutarjadi, 1980). Takhtajan (1973) berpendapat pula bahwa hadir tidaknya metabolit sekunder yang khas, perbandingan ciri-ciri struktur dan lintas biosintesis senyawa tersebut dapat digunakan sebagai ciri taksonomi ketika ciri taksonomi yang lain sukar digunakan untuk pemindahan status taksonomi antara dua familia atau dua genus yang berhubungan.

3.6. Lumut sebagai penyeimbang ekosistem

Lumut merupakan salah satu bagian penyokong keanekaragaman flora. Secara ekologis lumut (*Bryophyta*) berperan penting di dalam fungsi ekosistem. Seperti lahan gambut sangat tergantung pada lapisan atau tutupan lumut. Sehingga keberadaan lumut sebagai penutup permukaan tanah juga memeengaruhi produktivitas, dekomposisi serta

pertumbuhan komunitas di hutan (Saw dan Goffinet, 2000).

Tumbuhan lumut ini juga memiliki peran penting dalam keseimbangan ekosistem karena kemampuannya. Tanah yang ditumbuhi lumut akan memiliki kondisi kelembaban yang terjaga sehingga mempercepat proses siklus terbentuknya nutrisi yang dapat dipergunakan oleh tumbuhan yang lainnya. Di sisi lain tumbuhan ini memiliki kemampuan untuk menangkap nutrisi yang berada di udara dan atmosfer lebih baik dibandingkan mengambilnya dari substrat atau media dengan bantuan rizoidnya. Hal ini merupakan bentuk adaptasi dan kemampuan lumut yang istimewa.

Keberadaan lumut di lantai hutan hujan sangat membantu mengurangi erosi tanah akibat aliran air. Rizoid lumut dan jalinannya dengan sesamanya atau dengan tumbuhan yang lain mampu menjerab dan menyimpan air dengan baik sehingga tidak segera mengalir dan menyebabkan erosi. Cabang-cabang rizoid yang kompleks terjalin sedemikian rupa sehingga membantu meningkatkan kapasitas penyimpanan air dalam tanah. Regenerasi yang cepat dari lumut turut membantu menyebarnya tumbuhan ini dengan kemampuan positifnya tersebut.

Bryophytes juga sensitif terhadap fluktuasi kelembaban alami, terutama karena lumut tidak memiliki kutikula. Tidak seperti tanaman berbunga, *bryofita* tidak memiliki kutikula daun sehingga mampu memperoleh dan kehilangan air lebih cepat dibanding tumbuhan lain. Ini berarti *briofit* juga mengering

dengan sangat cepat, tetapi mkelebihannya lumut juga dapat menyerap sejumlah kecil kelembaban yang tersedia dari kabut, embun dan sumber air lain yang mungkin tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman lain. Namun, selama kondisi cuaca atau lingkungan yang kering memungkinkan ada sedikit aktivitas fisiologis yang dilakukan seminimal mungkin.

Proses reproduksi juga sangat bergantung pada ketersediaan air karena spermatozoids (gamet jantan) harus berenang dari *antheridia* ke *archegonia* untuk berfusi dengan sel telur, memulai produksi kapsul penghasil spora; dan kondisi kekeringan akan menghambat proses tersebut. Tumbuhan lumut yang berada dalam keadaan kering juga lebih rentan terhadap gangguankarena kebanyakan *bryofita* tidak mampu melekat kuat pada substrat. Kondisi kekeringan yang parah dapat membasmi tanaman ini dengan mengeringkan organ pelengkap penahannya (rhizoid). Oleh karena itu, kondisi kekeringan dianggap sebagai ancaman potensial terhadap keberadaan dan kelangsungan hidup *bryophytes*.

Jenis lumut seperti *atrichum*, *nardia*, *pogonatum*, *pohlia* dan *trematodon* adalah jenis-jenis lumut yang mampu berkembang dengan cepat sehingga memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Jenis-jenis lumut tersebut dapat dicermati ciri tubuh dan identifikasinya sebagai berikut.



Atrichum undulatum

Kingdom **Plantae** – Plants

Division **Bryophyta** – Mosses

Subdivision **Musci**

Class **Bryopsida** – True mosses

Subclass **Bryidae**

Order **Polytrichales**

Family **Polytrichaceae**

Genus *Atrichum* P. Beauv. –
atricum moss

Species *Atrichum undulatum*
(Hedw) P. Beauv. – undulate
atricum moss



Nardia scalaris

Family : *Jungermanniaceae*

Species : *Nardia scalaris*



Pohlia



Trematodon

Kingdom **Plantae** – Plants

Division **Bryophyta** – Mosses

Subdivision **Musci**

Class **Bryopsida** – True mosses

Subclass **Bryidae**

Order **Dicranales**

Family **Bruchiaceae**

Genus *Trematodon* Michx. –
trematodon moss

Species *Trematodon longicollis* Mi
chx. – trematodon moss

Keberadaan lumut dalam suatu ekosistem dapat menjadi indikator penting adanya perubahan iklim suatu daerah sehingga memberikan peringatan dini terhadap kemungkinan terjadinya kerusakan lingkungan. Khotimperwati, Rahadian, & Baskoro, (2015) dinyatakan bahwa lumut sangat berperan dalam mencermati perubahan iklim dalam suatu lingkungan akibat adanya kerusakan oleh alam maupun oleh ekspansi manusia bagi kepentingannya. Tumbuhan lumut memiliki kelebihan sebagai salah satu organisme yang dapat digunakan sebagai bioindikator untuk mengetahui perubahan lingkungan tersebut.

Lumut memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi dalam merespon kondisi lingkungan dimana dia hidup. sensitifitas tersebutlah yang menjadikan lumut memiliki kelebihan sebagai bioindikator lingkungan. Lumut merupakan tumbuhan *poikilohidrik*, tanpa berkas pengangkut, dan secara utama menyerap air serta nutrisi secara langsung dari atmosfer melalui permukaan tubuhnya dan hanya sedikit yang melalui rizoid. Tumbuhan lumut juga tidak mempunyai lapisan kutikula sehingga kemampuan untuk memperoleh dan kehilangan air dalam struktur tubuhnya juga berlangsung sangat cepat. Sensitivitas terhadap kondisi iklim dan lingkungan sekitarnya menjadikan tumbuhan lumut berperan penting sebagai indikator perubahan lingkungan termasuk menjadi indikator perubahan iklim global.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (4) bahwa keragaman lumut akan menurun pada lokasi yang

sering dilalui oleh kendaraan. (5) melaporkan bahwa pada daerah kota atau daerah yang dekat dengan sumber polusi dengan konsentrasi asap yang tinggi sudah tidak ditemukan keberadaan lumut yang sempurna lagi, itu dikarenakan lumut dapat menyerap polutan melalui permukaan daun dan mengakumulasinya di dalam sel (6). Hal itu juga dapat dibuktikan dengan kondisi lumut di pinggir jalan dengan kondisi lumut di dalam hutan berbeda, kalau lumut di dalam hutan lebih sehat dibandingkan dengan kondisi lumut yang tumbuh di kawasan pinggir jalan, itu sebabnya lumut bisa dijadikan sebagai indikator pencemaran lingkungan.

Kemampuan tumbuh lumut sebagai penyeimbang proses ekosistem sangat tergantung dari habitat lumut itu sendiri. Pada lokasi ketinggian tertentu di hutan kawasan primer, dimana lumut dapat tumbuh dengan sempurna maka populasi lumut tersebut dapat dijadikan hunian oleh jenis serangga kecil sekaligus sebagai tempat hidup, mencari makan dan berlindung. Tetapi, peran ekologi lumut menjadi kurang maksimal, apabila keadaan hutan lebih banyak digunakan oleh masyarakat sebagai tempat berkebun sehingga kondisi hutan tidak memungkinkan untuk lumut tumbuh dengan maksimal sesuai dengan peranan yang seharusnya menjadi tempat organisme lain. Sama halnya dengan hutan yang sering digunakan masyarakat sebagai tempat pengambilan kayu dengan menggunakan mesin, sehingga secara tidak langsung kelembapan bisa terganggu dan membuat hutan

kurang efektif sebagai tempat konservasi berbagai jenis lumut (1).

Lumut yang bergabung dengan jamur dan membentuk struktur baru yang disebut dengan lichen, memiliki keunggulan sebagai bioindikator polusi udara. Penggunaan lichen sebagai bioindikator cenderung lebih efisien dibandingkan menggunakan alat atau mesin indikator ambien yang dalam pengoperasiannya memerlukan biaya yang besar dan penanganan serta keahlian spesifik untuk membacanya. Lumut kerak atau *lichen* yang merupakan salah satu organisme penting untuk bioindikator pencemaran udara, dapat ditinjau dari keberadaan lumut tersebut. Kematian lichen sangat sensitif dan di sisi lain peningkatan jumlah spesies tersebut merupakan indikator kualitas udara yang membaik (Cambell, 2003).

Keragaman jenis lichen, morfologi talus, penutupan talus dan kemampuan *lichen* dalam menyerap air merupakan indikator penting untuk mengetahui pencemaran udara dalam suatu wilayah.

3.7. Lumut sebagai bioindikator alami

Biomonitoring adalah penggunaan respon biologi secara sistematis untuk mengukur dan mengevaluasi perubahan dalam lingkungan dengan menggunakan bioindikator. Bioindikator adalah organisme atau respon biologis yang menunjukkan masuknya zat tertentu dalam lingkungan. Salah satu cara pemantauan pencemaran udara adalah dengan

menggunakan tumbuhan sebagai bioindikator (Mulgrew dan William 2000).

Menurut Bates (2002) lumut kerak telah diketahui memiliki sifat sensitif terhadap perubahan lingkungan, misalnya polusi udara. Sifat ini berhubungan dengan kemampuannya mengakumulasi partikel-partikel yang terlarut dalam udara karena talusnya tumbuh menahun (perennial). Lapisan yang melindungi talus lumut kerak hanya berupa kutikula primitif, maka talus lumut kerak tidak dapat menghindari penyerapan partikel-partikel secara langsung dari udara termasuk polutan.

Aktivitas kendaraan dan proses pembakaran dalam kegiatan industri yang padat menyebabkan SO_2 yang diserap oleh talus liken lebih banyak. Hasil penelitian Nurhidayah *et al* (2001) semakin banyak kandungan SO_2 maka kandungan klorofil pada tumbuhan akan mengalami penurunan. Kandungan SO_2 di udara mempengaruhi kandungan sulfur pada liken. Meningkatnya kandungan sulfur pada liken diikuti dengan penurunan kandungan klorofilnya. Hal tersebut terjadi pada lumut kerak di kedua lokasi penelitian yang pada akhirnya mempengaruhi perkembangan lumut kerak.

Polutan SO_2 pada awalnya membuat pernapasan tanaman lebih intensif, tetapi setelah munculnya bintik nekrotik pada daun, perlahan intensitas tersebut akan berkurang. Gejala umum pencemaran sulfur dioksida adalah terjadinya pemudaran warna tumbuhan. Lumut yang sepenuhnya telah berubah warna. biasanya tidak

dapat dipulihkan bahkan setelah ditempatkan dalam lingkungan udara ambien yang bersih (Kovacs 1992).

Dampak NO_x dan partikulat terhadap lumut kerak tidak dipahami dengan baik, meskipun semakin banyak bukti bahwa emisi lalu lintas mempengaruhi kesehatan lumut kerak, keragaman dan kelimpahan di New Forest dan Spanyol (Purvis *et al.* 2001 dalam Purvis *et al.* 2003). Menurut Sujetevienė (2010) pengaruh nitrogen oksida terhadap lumut kerak kurang dapat dimengerti karena hubungan keduanya yang mempengaruhi karakteristik kulit. Nitrogen oksida dapat merangsang pertumbuhan tanaman tetapi juga dapat menjadi racun pada tingkat tinggi. Nitrogen oksida mungkin dapat melukai lumut kerak (pengurangan klorofil) atau kerusakan (Zambrano dan Nash 2000) dan dapat menurunkan tingkat pertumbuhan (Von Arb dan Brunold 1990).

Menurut Garty (2000) diacu dalam Wijaya (2004), berdasarkan daya sensitifitasnya terhadap pencemar udara maka lumut kerak dikelompokkan menjadi tiga yaitu, sensitif, merupakan jenis yang sangat peka terhadap pencemaran udara, pada daerah yang telah tercemar jenis ini tidak akan dijumpai. Toleran merupakan jenis yang tahan (resisten) terhadap pencemaran udara dan tetap mampu hidup pada daerah yang tercemar. Pengganti merupakan jenis yang muncul setelah sebagian besar komunitas lumut kerak yang asli rusak karena pencemaran udara.

Respon lumut kerak yang terjadi akibat adanya pencemaran udara dapat dilihat secara makroskopik. Respon tersebut berupa adanya perubahan pada

warna, bentuk dan keadaan talus lumut kerak, serta penurunan luas tutupan talus. Kondisi lingkungan yang bersih dan terpapar cahaya matahari yang cukup dapat mendukung pertumbuhan talus secara optimal dan juga meningkatkan keanekaragaman jenis lumut kerak. Tutupan talus dipengaruhi oleh adanya faktor internal yaitu, adanya persaingan sesama lumut kerak dan juga luas permukaan kulit kayu yang dijadikan sebagai substrat. Faktor eksternal berupa tingkat pencemaran udara yang terjadi pada lingkungan tempat lumut kerak tersebut tumbuh dan berkembang. Hal tersebut membuktikan bahwa lumut kerak merupakan salah satu tumbuhan yang peka terhadap perubahan kondisi lingkungan dan dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas udara.

Kepekaan lumut kerak terhadap emisi pencemar lebih tinggi dibanding dengan tumbuhan tinggi karena adanya perbedaan fisiologis dan morfologi. Lumut kerak memiliki kandungan klorofil yang sangat kurang, sehingga mengakibatkan laju fotosintesis dan metabolisme yang rendah serta kemampuan regenerasi yang terbatas. Tidak adanya kutikula pada lumut kerak, maka pencemar dapat dengan mudah masuk ke dalam talus. Lumut kerak dapat mengakumulasi berbagai macam bahan tanpa melakukan seleksi. Sekali bahan pencemar diserap, maka akan diakumulasikan dan tidak dieskresikan, serta terjadinya perubahan warna talus akibat adanya bahan pencemar (Kovacs 1992).

Kepekaan *bryofita* dalam mengenali polutan sehingga mampu menjadi indikator alami dikarenakan tumbuhan tersebut tidak memiliki lapisan pelindung atau kutikula, sehingga sangat sensitif terhadap polutan di lingkungan terdekat. *Bryophytes* dapat digunakan sebagai indikator alami, karena keberadaan spesies sensitif polusi dapat membantu menunjukkan tingkat polusi udara yang terjadi. Polusi udara juga dapat menciptakan "*lumut gurun*" (kondisi lumut yang menguning dan rusak karena polusi) sehingga memaksa banyak spesies yang sensitif untuk menjauh atau pergi dari wilayah tersebut. Penelitian pertama kali penggunaan bryofita dalam menilai dampak polusi udara di Jepang, dan bryofita telah lama digunakan untuk pemantauan polusi udara di Eropa dan juga di Amerika Utara.

Bryophyta juga sangat banyak digunakan untuk mengukur dan mengetahui polusi udara logam berat, terutama di kota-kota besar dan di daerah sekitar pembangkit listrik dan pekerjaan metalurgi. Logam berat, seperti timbal, kromium, tembaga, kadmium, nikel, dan vanadium nampak menumpuk di dinding sel lumut saat diperiksa secara laboratorium. *Bryophytes* juga cocok sebagai bio-indikator pencemaran air, dan untuk pemantauan caesium radioaktif. Spesies lain dapat menunjukkan kondisi ekologis tertentu, seperti tingkat pH di tanah dan air, sehingga ada kecenderungan anggapan bahwa *bryophytes*, pada umumnya, dianggap sama sensitifnya sebagai organisme yang mampu melakukan deteksi polusi udara selayaknya *lichen*.

Kesimpulan

- *Bryophyta* memiliki banyak peran dalam kehidupan manusia maupun sebagai penunjang ekosistem.
- Sebagai pendukung kehidupan organisme lain karena kemampuannya dalam hal mengikat air, menyediakan makanan bagi organisme lain, tempat bersarang, dan menyeimbangkan ekosistem dengan dihasilkannya oksigen.
- *Bryophyte* dengan kolonisasi mampu menjaga stabilisasi tanah, akumulasi humus dan komersialisasi.
- Beberapa jenis *bryophyte* memiliki kandungan obat herbal yang dapat dimanfaatkan oleh manusia.
- Kemampuannya memiliki rentang hidup pada berbagai kondisi menjadikan lumut merupakan tumbuhan pioneer.

Daftar Pustaka

- Barat, N. T., Role, E., Forest, S., Tenggara, W. N., Bawaihaty, N., Hilwan, I., ... Kehutanan, F. (2014). Keanekaragaman dan Peran Ekologi Bryophyta di Hutan Sesaot, 5(April).
- Gradstein, S. R. (2017). *Guide to the Liverworts and Hornworts of Java GUIDE TO THE LIVERWORTS AND HORNWORTS OF JAVA Illustrations : Achmad Satiri Nurmam Lee Gaikee Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology.*
- Khotimperwati, L., Rahadian, R., & Baskoro, K. (2015). Perbandingan Komposisi Tumbuhan Lumut Epifit Pada Hutan Alam Dan Pemanfaatan Hutan Di Sepanjang Gradien Ketinggian Gunung Ungaran , Jawa Tengah Abstrak, 17(2).
- Smith, A. J. E. (2001). *Mosses, liverworts and hornworts.*

Bab IV

Habitat dan Keberagaman Bryophyta di Indonesia



STANDART KOMPETENSI

Mahasiswa memahami keragaman Bryophyta di Indonesia

KOMPETENSI DASAR

1. Mahasiswa mampu menyebutkan jenis *bryophyte* yang ada di wilayah kepulauan Indonesia
2. Mahasiswa mampu menjelaskan jenis *bryophyte* yang menjadi tumbuhan endemic di wilayah kepulauan Indonesia
3. Mahasiswa mampu mendeskripsikan perbedaan *bryophyte* yang ada di wilayah kepulauan Indonesia
4. Mahasiswa mampu menyampaikan kekayaan *bryophyte* di Indonesia dibandingkan dengan negara lain
5. Mahasiswa mengenal dengan baik wilayah Indonesia dengan keanekaragaman hayatinya termasuk *bryophyte*

4.1. Habitat Bryophyta

Habitat lumut sangatlah beragam, namun yang terpenting adalah bahwa syarat utama tumbuhan ini bisa hidup adalah adanya kelembaban yang cukup dan cenderung tinggi, kecuali di laut. Biasanya lumut tersebut dapat tumbuh di atas permukaan tanah, menempel di pepohonan baik cabang, ranting atau batang pohon, dan bahkan di atas bebatuan khususnya di bawah rerimbunan. Hal ini disebabkan lumut tidak terlalu menyukai suhu yang tinggi atau paparan sinar matahari secara langsung. Keragaman lumut akan banyak ditemui khususnya di wilayah hutan hujan basah, seperti di wilayah tropis Indonesia.

Kondisi habitat lumut di Indonesi memiliki kemiripan dengan India, khususnya di wilayah pegunungan Himalaya. Kondisi iklim di timur adalah *semioceanic*, menjadikan wilayah tersebut memiliki curah hujan tinggi yang menyebabkan tumbuhnya wilayah hutan hujan tropis. Wilayah panas Himalaya Timur dikenal kaya akan jenis flora dan fauna yang menjadi andalan dunia. Curah hujan mencapai 1633 mm di wilayah tersebut, sehingga menunjukkan beragam kondisi mikro. Kondisi curah hujan tinggi tersebut menguntungkan pertumbuhan tanaman terutama lumut hati. Lumut hati berdaun khususnya *Frullania Raddi* menunjukkan kecenderungan sebagai genus paling maju di *Jungermanniales* (Singh, Kumar, & Nath, 2008).

Hutan hijau yang lembab memiliki berbagai macam microhabitat dan *bryophytes* adalah komponen

penting dari hutan beriklim sedang dan tropis di mana tumbuhan tersebut seringkali ditemukan sebagai karpet di atas tanah yang lembab, batu-batu, batang kayu yang hidup dan mati, tergantung dari cabang-cabang pohon, dan juga pada daun. Distribusi bryofita dipengaruhi pertama oleh faktor-faktor mikroklimat, yaitu, curah hujan dan suhu, garis lintang dan ketinggian dan juga oleh kondisi lingkungan mikro seperti naungan, kelembaban, humus dan suhu. Vegetasi *bryofita* dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor tambahan atau pendukung, seperti misalnya usia tanah, batuan, komposisi tanah hutan, kadar air dan oleh adanya substrat seperti pH dan status humusnya (Brubaker, Anderson, Murray, & Koon, 1998) (Batty et al. 2003).

Rentang hidup lumut sangatlah luas, dengan kemampuan untuk adaptasi dan menyesuaikan diri terhadap kondisi lingkungan ekstrim yang tinggi. Dalam struktur hutan hujan tropis, banyak sekali lumut-lumut yang menempel dan membentuk koloni yang memanjang dengan menumpang (epifit) pada pohon-pohon di wilayah hutan tersebut. Lumut berkembangbiak dengan mengandalkan spora yang terdistribusi melalui banyak cara. Spora-spora lumut dapat berpindah dengan perantara banyak hal seperti melalui derasnya air hujan, bantuan tiupan angin dan bahkan bergerak dengan menempel pada manusia, pesawat ataupun mobil. Dilaporkan juga bahwa sperma lumut dapat memindahkan diri untuk membuahi melalui bantuan embun di pagi hari. Spora-

spora lumut tersebut memiliki dinding yang kuat dan bahkan ada yang dilaporkan dapat bertahan hingga 40 tahun. Tumbuhan ini mampu melewati masa yang tidak menguntungkan seperti kedinginan, panas, kekurangan air, stress akibat cekaman bahan kimia dan juga kekurangan nutrisi atau mineral.

Mayoritas lumut hati di hutan tropis, dan beberapa lumut tanduk, muncul sebagai epifit di hutan hujan dan hutan awan. Di dalam hutan, bryofita epifit tidak terdistribusi secara merata tetapi menunjukkan pola distribusi yang khas, yang dapat dikaitkan dengan preferensi iklim mikro spesies individu. Beberapa spesies secara eksklusif berada di bawah naungan yang teduh dan teduh dari hutan, dan yang lain hanya ditemukan di bagian yang lebih kering dan terluar dari mahkota pohon yang tinggi di atas tanah; beberapa spesies terdapat di kedua habitat hutan tersebut. Jenis-jenis ekologi ini disebut "naungan epiphytes", "epiphytes matahari" dan "generalis". *Shade epiphytes* sering terjadikarena kebiasaan hidup dan habitat yang terbuka (misalnya, tumbuh di juntaipohon, atau menggantung), memaksimalkan paparan cahaya di hutan yang kurang terang. Telah ditunjukkan bahwa naungan epiphytes lebih sensitif terhadap adanya gangguan ekosistem di hutan, sehingga dapat digunakan sebagai indikator gangguan dan perubahan penggunaan lahan.

4.2. Keragaman Bryophyta

Keragaman *bryophyte* dapat menjadi salah satu ikon keanekaragaman hayati yang ada di negara Indonesia. Sebagai salah satu jenis tumbuhan yang termasuk dalam kategori tumbuhan tingkat rendah (*gymnospermae*), maka lumut ini memiliki banyak kelebihan dan menjadi salah satu komponen penting untuk menunjang kesetabilan suatu ekosistem. Tumbuhan rendah termasuk lumut memiliki peran penting dalam peresapan air karena sifat sel-selnya yang seperti spon sangat mudah menyerap air. Dengan demikian tumbuhan ini memiliki peran dalam penyimpanan air untuk persediaan dan menjaga kelembaban suhu dalam struktur lingkungan hutan. Selain itu lumut juga mampu menghasilkan oksigen dalam jumlah yang sangat banyak melalui terjadinya fotosintesis yang lebih cepat.

Bryophyta atau tumbuhan lumut dengan habitat yang sangat beragam dapat berkembang baik di kawasan tropis seperti Indonesia. Tumbuhan tersebut dengan mudah akan dapat ditemui di kawasan pegunungan dengan zona ketinggian yang berbeda, di dalam hutan yang lebat, di tepian sungai atau bahkan menempel di batang-batang pohon atau tumbuhan lain. Hal ini disebabkan karena tumbuhan lumut yang juga merupakan tumbuhan pioneer memiliki kemampuan untuk hidup pada kondisi dengan kebutuhan nutrisi minimal pada media tumbuhnya.

Keberadaan lumut sebagai tumbuhan *pioneer* juga berperan untuk mengetahui kondisi lingkungan

atau suatu ekosistem. Hal tersebut disebabkan karena pertumbuhan lumut dapat dipengaruhi oleh perubahan habitat dimana dia hidup. Perubahan jenis vegetasi, musim, pembukaan kawasan hutan untuk pemukiman atau industri, gradient ketinggian pada perbukitan, suhu dan sebagainya menjadi banyak faktor yang dapat menyebabkan menurunnya atau justru bertambah banyaknya jenis tumbuhan lumut pada suatu kawasan.

Bentuk struktur tubuh lumut yang relatif kecil menjadikan tumbuhan ini cenderung kurang perhatian dibandingkan dengan jenis tumbuhan lainnya. Padahal apabila diperhatikan dengan seksama, sebenarnya lumut memiliki struktur tubuh yang cukup menarik dengan bentuk yang sangat beragam. Di sisi lain apabila tumbuhan lumut berada dalam satu kawasan luas yang mendominasi satu wilayah, maka akan nampak menghijau seperti lazim ditemui di kaki-kaki hutan hujan tropis yang senantiasa lembab.

Data dan inventarisasi jenis lumut yang ada di Indonesia masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan di Indonesia lumut yang sebenarnya merupakan salah satu jenis keanekaragaman hayati yang berlimpah akan tetapi penelitian yang bertujuan untuk identifikasi serta kemelimpahannya masih terbatas. Oleh karena itu masih banyak dibutuhkan penelitian-penelitian penunjang untuk menginventarisasi keanekaragaman Indonesia, dalam hal ini terutama adalah jenis lumut (Bryophyta)

Penelitian terkait keberadaan lumut di Indonesia menjadi sangat terbuka luas untuk terus dikembangkan. Hal ini mengingat kondisi negara Indonesia yang merupakan negara tropis sehingga memiliki kemungkinan memiliki plasma nutfah lumut yang beragam. Penelitian yang dilakukan oleh (Gradstein, 2017) menunjukkan bahwa lumut mulai diteliti di Indonesia sejak 200 tahun yang lalu, khususnya lumut yang ada di Jawa. Hal tersebut tampak dari manuskrip-manuskrip hasil penelitian yang tersimpan rapi dan dipublikasikan di tahun 1824 oleh peneliti dari Belanda.

Sebanyak 568 spesies lumut telah diidentifikasi berasal dari pulau Jawa. Dari jumlah tersebut, sekitar 480 adalah spesies yang telah dipelajari dan direvisi taksonominya. Lumut-lumut tersebut sebagian besar dilaporkan berada di Jawa Barat, dan hanya sedikit yang berasal dari Jawa Tengah dan Jawa Timur. Ke-88 spesies yang tersisa adalah taxa berbahaya yang belum diteliti.

1. Lumut Di Sulawesi



Gambar 1.
Wilayah Kepulauan
Sulawesi

Pulau Sulawesi memiliki luas wilayah 17,46 juta hektar dan merupakan pulau terbesar ke-11 di dunia. Pulau ini memiliki keanekaragaman hayati terrestrial yang beraneka ragam serta bernilai tinggi yang patut dipertahankan dan terus dikembangkan. Keragaman tipe ekosistem hutan yang ada di Sulawesi sangat mendukung tingkat endemisitas dan kekayaan hayati, termasuk keragaman *bryophyta*.

Sulawesi Tenggara memiliki lumut yang sangat beragam, seperti dilaporkan dalam hasil penelitian (Lambusango, Buton, Tenggara, Natural, & Reserve, 2007) khususnya di kawasan konservasi cagar alam Kakenauwe dan margasatwa Lambusango yang terletak di kaki sungai Kakenauwe. Dalam penelitian tersebut telah diidentifikasi 14 jenis lumut dan ditemukan 5 jenis baru yang merupakan jenis baru dan belum tumbuh sebelumnya di kawasan tersebut. Cagar alam Kakenauwe merupakan daerah topografi yang datar hingga bergelombang dengan lantai hutan kebanyakan adalah batu cadas. Pada dasarnya di kondisi yang minimal air tersebut maka lumut tidak akan berlimpah seperti halnya di habitat yang teduh dan banyak air.

Kemelimpahan populasi lumut di cagar alam Kakenauwe semakin beragam saat mendekati pinggir-pinggir sungai dengan kondisi lingkungan yang lebih lembab dan teduh serta kurang berbatu. Kebanyakan lumut dengan jenis yang cukup beragam ditemukan tumbuh menggantung di ranting-ranting pohon yang mengarah ke sungai. Sebaliknya hanya sedikit jenis lumut saja yang berada di lereng pegunungan karena lebih tandus dan lantai hutan yang berbatu.

Kebanyakan lumut yang ditemukan di kawasan cagar alam tersebut adalah lumut daun (musci), dengan ciri daun-daun yang tumbuh pada batang tidak berdesakan, yaitu suku *Hypnaceae*. Suku lain yang ditemukan adalah *Fissidentaceae* dan *Thuidiaceae*. Ketiga suku tersebut ditemukan di lantai hutan. Sedangkan suku lumut daun yang menempel di ranting-ranting pohon atau merambat pada tumbuhan lain adalah *Calymperaceae*, *Pterobyaceae*, *Neckeraceae* dan *Meteoriaceae*. Gambar masing-masing jenis lumut tersebut dapat dicermati sebagai berikut.



a. *Calymperaceae*



b. *Pterobyaceae*



c. *Neckeraceae*



d. *Meteoriaceae*

Gambar 2. Jenis-jenis lumut yang menempel di ranting-ranting pohon atau merambat pada tumbuhan lain; a. *Calymperaceae*, b. *Pterobyaceae*, c. *Neckeraceae* dan d. *Meteoriaceae*

2. Lumut Di Jawa

Habitat lumut yang sangat beragam akan mempengaruhi pula jenis tumbuhan lumut yang hidup di suatu kawasan. Di Jawa dengan banyak pegunungan merupakan kawasan yang memiliki jenis lumut beragam. Hal ini disebabkan karena pegunungan dengan topografi yang unik dengan gradient ketinggian yang berbeda akan menjadikan iklim berbeda pula sehingga mempengaruhi jenis lumut yang hidup di dalamnya. Faktor ketinggian dan topografi tersebut akan berpengaruh pada sumberdaya pendukung sehingga secara langsung pula akan mempengaruhi distribusi serta jenis suatu spesies termasuk lumut.

Perkembangan penelitian lumut di Jawa sudah dimulai dari 250 tahun yang lalu dan diketahui dari publikasi oleh peneliti Belanda yaitu Reinwardt, Blume & Nees von Esenbeck di tahun 1824 dan Nees von Esenbeck di tahun 1830 (Gradstein, 2017). Perkembangan penelitian terkait identifikasi lumut di Jawa terus berlangsung, meskipun terkesan sporadis dari beberapa peneliti di wilayah Jawa itu sendiri. Hasil-hasil penelitian terkait lumut yang sudah dipublikasikan disampaikan secara ringkas sebagai berikut.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Indriani & Primandiri, n.d.) menunjukkan terdapat lima jenis lumut yang ditemukan di kawasan wisata Roro Kuning, Nganjuk, Jawa Timur. Adapun jenis lumut tersebut adalah sebagai berikut:



a. Marchantia emarginata



b. Marchantia geminata



c. Pallavicinia subciliata



d. Pogonatum macrophyllum



e. Plagiochila pereloides

Gambar 3. Jenis-jenis lumut yang ditemukan di kawasan wisata Roro Kuning, Nganjuk, Jawa Timur dan perbandingan foto di alam.

Penelitian(Desy Aristria Sulistyowati, 2014) terkait lumut epifit di sepanjang gradient ketinggian Gunung Ungaran, Jawa Tengah menemukan 58 spesies lumut sejati dan 45 spesies lumut hati. Lumut-lumut tersebut hidup di habitat pegunungan dengan ketinggian 2.050 mdpl, dengan temperatur udara di kawasan Gunung Ungaran pada zona montana menunjukkan kisaran antara 22 - 27 °C. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa tumbuhan lumut

pada umumnya hidup pada tempat yang lembab dengan suhu yang rendah.

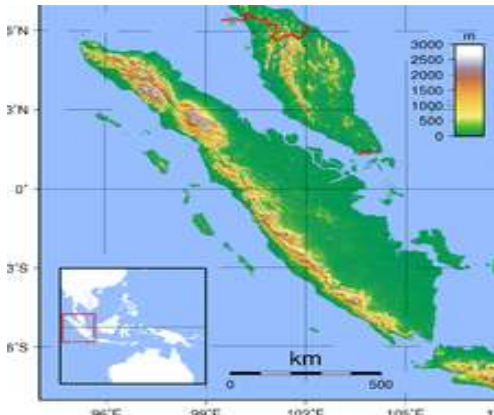
Hasil penelitian (Desy Aristria Sulistyowati, 2014) menunjukkan bahwa jenis – jenis lumut tersebut termasuk dalam kelas *Jungermanniopsida* dan subkelas *Jungermanniidae*. Anggota subkelas *Jungermanniidae* sebagian besar adalah lumut hati berdaun. Pada zona montana banyak ditemukan lumut hati berdaun (kelas *Jungermanniopsida*) karena sebagian besar lumut hati berdaun di hutan tropis, tumbuh epifit pada pohon. Lumut hati berdaun biasanya di temukan pada habitat yang lembab, sejuk, dan dapat tumbuh subur di hutan hujan tropis, seperti famili *Lejeuneaceae* dan *Plagiochilaceae*.

Famili *Lejeuneaceae* (*L. flava*, *L. trinitensis*, *Lopholejeunea applanata*, *Taxilejeunea sp.*, *Vitalianthus urubuensis*) sebagian besar jenisnya merupakan epifit yang tumbuh pada batang dan cabang pohon di hutan hujan. Tumbuhan tersebut termasuk famili dari lumut hati berdaun yang memiliki jumlah jenis terbesar. Famili *Lejeuneaceae* memiliki karakteristik tumbuhan berwarna hijau, kekuningan, coklat, hitam atau keputih – putihan. Batang tumbuh merayap hingga ascending atau pendent, menyirip, bercabang dua atau bercabang tidak teratur, susunan daun incubous, terbagi menjadi lobe dan lobule (Gradstein, 2017).

Pada famili *Lepidoziaceae* dan famili *Trichocoleaceae*, biasanya ditemukan pada pegunungan atas yang lembab karena famili tersebut tidak memiliki lobule yang berfungsi sebagai kantung air untuk menyimpan air sehingga tidak tahan terhadap kondisi kekeringan. Pada famili *Plagiochila* memiliki *oil body* yang berfungsi untuk melindungi sel dari kekeringan. Pada famili *Frullaniaceae* dan famili *Lejeuneaceae* memiliki lobule yang berfungsi sebagai kantung air untuk absorpsi, penyimpanan air, dan untuk mengurangi resiko kekeringan sehingga dapat bertahan hidup dengan baik.

Habitat lumut yang beragam menjadikan tumbuhan tersebut dapat hidup pada berbagai kondisi lingkungan. Hasil penelitian (Roziaty, 2016) menunjukkan bahwa di wilayah perkotaan Surakarta dan di wilayah kampus lumut juga tumbuh dengan jenis yang cukup beragam. Lumut-lumut tersebut bersimbiosis dengan jamur membentuk lumut kerak (*lichenes*). Hasil identifikasi yang dihasilkan dari penelitian tersebut menunjukkan adanya spesies *Dirinaria* spp., *Lecidella elaeochroma*, *Arthonia illicina*, *A. rubrocincta*, dan *Graphis* spp. Dari keempat jumlah spesies tersebut hanya *Dirinaria* spp yang memiliki sebaran talus paling banyak dalam setiap pohon inang. Lichen yang ditemukan ada 2 jenis tipe thalus yaitu *crustose* (thalus kerak) dan *foliose* (thalus seperti berdaun).

3. Lumut di Sumatra



Gambar 4.
Wilayah
Kepulauan
Sumatra

Sumatra merupakan pulau terbesar di Indonesia dibanding pulau yang lainnya. Demikian pula pulau ini merupakan pulau terbesar keenam di dunia. Dengan luasnya pulau tersebut, maka hutan merupakan kawasan yang cukup mendominasi wilayah tersebut. Banyak sekali ditemukan plasma nutfah makhluk hidup baik hewan maupun tumbuhan yang hidup dan merupakan endemik dari kawasan hutan di Sumatra.

Lampung yang merupakan propinsi paling selatan di Sumatra juga menyumbang jenis lumut yang cukup beragam di pulau tersebut. Hasil penelitian (Waldi, 2017) menunjukkan terdapatnya 8 jenis lumut, yang terdiri dari 2 jenis lumut hati berdaun (*leafy liverwort*) dan 6 jenis lumut daun atau lumut sejati (*mosses*). Lumut-lumut tersebut diteliti dan diidentifikasi dari kawasan perkebunan karet yang diketahui memiliki vegetasi tumbuhan yang homogen dengan didominasi oleh pohon karet. Vegetasi jenis pohon yang sedikit tersebut memungkinkan keragaman spesies cenderung rendah, khususnya

tumbuhan lumut. Perubahan kondisi lingkungan juga memungkinkan berdampak terhadap keanekaragaman tumbuhan lumut di kawasan tertentu.

Jenis lumut yang menghuni wilayah hutan Sumatra juga sangat beragam, termasuk salah satu jenis lumut dari ordo *marchantia*. Penelitian terkait keragaman lumut khususnya adalah *marchantia* di Sumatra mungkin hanya menunjukkan sebagian kecil keragaman lumut yang ditemukan di wilayah Indonesia. Hasil penelitian yang dilaporkan oleh (Siregar & Ariyanti, 2013), menunjukkan adanya keragaman lumut *marchantia* di Sumatra Utara, khususnya adalah di wilayah gunung Sibayak.

Ada tujuh spesies *Marchantia* yang ditemukan di Gunung Sibayak, Sumatra Utara tersebut, yaitu *M. acaulis*, *M. emarginata*, *M. geminata*, *M. paleacea*, *M. polymorpha*, *M. treubii*, *Marchantia* dan *sp. Marchantia polymorpha*. Untuk *M. emarginata*, *M. geminata*, *M. treubii* merupakan spesies yang paling umum ditemukan di Gunung Sibayak tersebut dan menyebar, ditemukan dari dataran rendah ke ketinggian tingkat tinggi. *M. geminata* ditemukan dari dataran rendah hingga dekat puncak dan banyak di sekitar air terjun DwiWarna. Sedangkan *M. acaulis* merupakan spesies umum di dataran rendah (kurang dari ketinggian 1000 m). Untuk *M. polymorpha* (hanya pada ketinggian tingkat ketinggian \pm 1500 m) dan *Marchantia sp.* (hanya ada di sekitar air terjun DwiWarna). Populasi kedua spesies ini terbatas. *M. paleacea* ditemukan ditempat-tempat tertentu dari 1150-1250 m altitude, pada wilayah yang padat penduduk.



Gambar 5. A-B. *Marchantia acaulis*, dengan tanaman betina dan jantan. B. Tanaman lumut yang monoicous; C-D. *Marchantia emarginata* dengan tanaman betina dan jantan (Sumber: Siregar, E.S).



Gambar 6. E. Tanaman betina *Marchantia geminata*; F. Gemma cup *Marchantiapaleacea*; G. Tanaman betina *Marchantiapolymorpha*; H. Tanaman betina dan jantan *Marchantiatreubii*. (Sumber: Siregar, E.S)

4. Lumut di papua



Gambar 7.
Kawasan wilayah
Papua

Papua merupakan salah satu pulau besar di Indonesia dengan wilayah hutan mencapai 42 juta hektar (data di tahun 2015). Dengan kondisi hutan yang sangat luas tersebut, maka plasma nutfah penunjangnya juga akan semakin beragam.

Seperti halnya di wilayah lainnya, maka Papua Barat juga memiliki jenis lumut yang beragam. Dilaporkan dalam hasil penelitian (Windadri, F & Susan, 2013), terdapat 25 marga dan 11 suku yang termasuk *bryophyte* yang ditemukan. Hasil penelitian pada tiga pulau yaitu Batanta, Salawati dan Waigeo menunjukkan bahwa lumut paling banyak jenisnya ditemukan di pulau Salawati. Pulau yang berada di wilayah raja empat tersebut memiliki kondisi yang masih asri, tenang dan belum terjamah oleh manusia sehingga hutannya juga masih dalam kondisi yang alami.

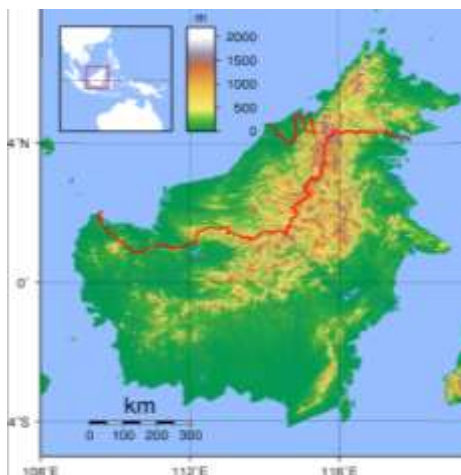
Lumut yang banyak tumbuh di pulau Salawati ada di substrat baik permukaan tanah, permukaan bebatuan maupun ada di permukaan batang pohon, termasuk di tumpukan batang pohon di tepian sungai. Lingkungan dengan kelembaban udara yang tinggi dan

substrat yang cenderung stabil tersebut sangat cocok untuk perkecambahan spora lumut hingga menjadi lumut dewasa. Dengan kisaran suhu antara 29°C-31°C dan kelembaban berkisar 90-96% merupakan kondisi ideal bagi perkembangan lumut tersebut. Pada dasarnya memang kelembaban yang tinggi merupakan faktor penting perkembangan tumbuhan epifit, termasuk lumut.

Demikian halnya di pulau Waigeo dengan kondisi lingkungan yang hampir sama dengan Salawati ditemukan sebanyak 24 jenis lumut. Adapun jenis lumut anggota *calymperaceae* ditemukan mendominasi wilayah tersebut, mencapai 34,6%. Kemelimpahan suku tersebut tidak terlepas dari kesesuaian habitatnya, termasuk faktor internal dan eksternal pendukung pertumbuhan lumut tersebut. Faktor internal yang terkait dengan struktur morfologi dan yang merupakan ciri dari *calymperaceae* seperti ber dinding tebal, kosta terdiri dari dua lapisan *stereid* yang terletak di bagian dorsal dan ventral. Fungsi lapisan *stereid* tersebut adalah sebagai penyokong sel-sel berkhlorofil, sehingga daun yang mengandung jaringan tersebut akan memiliki kemampuan dalam menyimpan air sebagai cadangan di saat terjadi musim kering. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh tentu saja adalah habitat yang lembab, dengan kandungan air yang cukup tinggi sehingga berpengaruh pada tingkat kelembaban di kawasan tersebut.

Jenis lumut lain yang juga tumbuh dengan baik di wilayah tersebut adalah *thuidium meyenianum* yang juga ditemukan di tiga lokasi penelitian yang diambil sampelnya. Lumut ini tumbuh pada substrat yang juga beragam mulai dari batang pohon, di atas permukaan tanah dan juga di atas bebatuan yang lembab di tepian sungai. Memang pada dasarnya tiga lokasi yang diambil sebagai sampel memiliki kondisi kelembaban yang cukup tinggi sehingga jenis lumut ini banyak ditemui di kawasan tersebut.

5. Lumut di Kalimantan

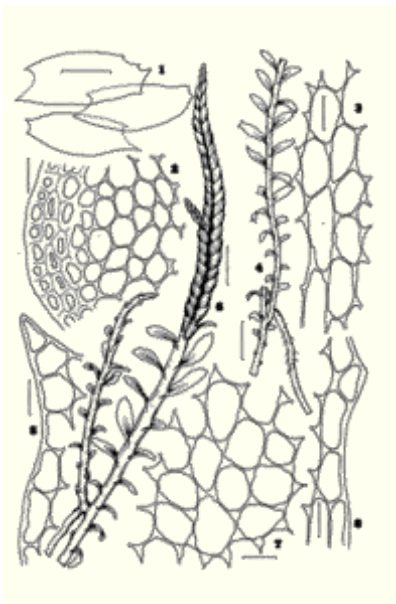


Gambar 8.
Wilayah pulau
Kalimantan

Kalimantan merupakan pulau besardengan luas secara keseluruhan lebih kurang 743.330 km², dan yang berada di wilayah Indonesia adalah 535.834 km². Pulau Kalimantan dalam wilayah Republik Indonesia, terletak diantara 4° 24`LU - 4°10`LS dan anantara 108°30`BT - 119°00`BT. Pulau Kalimantan banyak dialiri sungai-

sungai dengan julukan pulau seribu sungai, dan sebagian besar merupakan daerah pegunungan atau perbukitan dan hutan yang sangat luas.

Kalimantan memiliki jenis lumut yang beragam, dan bahkan ditemukan spesies baru di pulau tersebut yang dilaporkan dalam hasil penelitian (Kinabalu & Plagiochilaceae, 2015). Dalam penelitian tersebut ditemukan 27 spesies genus *Plagiochila* yang ditemukan di kawasan Gunung Kinabalu, termasuk dua spesies baru untuk penelitian sains, yaitu *P. denigrata* dan *P. nitens*. Demikian juga didapatkan 10 spesies *Plagiochila* yang juga pertama kali dilaporkan untuk flora yang ada di Borneo (Kalimantan). Sketsa gambar untuk spesies *Plagiochila* dan bagian tubuhnya dapat dicermati dalam gambar berikut.



Gambar 9. *Plgiochila denigrata*

1. Daun;
2. Potongan melintang batang;
3. Sel pangkal daun;
4. Bagian tunas steril, tampak punggung;
5. Gigi dari pinggir daun apikal;
6. Bagian *androecium*, tampilan dorsal;
7. Sel dari bagian luar daun;
8. Sel dari margin daun ventral.

Pada beberapa bagian kota, seperti di Pontianak terdapat taman-taman kota yang menjadikan suasana lingkungan lebih dingin dan mendukung kebutuhan oksigen. Karena kondisi taman dengan banyak pepohonan rindang, menjadikan kondisi di bawah naungannya cukup mendukung untuk habitat perkembangan lumut. Salah satu jenis lumut yang dilaporkan dapat tumbuh di taman yang berdekatan dengan aktifitas manusia adalah lumut hati kompleks (Gradstein, 2017). Lumut hati dengan talus kompleks tersebut dapat berkolonisasi pada habitat terbuka dan seringkali dijumpai di wilayah dengan aktifitas manusia yang cukup tinggi.

Hasil penelitian yang dilakukan di taman Pontianak untuk melakukan identifikasi dan inventarisasi oleh (Paryono & Rusmiyanto, 2017), khususnya lumut hati bertalus kompleks. Pada hasil penelitian tersebut ditemukan empat spesies yang termasuk dalam tiga famili lumut hati bertalus kompleks, yaitu *Mannia* sp., *Marchantia paleacea*, *Riccia sorocarpa* dan *Riccia fluitans*. Untuk spesies *R. fluitans* merupakan spesies yang sering ditemukan yaitu pada 10 lokasi taman dari 13 lokasi taman yang dijadikan sebagai tempat pengambilan sampel penelitian.



Gambar 10.
Mannia sp



Gambar 11.
Marchantia paleacea

Spesies *M. paleacea* merupakan spesies yang jarang ditemukan di lokasi pengambilan sampel di taman kota Pontianak. Secara spesifik dari masing-masing spesies tersebut ditemukan di habitat yaitu untuk *Mannia sp.* ditemukan pada substrat tumbuh pada tanah di bawah naungan. Talus tumbuh tersusun rapat, berwarna hijau hingga hijau tua dengan tepian talus rata (*entire*) dan percabangan talus berbentuk simple. Talus memiliki alur (*midrib*) di bagian tengah pada permukaan dorsal talus.



Gambar 12.
Riccia sorocarpa



Gambar 13.
Riccia fluitans

Spesies *Marchantia paleacea* ditemukan tumbuh menempel pada batu bata di tempat terbuka. Talus berwarna hijau dan memiliki gemmae berbentuk cangkir (*cup*) dengan tepian talus rata (*entire*). Percabangan talus dikotom berbentuk *furcate*, tidak memiliki alur ada bagian tengah atas talus (*midrib*). Untuk *riccia fluitans* ditemukan pada substrat tumbuh berupa tanah di taman terbuka dan taman yang terdapat pepohonan maupun rerumputan. Warna talus hijau muda dan tepian talus rata (*entire*). Talus

berbentuk roset tidak penuh dan kecil memanjang dengan pemanjangan talus menyerupai bentuk huruf Y. Alur tengah talus lebih tampak pada ujung talus. Dan *riccia sorocarpa* ditemukan pada substrat tumbuh berupa tanah ditaman terbuka dan taman yang terdapat pepohonan maupun rerumputan. Talus berwarna hijau dan tepian talus (*entire*) Talus membentuk percabangan roset tidak penuh. Ujung talus melebar dan alur pada ujung talus membentuk huruf V(Paryono & Rusmiyanto, 2017).

Adapun kunci determinasi yang dipergunakan untuk mengklasifikasikan jenis lumut tersebut adalah sebagai berikut. Kunci Determinasi Lumut Hati Bertalus Kompleks di Taman Kota Pontianak Pembuatan kunci determinasi famili mengacu pada Gradstein (2011).

- 1a. Talus berukuran sedang hingga besar **2a-b**
- b. Talus berukuran kecil **2c**

- 2a. Receptacle jantan melekat di talus dan receptacle betina bertangkai ***Aytoniaceae***
- b. Receptacle jantan dan betina bertangkai.....
 ***Marchantiaceae***
- c. Gametangia dan sporofit berada didalam talus
 ***Ricciaceae***

- 3a. Talus tidak bercabang atau simple **5a**
- b. Talus bercabang berbentuk furcate atau roset tidak penuh **4**

- 4a. Talus bercabang berbentuk furcate, memiliki gemmae berbentuk cup pada permukaan dorsal talus **5b. Marchantia**
- b. Talus bercabang berbentuk roset tidak penuh, tidak memiliki gemmae **6. Riccia**
- 5a. Terdapat alur (midrib) pada permukaan dorsal talus, tepitalus rata, talus berwarna hijau hingga hijau gelap, lebar talus 2-3 mm dan panjang talus 10-15 mm **Mannia sp.**
- b. Tidak terdapat alur (midrib) pada permukaan dorsal talus, berwarna hijau terang, lebar talus 5-10 mm dan panjang talus 20-30 mm.
..... **Marchantia paleaceae**
- 6a. Lebar talus \pm 1 mm, talus sempit memanjang, pemanjangan talus menyerupai bentuk huruf Y.....
..... **Riccia fluitans**
- b. Lebar talus 1-1,5 mm, bagian ujung talus melebar dan alur ujung talus membentuk huruf V
.....**Riccia sorocarpa**

Kesimpulan

- Habitat lumut sangat beragam dengan kelembaban yang cukup dan cenderung tinggi.
- Lumut berkembangbiak dengan mengandalkan spora yang terdistribusi melalui banyak cara.
- Data dan inventarisasi jenis lumut yang ada di Indonesia masih sangat terbatas.
- Beberapa penelitian terkait identifikasi lumut telah dilakukan di beberapa wilayah di Indonesia, seperti di Sulawesi, Kalimantan, Jawa, Sumatra dan Papua.
- Masing-masing lumut yang berada pada berbagai wilayah di Indonesia tersebut menunjukkan karakteristik spesifik dan merupakan plasma nutfah lumut endemic di wilayah tersebut.
- Masih sangat dibutuhkan penelitian untuk menambah dan mengetahui jenis-jenis lumut yang ada di Indonesia beserta sebarannya

Daftar Pustaka

- Brubaker, L. B., Anderson, P. M., Murray, B. M., & Koon, D. (1998). A palynological investigation of true-moss (Bryidae) spores: morphology and occurrence in modern and late Quaternary lake sediments of Alaska 1, (Dickson 1986).
- Desy Aristria Sulistyowati, L. K. P. dan E. W. (2014). Keanekaragaman Marchantiophyta Epifit Zona Montana di Kawasan Gunung Ungaran , Jawa Tengah Desy Aristria Sulistyowati , Lilih Khotim Perwati dan Erry Wiryani Abstrak, 16(1).
- Gradstein, S. R. (2017). *Guide to the Liverworts and Hornworts of Java GUIDE TO THE LIVERWORTS AND HORNWORTS OF JAVA Illustrations: Achmad Satiri Nurmann Lee Gaikee Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology.*
- Indriani, L., & Primandiri, P. R. (n.d.). INVENTARISASI LUMUT TERESTRIAL DI RORO KUNING NGANJUK Terrestrial Moss Inventory in Roro Kuning Nganjuk Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS, 340–343.
- Kinabalu, M., & Plagiochilaceae, V. P. (2015). The bryophytes of Sabah (North Borneo) with special reference to the BRYOTROP transect of Mount Kinabalu . V . Plagiochila (Plagiocbilaceae , *Bryotrop*, 2, 555–567. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/3996372>
- Lambusango, M., Buton, P., Tenggara, S., Natural, K., & Reserve, L. G. (2007). Lumut (Musci) di Kawasan Cagar Alam Kakenauwe dan Suaka, 8, 197–203.

- Paryono, A., & Rusmiyanto, E. P. (2017). Inventarisasi Lumut Hati Bertalus Kompleks (Kelas Marchantiopsida) Di Taman Kota Pontianak. *Protobiont*, 6(2), 16–21.
- Roziaty, E. (2016). Identifikasi Lumut Kerak (Lichen) Di Area Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta, 13(1), 770–776.
- Singh, A. P., Kumar, D., & Nath, V. (2008). Studies on the genera *Frullania* Raddi and *Jubula* Dum. from Meghalaya (India): Eastern Himalayas. *Taiwania*, 53(1), 51–84.
- Siregar, E. S., & Ariyanti, N. S. (2013). (MARCHANTIACEAE) OF MOUNT SIBAYAK NORTH SUMATRA , INDONESIA, 20(2), 73–80. <https://doi.org/10.11598/btb.2013.20.2.3>
- Waldi, R. (2017). Inventarisasi lumut di kawasan perkebunan karet PTPN 7 desa Sabah Balau, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung.
- Windadri, F. I., & Susan, D. (2013). Keanekaragaman Jenis Lumut di Kepulauan Raja Ampat, Papua Barat.



Bab V

Metode Pengamatan dan Identifikasi bryophyta

STANDART KOMPETENSI

Mahasiswa memahami metode pengamatan dan identifikasi bryophyta

KOMPETENSI DASAR

1. Mahasiswa memahami teknik pengamatan bryophyte dengan benar
2. Mahasiswa mampu menjelaskan teknis pengambilan sampel data melalui kegiatan diskusi
3. Mahasiswa mampu melakukan analisis data terhadap fenomena perkembangan *bryophyte*
4. Mahasiswa mampu membuat herbarium *bryophyte* secara langsung
5. Mahasiswa mampu membuat preparat awetan basah untuk tumbuhan *bryophyte*

Mencermati sangat beragamnya jenis Bryophyta atau tumbuhan lumut di Indonesia, maka sangat diperlukan pemahaman mengenai teknik serta cara untuk mengamati tumbuhan tersebut dengan baik. Teknik pengambilan sampel yang baik serta representative akan cukup mewakili untuk mengetahui keragaman jenis organisme termasuk lumut pada suatu kawasan. Secara umum prosedur yang dapat dilakukan untuk mengamati lumut dijabarkan sebagai berikut.

5.1. Penentuan lokasi pengambilan sampel

Langkah awal dalam suatu penelitian dengan tujuan untuk mengamati serta melakukan identifikasi keragaman lumut adalah menentukan lokasi tempat pengambilan sampel. Perlu dicermati dan difokuskan pada bagian mana dari suatu kawasan akan dijadikan sebagai tempat pengambilan sampel. Apakah cukup di lantai hutan, menempel pada pohon, di sekitar tepian sungai atau kombinasi lokasi dari ketiganya. Hal penting yang perlu diperhatikan untuk pengambilan sampel, sesuai dengan dasar penentuan sampel minimal adalah $1/3$ dari luasan atau populasi. Dengan demikian untuk memenuhi ketentuan tersebut, maka penting untuk mengetahui luas suatu hutan serta bagian mana yang akan ditentukan sebagai lokasi pengambilan sampel.

Pengambilan sampel dapat dilakukan dengan menggunakan metode jelajah berdasarkan wilayah yang akan diambil sampel lumutnya. Dengan menggunakan plot 2 x 2 meter yang dipasang di

sepanjang jalur tempat habitat dimana tumbuhan lumut berada (Indriani & Primandiri, n.d.). Untuk lokasi penelitian ini dapat dibagi menjadi tiga tempat atau lebih dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Pengambilan lokasi dapat diambil di kawasan hutan sekunder, kedua di kawasan hutan primer, dan ketiga di kawasan hutan yang lainnya yang ada di sekitar hutan utama. Selain hutan, karena kawasan habitat lumut sangat beragam dapat juga diambil sampel dari wilayah yang lebih simple yaitu di kawasan persawahan atau justru di kawasan wilayah sekolah atau pemukiman penduduk. Akan ada banyak kemungkinan bahwa jenis lumut yang didapatkan juga beragam.

Sampel lumut yang ditemukan diukur basal areanya lalu dan sampel keragaman lumut yang ditemukan dalam plot dapat diambil dengan substratnya dan dimasukkan dalam plastik klip untuk selanjutnya dapat dilakukan identifikasi.

Masing-masing kawasan akan dibuat minimal tiga jalur dengan metode garis berpetak dan pada setiap jalur ada lima plot dengan ukuran 20 meter x 20 meter untuk semua jenis pohon, 10 meter x 10 meter untuk semua jenis tiang, 5 meter x 5 meter untuk semua jenis pancang, dan 2 meter x 2 meter untuk semua jenis semai. Pada setiap plot satu dengan plot berikutnya berjarak sekitar 50 meter (Soerinegara dan Indrawan, 2012). Untuk kawasan di pinggir jalan masing-masing plot pada sebelah kiri dan sebelah kanan jalan dan tidak berhadapan tetapi berjarak sekitar lima meter.

5.2. Data untuk identifikasi yang dapat dikumpulkan.

Melakukan identifikasi lumut didasarkan pada keragaman jenis lumut yang didapatkan pada suatu wilayah. Oleh karena itu maka data keragaman lumut dapat dilakukan dengan mencermati keragaman dari lumut itu sendiri.

Keragaman lumut

Untuk mengetahui jenis-jenis lumut makadilakukan identifikasi lumut di laboratorium dan berdasarkan buku identifikasi lumut dengan mencocokkan ciri-ciri morfologi dan gambar yang ada, dapat juga melalui identifikasi di Puslit- Biologi LIPI Bogor. Proses identifikasi dilakukan pada tingkatan jenis lumut yang didapatkan.

Keragaman lumut yang didapatkan dari hasil pengamatan pada lokasi dapat diketahui keragamannya dengan mempergunakan rumus indeks keragaman yang sangat terkenal dari Shannon dan Wiener, yaitu:

$$H = -\sum \left(\frac{ni}{n} \right) \ln$$

Keterangan:

H ; Indeks keragaman

Ni ; jumlah individu

N ; jumlah total individu

Hasil indeks keragaman yang didapatkan kemudian dikriteriakan sebagai berikut:

- Jika $H' < 1$, maka menunjukkan tingkat keanekaragaman jenis yang rendah

- Jika $1 > H' > 3$, maka menunjukkan tingkat keanekaragaman jenis yang sedang
- Jika $H' > 3$, maka menunjukkan tingkat keanekaragaman jenis yang tinggi.

Vegetasi pohon

Melakukan data vegetasi pohon dalam suatu luasan atau kawasan dapat dipergunakan untuk mengetahui kualitas kawasan tersebut. Keberadaan vegetasi atau tanaman hijau memiliki banyak manfaat termasuk dalam fungsi ekologis seperti menyerap polutan dan menyediakan cukup oksigen bagi makhluk hidup lainnya sehingga akan memperbaiki kualitas iklim secara global. Dengan kemampuan untuk mendinginkan suhu dan menjaga kelembaban tersebut maka potensi untuk lumut dapat tumbuh dan berkembang menjadi sangat besar.

Data dari vegetasi pohon yang ada dalam suatu hutan, akan menjadi data pendukung untuk keragaman lumut yang didapatkan. Hal ini karena bisa diasumsikan bahwa semakin rapat suatu vegetasi dalam suatu ekosistem akan sangat berpengaruh untuk keragaman lumut yang ada. Kondisi ini sangat terkait dengan habitat dari lumut yang memang sangat mudah hidup pada kondisi lingkungan yang lembab dan cenderung dingin. Pengukuran kerapatan vegetasi dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Jumlah dari individu}}{\text{Luas contoh}}$$

$$\text{Kerapatan relatif (\%)} = \frac{\text{Kerapatan dari suatu spesies atau jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Dominansi} = \frac{\text{Jumlah bidang dasar}}{\text{Luas petak contoh}}$$

$$\text{Dominansi relatif (\%)} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi dari seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah plot diketemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot}}$$

$$\text{Frekuensi relatif} = \frac{\text{Frekuensi dari suatu jenis}}{\text{Frekuensi dari seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Nilai penting} = \text{Kerapatan relatif} + \text{Dominansi relatif} + \text{Frekuensi relatif}$$

Nilai penting yang didapatkan menjadi gambaran kondisi suatu wilayah yang menunjukkan kondisi wilayah tersebut dari sisi kelembaban, dominansi vegetasi tertentu dan kondisi suhu. Banyaknya vegetasi akan membentuk suatu naungan sehingga menahan sinar matahari terik untuk sampai pada lantai hutan alam maupun buatan, sehingga kemungkinan lumut tumbuh akan sangat tinggi. Demikian juga akan terjadi perbedaan yang signifikan antara di wilayah kawasan dan di luar kawasan. Dan perbedaan suhu tersebut dapat berada pada kisaran antara 5° – 6°celsius. Sehingga apabila di luar kawasan hutan suhu berada pada kisaran 32°C, maka dibawah naungan atau di dalam hutan dapat berada pada kisaran 27°C saja dan menjadi lebih dingin serta sejuk. Dengan demikian keberadaan vegetasi tersebut mampu membuang dan mereduksi panas matahari dengan baik.

Data pendukung lain yang dapat dipergunakan untuk mengetahui kondisi perkembangan lumut adalah data suhu dan kelembaban. Data ini penting untuk diseskripsikan karena sesuai dengan teori, bahwa lumut menghendaki kondisi habitat yang lembab untuk pertumbuhannya. Pengukuran faktor fisik lingkungan dapat dilakukan bersamaan dengan saat pengambilan sampel dalam plot. Adapun faktor fisik lingkungan yang diukur antara lain adalah suhu udara, yang pengukurannya menggunakan thermometer dengan cara menggantungkan alat thermometer di atas pohon atau tiang. Data pendukung kedua yang dapat diukur adalah kelembaban udara. Pengukuran yang kedua yaitu kelembaban udara dengan menggunakan *hygrometer* dengan cara menggantungkan alat tersebut di atas pohon atau tiang.

5.3. Pembuatan preparat basah untuk proses identifikasi lumut

Pengamatan pada lumut juga dapat dilakukan dengan mencermati preparat basah, merupakan awetan yang dipergunakan untuk mengkoleksi tumbuhan maupun hewan dengan ukuran yang cukup besar. Keuntungan dengan adanya awetan basah ini adalah bahwa seluruh bagian dari tumbuhan maupun hewan akan berada dalam keadaan utuh sehingga akan lebih mudah untuk diamati. Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat preparat awetan basah adalah sebagai berikut.

Alat yang dibutuhkan yaitu:

- botol selai/ toples plastic bening dengan ukuran beragam (menyesuaikan dengan preparat yang akan dibuat).
- gelas ukur, untuk menentukan jumlah larutan yang akan dipergunakan
- kertas label, dipergunakan untuk menandai setiap botol specimen yang sudah dibuat.
- pisau untuk mengambil preparat lumut dari habitatnya

Bahan yang dibutuhkan yaitu:

- sampel specimen lumut yang akan diambil dan dikoleksi
- formalin murni, sebagai perendam specimen
- aquades, sebagai campuran dari formalin
- alcohol, 70% sebagai pencampur larutan awetan
- asam asetat, 20% sebagai pencampur larutan awetan

1) Prosedur pembuatan preparat awetan basah

Pengambilan sampel lumut dari habitatnya secara hati-hati dengan menggunakan pisau maupun alat pencongkel lainnya. Bersihkan kotoran yang masih menempel pada bagian dari lumut yang diambil tersebut. Sementara dipersiapkan larutan awetan dengan komposisi: asam asetat glasial 5 ml, formalin sebanyak 10 ml dan etil alcohol sebanyak 50 ml. Selanjutnya untuk mempertahankan warna hijau pada lumut perlu ditambahkan larutan fiksatif yang terbuat

dari larutan tembaga sulfat (tembaga sulfat 0,2 g dan aquades 35 ml).

Kegiatan dimulai dengan mematikan lumut yang sudah diambil dengan merendamnya dalam larutan fiksatif selama 48 jam (dua hari). Isi botol selai atau toples dengan alcohol 75% sebagai pengawetnya, setinggi sepertiga botol/ toples tersebut. Hati-hati dengan mengupayakan agar tidak terlalu banyak sehingga saat lumut direndam maka alcohol tidak tertumpah keluar. Masukkan lumut yang sudah diawetkan sebelumnya (dalam larutan fiksatif) dalam botol penyimpanan. Atur posisi lumut sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam pengamatan. Berilah label dengan cara menempelkannya di bagian luar botol awetan lumut tersebut. Untuk pemeliharaan, maka setelah larutan menjadi keruh atau berkurang jumlahnya maka dapat diganti dengan larutan awetan yang baru dengan berhati-hati.

Perawatan terhadap preparat awetan basah yang sudah jadi dilakukan dengan menyimpannya dalam freezer atau kulkas. Tujuan perawatan ini adalah mematikan keberadaan telur-telur serangga dan larva yang mungkin masih menempel pada awetan tersebut. Cara lainnya dengan resiko yang mahal adalah dengan memberikan radiasi pada awetan yang dapat dilaksanakan satu tahun sekali saja.

2) Pembuatan herbarium untuk identifikasi lumut

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi suatu tumbuhan adalah dengan

membuat awetan basah atau kering. Herbarium merupakan sampel tumbuhan yang dikeringkan yang bermanfaat dalam melakukan pengenalan dan identifikasi jenis tumbuhan tersebut. Herbarium yang baik adalah yang mampu memuat seluruh bagian tumbuhan yang representative, yang meliputi organ-organ penting untuk dilakukan identifikasi.

Herbarium yang dibuat untuk mengidentifikasi tumbuhan tingkat rendah (seperti lumut), maka organ-organ pendukung seperti spora serta bagian spesifik lainnya (gametofit atau sporogonium) dapat disertakan. Bahkan berbeda dengan tumbuhan tinggi, maka bagian *stem* (bagian yang menyerupai batang) dan *rizoid* (bagian yang menyerupai akar) dapat disertakan dalam pembuatan herbarium tersebut.

Untuk jenis tumbuhan yang diinginkan bentuk morfologi secara keseluruhan, maka pembuatan herbarium atau preparat awetan kering adalah salah satu cara yang dapat dilakukan. Keunggulan pembuatan preparat adalah akan didapatkannya bentuk tumbuhan secara detail mulai dari akar, batang dan daun bahkan hingga bunga dan buah (apabila ada). Pembuatan herbarium tidak membutuhkan alat dan bahan yang rumit sehingga relative mudah dilakukan. Kelemahan dari preparat berbentuk herbarium adalah tidak bisa dipergunakan untuk mengawetkan tanaman besar dan berkayu. Kebanyakan jenis tumbuhan rendah seperti halnya lumut yang diawetkan dengan cara dibuat herbarium ini. Di sisi lain hasil dari herbarium biasanya rapuh dan akan mudah rusak apabila tidak ditangani atau dirawat dengan hati-hati.

Peralatan yang dibutuhkan untuk membuat herbarium antara lain adalah sebagai berikut:

- Pisau, dengan besar bervariasi yang dipergunakan untuk mengambil lumut dari habitatnya. Sebagai alat cadangan mungkin dapat juga dipergunakan alat pencongkel yang lainnya.
- Gunting, untuk memotong dan menggunting alat maupun specimen tumbuhan yang akan diherbarium.
- Sarung tangan plastik atau karet, untuk melindungi tangan saat mengambil sampel.
- Lup atau kaca pembesar, dapat dipergunakan untuk mengamati struktur anatomi atau morfologi yang bentuknya kecil (sporofit, gametofit, atau sopogonium).
- Amplop atau kantung kertas dengan besar bervariasi, sebagai tempat dimana lumut yang diambil dapat disimpan.
- Jarum, untuk membantu menempatkan herbarium pada kertas dan memudahkan menempatkan per-bagian yang akan ditempelkan.
- Spatula, untuk membantu mengoleskan lem serta menempatkan bagian tumbuhan dengan lebih rapi dan baik.
- Alat tulis, pena, spidol, lem, stapler, isolasi untuk memudahkan memberikan identitas pada lumut yang dikoleksi.
- Kamera, dipergunakan untuk mendokumentasikan tumbuhan lumut yang ada di lapangan sehingga dapat dipergunakan sebagai pembanding apabila herbarium sudah diselesaikan dibuat.

- Kertas koran, untuk menyimpan dan mengeringanginkan lumut yang akan dijadikan sebagai specimen.

3) Prosedur kerja pembuatan herbarium.

Prosedur yang dapat dilakukan untuk membuat herbarium dengan specimen khususnya adalah lumut disampaikan sebagai berikut. Pertama kali setelah menentukan lokasi pengambilan sampel, maka lumut diambil dari tempat tumbuhnya (tanah, permukaan, bebatuan, kulit batang) dengan bantuan pisau atau alat pencongkel lainnya. Selanjutnya lumut yang sudah didapatkan dapat dimasukkan ke dalam amplop terpisah, kemudian di beri label yang telah di diberi nomer urut dan nama kolektor, dan ditulis dengan pena sehingga tidak mudah hilang.

Lumut yang sudah didapatkan kemudian diproses menjadispesimen herbarium dengan cara diangin-anginkan dan tidak perlu mendapatkan cahaya matahari secara langsung, karena justru akan mengalami perubahan warna. Teknik lain yang dapat dipergunakan adalah dengan memasukkan lumut-lumut yang sudah didapatkan tersebut dalam lembaran-lembaran kertas korandan sebaiknya Koran-koran tersebut setiap hari diganti. Proses tersebut dilakukan hingga tumbuhan lumut tampak cukup kering dengan warna yang masih relative bagus (tidak berubah warna dari warna aslinya). Setelah kering lumut disimpan dalam amplop kertas yang telah dilipat, kemudian diberi label dengan keterangan tentang nama jenis (apabila diketahui jenisnya), nama

kolektor, nomer koleksi, tempat/daerah asal koleksi, habitat, data tanggal determinasi dan keterangan lain yang dianggap perlu (Barat et al., 2014). Langkah detail dalam prosedur pembuatan herbarium menurut

a. Langkah awal

- Menempatkan semua specimen lumut yang didapat di area kerja tersendiri dan diklasifikasikan menggunakan kertas / lembar khusus untuk arsip herbarium.
- Selalu meletakkan pelindung seperti kardus atau kertas tebal (karton) di bawah kertas / lembar pemasangan herbarium.
- Menempatkan spesimen tanaman pada koran asli / kertas biasa dan letakkan di atas kertas manila atau koran yang lebih tebal.
- Selalu berhati-hati saat membuka koran yang berisi spesimen tanaman dengan memperhatikan bagian longgar yang berisi bagian seperti (biji, daun, atau bagian lainnya).
- Jika spesimen dirasa terlalu tebal untuk satu herbarium maka pertimbangkan apakah bahan tanaman berlebih seharusnya disimpan sebagai duplikat (lebih dari satu bagian herbarium). Jika memang diputuskan untuk disimpan sebagai herbarium, maka perludibuat salinan label lain sebagai arsip.
- Tempatkan label di sudut kanan bawah, dan upayakan selalu konsisten peletakkan label tersebut.
- Pastikan bahwa ada cukup ruang penyimpanan untuk herbarium dan dimulai dari posisi di kiri atas dan berlanjut terus ke bagian sebelahnya dengan teratur.

- Atur spesimen pada kertas pemasangan dengan menampilkan bunga dan daun lebar untuk ditonjolkan. Penentuan posisi penting, dan sebaiknya posisi akar ke bawah dan bunga ke atas.
- Menyimpan bagian tanaman yang tebal, seperti bunga, di bagian tengah ke sisi kiri kertas.
- Mengatur posisi spesimen secara diagonal dan jika memungkinkan, sediakan lebih banyak ruang di atas label untuk anotasi serta ruang untuk memudahkan pembukaan paket spesimen jika diperlukan.
- Atur lipatan untuk mengarah ke tanaman specimen sehingga memungkinkan apabila tumpah dan jatuh maka akan menuju ke arah spesimen tumbuhan tersebut, sehingga kemungkinan kerusakan akan kecil.
- Jangan hilangkan daun-daun tua pada specimen karena perlu untuk ditampilkan, serta perhatikan juga bagian tanaman yang patah untuk tetap ditempatkan atau dikembalikan lagi dalam paket herbarium yang sudah dibuat.
- Hilangkan kelebihan tanah, benda asing atau kotoran dari tanaman specimen dengan mengetuk perlahan atau menggunakan alat bantu seperti jarum, cutter atau pisau.
- Gunakan pemberat dengan benda lain yang sesuai untuk menahan posisi specimen seperti diinginkan.
- Seluruh bagian tumbuhan specimen harus sesuai dengan tepi kertas tempat pemasangan serta jangan menempatkan bagian-bagian tanaman terlalu dekat dengan ujung kertas.



Mengambil
specimen lumut



Atur bagian
tumbuhan (lumut)
yang akan dibuat
herbariumnya



Beberapa specimen
yang sudah siap
dibuat menjadi
herbarium, karena
sudah mengalami
proses kering
angin.

Gambar 1. Proses pembuatan herbarium dan perkiraan hasil

b. Herbarium dengan aplikasi lem

- Lekatkan label dengan posisi hampir merata dengan tepi kertas pemasangan namun tidak tumpang tindih dengan bagian tepinya.
- Gunakan lem yang bagus dan usapkan sangat tipis di tepi dan di tengah label (terlalu banyak lem akan menyebabkan label dan kertas spesimen menggulung ke atas saat lem mengering)

- Saat melakukan pengeleman letakkan lem dengan hati-hati di bagian bawah tanaman dengan menggunakan spatula, dan bukan langsung dikeluarkan lem dari tempatnya.
- Alat utama yang digunakan adalah spatula dan jarum (untuk membantu menentukan titik-titik penting pengeleman dan merapikan), menempatkan posisi tanaman dengan baik, dan mengangkat tanaman untuk menambahkan atau mengurangi lem jika dirasa terlalu.
- Utamakan terlebih dahulu menempelkan bagian dasar tanaman atau bagian alat reproduksinya terlebih dahulu, kemudian secara sistematis menuju ke bagian ujung yang berlawanan dari tanaman tersebut.
- Seluruh permukaan tanaman tidak harus dilem, perhatikan bagian tumbuhan yang tebal dan tipis sehingga dapat menjadi pertimbangan banyak sedikitnya lem yang akan dipergunakan.
- Untuk bagian-bagian tertentu, seperti daun misalnya, maka lem dapat dioleskan sedikit saja pada bagian tengahnya sehingga tidak perlu keseluruhan daun untuk dioles dengan lem.
- Setelah semua bagian tumbuhan specimen selesai ditempel, periksa kembalikiran untuk melihat apakah ada bagian-bagian tanaman yang tersisa(jangan membuang apapun bagian tanaman).

c. Teknik pelabelan pada herbarium

Pelabelan pada herbarium yang sudah jadi merupakan bagian penting yang selanjutnya dilakukan. Label yang jelas akan memberikan informasi yang sangat berguna bagi pembaca dalam melakukan identifikasi terhadap herbarium yang sudah disusun. Dengan demikian semakin detail informasi yang didapatkan melalui label yang dibuat, maka akan semakin lengkap informasi yang didapatkan. Contoh informasi yang dapat diberikan pada label untuk herbarium yang kita buat adalah sebagai berikut.

<i>Nama local spesies</i>	: -----
<i>Nama latin spesies</i>	: -----
<i>Nama kolektor</i>	: -----
<i>Nomer koleksi</i>	: -----
<i>Tanggal koleksi</i>	: -----
<i>Lokasi didapatkan</i>	: -----
<i>Habitat</i>	: -----
<i>Karakteristik lumut</i>	: -----
<i>Fungsi sebagai obat</i>	: -----
<i>Warna dan aroma</i>	: -----
<i>Bulu di permukaan</i>	: -----
<i>Struktur batang</i>	: -----
<i>Polinator</i>	: -----

Gambar 2. Contoh pelabelan untuk herbarium yang dibuat

Contoh kegiatan praktikum untuk mengamati lumut dan melakukan observasinya dapat dilakukan dengan cara eksperimen atau pengamatan pada tiga kelas dari lumut, yaitu lumut hati (*marchantia*), lumut tanduk (*anthoceros*) dan lumut daun (*musci*).

1) Dasar kegiatan

Prinsip eksperimen yang akan dilakukan berdasarkan ciri dan kondisi lumut itu sendiri. Yaitu bahwa tumbuhan lumut (*bryophyte*) merupakan spesies awal, yang tidak memiliki diferensiasi jaringan vascular atau jaringan pengangkut dan juga akar. Kebanyakan dari lumut memiliki bentuk diferensiasi yang mirip dengan batang dan daun. Sebagian besar *bryofita* hidup di lingkungan yang lembab, dengan organ reproduksi yaitu spermogonium dan *archegonium*, serta ovum yang dibuahi dan berkembang menjadi embrio. Siklus perkembangan tersebut merupakan jenis siklus pertumbuhan heterogenesis dengan bentuk gametofit yang lebih berkembang.

2) Tujuan eksperimen

- Untuk mengetahui ciri dari tumbuhan lumut *Marchantia*, *Anthoceros* dan *Musci*.
- Untuk mengklasifikasikan jenis lumut yang didapatkan dan menempatkannya dalam struktur kerajaan tumbuhan.

3) Alat dan bahan yang dibutuhkan

Alat : mikroskop, kaca pembesar, kaca obyek, kaca penutup, mikroskop cahaya, pisau.

Bahan : lumut hati, lumut tanduk, dapat juga preparat awetan yang sudah ada.

4) Prosedur pelaksanaan

Pengamatan yang dilakukan untuk tumbuhan lumut hati (*Marchantia*), dapat dilakukan pada

- bentuk sporofit dan gametofit

- melakukan identifikasi epidermis, asimilasi jaringan pori udara, ruang udara dan interventricularseptum, sel parenkim
- mengetahui kondisi dan bentuk jaringan epidermis melalui irisan penampang melintang
- bentuk dan kondisi rizoid monoseluler
- bentuk dan kondisipiala Gemma dan Gemma

5.4. Identifikasi Lumut

Kegiatan identifikasi lumut di Indonesia, khususnya di Jawa telah dilaksanakan sejak tahun 1800, terus berkembang hingga tahun 1960 an. Sejak saat itu sangat sedikit pekerjaan identifikasi dilakukan pada lumut hati dan lumut tanduk di Jawa. Padahal sejumlah besar makalah taksonomi pada lumut hati dan lumut tanduk dari Asia Tenggara telah muncul sejak tahun 1960, dan banyak di antaranya berisi deskripsi spesies dari Jawa. Hingga tahun 2010sebanyak 568 spesies lumut terdaftar terdapat di pulau Jawa. Dari jumlah ini, sekitar 480 adalah spesies baik yang telah dipelajari dan diterima dalam revisi taksonomi dan sebagian besar dilaporkan berada di Jawa Barat, beberapa dari Jawa Tengah dan Jawa Timur. Ke-88 spesies yang tersisa adalah taxa berbahaya yang belum diteliti secara kritis dan mungkin memiliki kemiripan dengan taxa sebelumnya (Gradstein, 2017).

Hingga saat ini masih belum ada alat modern yang dipergunakan untuk identifikasilumut hati dan lumut tanduk di Jawa. Kunci untuk genera dan spesies tertentu masih tersebar dalam literatur, dan pada

kondisi benar-benar kurang. Dalam salah satu publikasi hasil penelitian, ditemukan sekitar 430 spesies lumut hati (dalam 107 genus dan 39 keluarga) dan 15 spesies lumut tanduk (7 genus, 4 keluarga). Spesies tambahan yang dicatat dari Jawa, yang masih sedikit diketahui dan membutuhkan penelitian lebih lanjut, secara singkat disebutkan. Selain itu, bab pengantar tentang morfologi, ekologi dan klasifikasi lumut hati dan lumut tanduk Jawa, daftar istilah teknis, daftar singkatan, dan indeks untuk nama ilmiah sangat perlu untuk disediakan.

Lumut hati (*Marchantiophyta* atau *Hepaticae*) mencakup sekitar 6000 spesies di seluruh dunia dan merupakan kelompok dasar dari tanaman darat yang masih ada, selanjutnya secara evolusi diikuti oleh lumut daun, lumut tanduk, dan tanaman vascular (tanaman berpembuluh). Perbedaan antara ketiga grup lumut ditampilkan pada Tabel 1. Karakter unik lumut hati, memisahkannya dari lumut daun dan lumut tanduk, dengan berbagai jenis cabang, terdapatnya minyak dalam sel, dan pematangan sinkron dari spora serta perpanjangan seta.

Siklus hidup lumut hati ditandai dengan pergantian dua generasi: gametofit (generasi yang menghasilkan gamet untuk reproduksi seksual) dan sporofit (generasi yang menghasilkan spora untuk penyebaran). Seperti pada *bryofita* lainnya, gametofit lumut hati adalah tanaman hijau yang hidup bebas sedangkan sporofit adalah "parasit", yang mengambil nutrisi untuk pertumbuhannya dari gametofit yang melekat secara permanen. Gametofit

lumut hati terdiri dari batang dan daun di lumut hati berdaun dan melekat pada substrat oleh rambut satu sel (rhizoid).

Lumut hati seperti *bryophytes* lainnya tidak memiliki akar. Sporofit darilumut hati terdiri dari kaki, seta, dan kapsul yang mengandung spora serta elaters. Spora berkecambah menjadi protonema kecil dari yang barugametofit berkembang. Dalam lumut hati, protonema biasanya thalloid, dan memunculkannya satu gametofit.

Tabel 1. Perbedaan antara lumut hati, lumut daun dan lumut tanduk

	Lumut hati	Lumut daun	Lumut tanduk
Tumbuhan	Terdapat batang dan daun dalam 2-3 baris, atau talus	Terdapat daun yang biasanya dalam bentuk spiral, tidak pernah memiliki tulang daun.	Talus
Ranting	Berasal dari sel meristem, epidermis batang, atau stem sel	Dari epidermis batang	Tidak ada
Daun	Tidak terbagi atau lobed. Hanya sedikit midrib.	Terdapat daun. Terkadang ditemui midrib terkadang tidak.	Tidak ada
Sel	Memiliki banyak kloroplas kecil. Terdapat badan penghasil minyak.	Memiliki banyak kloroplas kecil. Tidak terdapat badan penghasil minyak.	Dengan 1,2-4 kloroplas besar. Tidak terdapat badan penghasil minyak.

	Lumut hati	Lumut daun	Lumut tanduk
Rhizoid	Uniseluler	Pulriseluler	Uniseluler
Sporofit	Pertumbuhan oleh satu sel apikal. Sepenuhnya ditutupi hingga matang oleh calyptra dan organ pelindung khusus	Pertumbuhan oleh satu sel apikal. Bagian atas ketika muda tertutup oleh calyptra dan perlindungan lebih lanjut pada organ tersebut kurang.	Pertumbuhan oleh meristem basal. Bagian basal ditutupi oleh penutup; calyptra kurang.
Seta	Rapuh dan memanjang setelah spora mengalami pematangan.	Kaku, dan memanjang sebelum spora pematangan	Tidak ada
Kapsul	<i>Dehiscence</i> memiliki katup (1-4 (jarang operkulum). Memiliki elaters tetapi jarang ada kolumella dan peristome.	<i>Dehiscence</i> sekaligus adalah operkulum. Sedikit elaters. Terdapat kolumella. Terdapat peristome.	<i>Dehiscence</i> memiliki 2 katup. Terdapat elaters dan kolumella. Hanya sedikit peristome.
Kematangan spora	Matang secara bersamaan, sebelum perpanjangan seta.	Matang secara bersamaan, setelah perpanjangan seta.	Tidak bersamaan
Protonema	Sangat kecil, talus, memproduksi satu gametofit.	Berbentuk filament, memproduksi beberapa gametofit.	Sangat kecil, talus, memproduksi satu gametofit.

Daun lumut hati berdaun hanya satu sel tebal, tidak memiliki pelepah, dan sedangumumnya tersusun dalam tiga baris, 2 baris lateral dan satu baris ventral. Bagian bawah daun biasanya lebih kecil dari daun atas. Posisi daun lateral mungkin *inkubosa*, *succubous*, atau *transversal*. Pada daun yang berbulu, margin daun dorsal terletak di atas tepi ventral dari daun yang lebih muda di sebelahnya, pada daun yang silih berganti hanya sisi sebaliknya. Karakteristik lain dari daun lumut hati adalah kadang-kadang dibagi menjadi dua atau lebih lobus atau filamen. Lobus mungkin tidak seimbang dalam ukuran, lobus dorsal biasanya lebih besar dari ventral (kadang-kadang, dorsal lebih kecil). Sebuah lobus ventral kecil atau lobulus ditemukan dalam ordo *Porellales* yang termasuk kelompok lumut hati seperti *Frullaniaceae*, *Lejeuneaceae*, *Porellaceae*, dan *Radulaceae*.

Batang lumut hati berdaun biasanya agak tipis dan dapat bercabang dengan beragam. Pada potongan melintang batang terdiri dari lapisan luar sel yang disebut epidermis, dan bagian dalam, yang disebut medula. Epidermis yang terdiri atas sel-sel besar dan tipis disebut hyalodermis, dan epidermis dari beberapa lapisan sel berdinging tebal yang disebut korteks.

Sel-sel daun bervariasi dalam bentuk dan sering memiliki penebalan kolenkim yang disebut **trigon**. Sel-sel biasanya memiliki kloroplas dan badan minyak (vakuola berisi minyak) ketika segar. Organel dengan isi minyak tersebut adalah organel sel yang unik untuk lumut hati dan mengandung terpenoid. Jumlah organel

tersebut pada tiap sel, ukuran, dan struktur bervariasi dan merupakan dasar taksonomi yang penting. Pada beberapa lumut hati organel tersebut tersegmentasi halus atau kasar, dan di lain spesies cukup homogen. Organel dengan kandungan minyak tersebut hanya dapat diamati dalam kondisi lumut yang segar. Dalam daun *Frullaniaceae* dan beberapa anggota sel *Lejeuneaceae* khusus memiliki satu organel yang mengandung minyak sangat besar dan tidak memiliki kloroplas; sel-sel ini disebut **oselus**. Distribusi oselus dalam tanaman lumut tersebut merupakan karakter taksonomi tingkat seluler yang penting.

Organ reproduksi atau gametangia diproduksi pada batang atau cabang dan dikelilingi oleh **bracts** (bentuk modifikasi special pada daun). Gametangia jantan atau *antheridia* biasanya berbentuk bola dan melekat pada batang oleh tangkai tipis. Gametangia betina atau *archegonia* diproduksi di ujung tunas panjang atau pendek dan biasanya dikelilingi oleh organ tubular tipis yang disebut **perianth**. **Perianth** ini sangat kecil dan terbentuk sebelum pembuahan tetapi menjadi sangat membesar setelah pembuahan, muncul di luar **bracts** dan membungkus dan melindungi sporofit muda. **Perianth** bervariasi dalam bentuk dan struktur, dan memberikan karakter taksonomi penting. Pada beberapa taksa, perianth digantikan oleh struktur tubular yang lunak, yang disebut **marsupium** atau **perigynium**, yang berkembang dari jaringan induk atau dari kalyptra (*archegonium* yang telah

dimodifikasi). Seperti perianth, fungsi *marsupium* adalah perlindungan sporofit yang berkembang.

Sporofit lumut hati tersusun atas kaki kecil, yang melekatkan sporofit ke gametofit, tangkai atau seta, dan kapsul berisi spora. Sporofit diselimuti oleh kaliptra sampai spora matang. Seta tetap sangat pendek sampai spora matang; setelah itu memanjang dengan cepat dalam satu atau beberapa hari, dengan pemanjangan sel-selnya dengan cepat. Seta memanjang, tidak berwarna dan biasanya sangat halus. Kapsul matang berbentuk bulat atau silinder dan *dehisces* biasanya oleh empat katup. Dalam kapsul matang, ada spora yang uniseluler.

Organ memanjang sempit dengan satu atau lebih spiral menebal yang menyebabkan rotasi dan pergerakan elaters (gerakan higroskopis). Fungsi elater adalah membantu melepaskan spora dari kapsul. Pada sebagian besar lumut hati, elaters bebas di dalam kapsul tetapi di *Lejeuneaceae* dan *Frullaniaceae* elater melekat pada bagian atas dan bagian bawah dinding kapsul. Ketika kapsul terbuka dan katup membungkuk ke belakang, elaters yang melekat ini menjadi tertarik. Kemudian pecah di ujung basal dan terhembus ke udara sehingga menyemburkan spora.



Gambar 2. Individu *Frullania wallichiana* Mitt. 1. Tampilan ventral tanaman, 2. Tumbuhan fertil, 3. Penampang batang, 4-6. Daun, 7. Daunsel marginal, 8. Sel median daun, 9. Sel basal daun, 10-13. Underleaves, 14-15. Bracts betina, 16-18. Bracteoles betina, 19. Perianth, 20-22. Penampang perianth. *F. neurota* Tayl., 23. Tanaman yang fertil, 24. Penampang batang, 25-26. Daun, 27. Daun diperbesar, 28. Daun sel marginal, 29. Daun median sel, 30. Daun sel basal, 31-33. Underleaves, 34-35. bracts betina, 36. bracteole betina, 37. Perianth, 38. Penampang perianth. ((Singh, Kumar, & Nath, 2008))

Gambar 2 menunjukkan deskripsi lengkap dari individu *Frullania wallichiana* dengan komponen yang dapat dipergunakan untuk melakukan identifikasi. *Frullania wallichiana* Mitt. tersebut menunjukkan keragaman yang menarik dalam warnanya (hijau kekuningan muda sampai coklat gelap); ukuran (25-50 mm); daun lobus oval-lonjong, datar, atau umumnya dengan apeks, ukuran (1,45-1,70 mm panjang dan 1,18-1,38 mm lebar); ukuran di bawah permukaan (0,85-1,25 mm baik dalam lebar dan panjang) margin bergelombang ke seluruh, subacute-bulan sinus untuk bulan sabit yang berbeda, dan 100-200 μm .

Spora lumut hati bertunas menjadi protonema kecil yang berbentuk thalloid. Setiap protonema menimbulkan hanya satu gametofit baru, berbeda dari lumut yang memiliki protonemata yang dapat menimbulkan lebih dari satu gametofit. Reproduksi vegetatif sangat umum di lumut hati dan mungkin terjadiregenerasi dari daun atau sel punca, oleh gemmae yang diproduksi di permukaan atau margin daun dan juga oleh daun yang terfragmentasi.

Morfologi Talus Lumut Hati

Thalloid memiliki gametofit atau talus yang kurang lebih menyerupai pita hijau, yang tidak bisa dibedakan menjadi batang dan daun. Talus biasanya dikotom bercabang dan kadang-kadang menyirip. Terdapat dua kelompok utama dari lumut hati yaitu: lumut hati talus sederhana (*Jungermannioptida* subclass *Metzgeriidae*) dan lumut hati talus kompleks (*Marchantiopsida*). Talus lumut hati sederhana semua sel-sel-nya berwarna hijau terisi klorofil dan organel

berisi minyak. Sedangkan pada lumut hati yang kompleks, talus dibedakan secara internal, yaitu yang memiliki jaringan hijau di sisi punggung dan jaringan tanpa warna di sisi perut.

Jaringan hijau biasanya mengandung ruang udara yang terbuka oleh pori-pori ke arah permukaan talus atas dan sel-sel hijau hanya sedikit mengandung organel minyak. Jaringan ventrikel tidak berwarna untuk penyimpanan metabolit dan sering mengandung sel minyak khusus atau *oselus* yang diisi dengan organel besar berisi minyak. Talus lumut hati sederhana dan kompleks juga berbeda dalam susunan rizoid dan ukuran. Dinding rhizoid selalu halus dalam lumut hati talus sederhana dan tidak ada sisik di permukaan ventral. Dalam lumut hati talus kompleks, maka dinding rhizoid halus atau *papillose* padat, dengan proyeksi *papillase* seperti banyak terdapat di dinding bagian dalam.

Antheridia dan archegonia dari lumut hati diproduksi di permukaan talus, di dalam talus, atau pada organ yang disebut *gemma cup*. *Receptacles* hanya ditemukan di lumut hatitalus kompleks (*Marchantiopsida*), dan terjadi setelah pembuahan. *Antheridiophores* jarang dan hanya ditemukan di keluarga *Marchantiaceae* (*Marchantia*, *Dumortiera*), dan di semua lumut hati talus kompleks lainnya maka antheridium tidak memiliki tangkai.

Arkegonium dan sporophyte muda sering dikelilingi oleh pelindung yang disebut pseudoperian. Selain itu, sporofit muda diselimuti oleh calyptra, yang biasanya sangat tipis tetapi tebal dan berdaging seperti

dimiliki oleh *Aneuraceae* (*Aneura*, *Riccardia*, *Lobatiriccardia*).

Sporofit dari lumut hati mirip dengan lumut hati berdaun tetapi model pembukaan kapsul lebih bervariasi yaitu dapat terdiri dari 1-4 katup. Dalam lumut hati yang kompleks, seta sangat pendek atau kurang, dan elaters kadang-kadang tidak ada (*Riccia*). Spora matang bervariasi dalam ukuran dan di *Marchantiopsida* dan *Fossombronia* sering sangat besar dan dilengkapi dengan permukaan luar yang kaya ornamen. Spora besar ini sangat tahan terhadap kekeringan dan embun beku, dan dapat mempertahankan kemampuan berkecambah selama bertahun-tahun. Elaters bebas dalam kapsul kecuali di spesies *Aneuraceae* dan *Metzgeriaceae*, di mana elaters terpasang seperti sikat untuk jaringan dinding kapsul khusus yang disebut *elaterophore*. Reproduksi vegetatif pada lumut hati mungkin dengan regenerasi sederhana dari sel talus, diproduksi oleh *gemma cup* yang ada pada permukaan talus (*Metzgeria*), atau dalam struktur khusus seperti cup (*Marchantia*, *Lunularia*).

Morfologi lumut tanduk

Lumut tanduk (*Anthocerophyta* atau *Anthocerotae*) mungkin terdapat sekitar 200 spesies di seluruh dunia. Di masa lalu, lumut tanduk sering diperlakukan sebagai bagian dari lumut hati karena kemiripannya. Akan tetapi banyak fitur unik, yang menunjukkan bahwa lumut tanduk perlu dipisahkan dari lumut hati. Beberapa spesies tanduk, termasuk anggota genus *Anthoceros*, *Folioceros*, *Notothylas* dan *Phaeoceros*, tumbuh di tanah di tempat yang agak

terbuka, di sepanjang sungai dan anak sungai, dan di tepi jalan. Spesies *Dendroceros* dan *Megaceros* tersebut biasanya tumbuh di hutan pegunungan lembab pada kulit kayu, kayu lapuk atau batu, atau bahkan pada daun tumbuhan yang hidup.

Seperti bryophytes lainnya, lumut tanduk memiliki gametofit dan sporofit, dengansporofit yang tersisa melekat pada gametophyte sepanjang hidupnya. Struktur gametofit dan sporofit dari lumut tanduk berbeda secara fundamental dari lumut daun dan lumut hati. Pertama, sel talus dari lumut tanduk selalu berdinding tipis dan hanya memiliki 1 kloroplas besar setiap sel (2-4 dalam *Megaceros*). Setiap kloroplas biasanya diberikan dengan satu atau lebih *pyrenoids*, yaitu organel khusus yang terlibat dalam sintesis pati yang hanya ditemukan pada lumut tanduk dan alga. Sel-sel tidak memiliki organel yang mengandung minyak, dengan rizoid yang memiliki dinding tipis dan cakup halus.

Talus dari lumut tanduk biasanya terdiri dari beberapa lapisan sel yang tebal sampai ke tepi. Pada *Dendroceros*, bagian tengah talus lebih tebal dari yang lain dan dibedakan menjadi pelepah diskrit. Dalam beberapa genus (*Anthoceros*, *Folioceros*, *Dendroceros*) terdapat lubang besar di dalam talus, yang terbentuk oleh penghancuran sel. Di sisi perut thallus ada ruang udara kecil yang terbuka ke luar melalui pori-pori. Pori-poritersebut mengandung koloni *cyanobacteria* dari genus *Nostoc*. Koloni *Nostoc* mempertahankan hubungan simbiosis dengan lumut tanduk, memperbaiki nitrogen dari udara dan pada gilirannya

menerima karbohidrat dari tanaman lumut tanduk. Koloni tersebut terlihat dari sisi punggung sebagai titik kehitaman yang ada di talus.

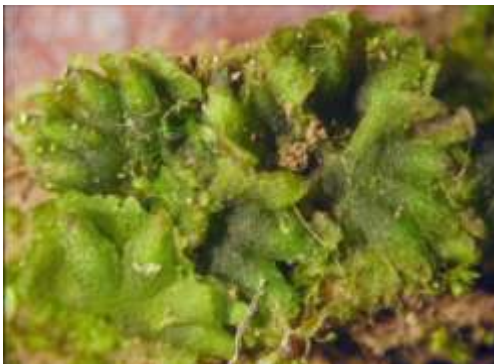
Tidak seperti lumut daun dan lumut hati, gametangia dari lumut tanduk berasal dari sel-sel subepidermal di talus, dan bukan dari epidermal. Dalam hal ini, lumut tanduk menyerupai paku-pakuan. Antheridia berbentuk bulat dan terletak dalam kelompok atau soliter di rongga dorsal talus yang kecil. Archegonia terbenam di sisi dorsal talus, dan leher muncul di luar permukaan thallus dorsal. Sporofit dari lumut tanduk terdiri dari kaki yang menahan sporofit ke dalam thallus, dan sebuah kapsul linear panjang. Satu seta kurang dalam lumut tanduk. Karakter unik dari kapsul lumut tanduk adalah bentuk linearnya yang sempit, pertumbuhannya dari jaringan meristematik di dasar kapsul (meristem intercalary), dan pematangan spora terjadi bertahap, terjadi langkah demi langkah dari puncak ke dasar kapsul. Pori-pori atau stomata biasanya ada di epidermis dinding kapsul.

Pada lumut tanduk muda, kapsul dilindungi oleh sel-sel yang diproduksi oleh gametofit, yaitu *involucre*. Dalam *Notothylas*, yang memiliki kapsul agak pendek, *involucre* mengelilingi hampir seluruh kapsul sampai spora matang. Secara internal, kapsul lumut tanduk memiliki sumbu pusat jaringan steril, kolumella, yang dikelilingi oleh jaringan sporogenous, yang menghasilkan spora dan elaters. Spora lumut tanduk biasanya kaya ornamen di permukaan luar, kecil dan uniseluler, atau besar dan multisel. Seperti di *Dendroceros* karena perkecambahan protonema di

dalam dinding spora. Elaters sering multiseluler tanpa spiral (*Anthoceros*, *Folioceros*, *Phaeoceros*), dan disebut *pseudo-elaters*. Reproduksi vegetatif jarang terjadi di lumut tanduk dan dapat terjadi oleh segmen thallus kisi (*Megaceros*) atau oleh *subterraneous*, organ tunas seperti, umbi (*Phaeoceros*). Produksi umbi-umbian ini merupakan adaptasi terhadap iklim tropis atau subtropis yang agak kering, di mana talus, dengan pengecualian umbi-umbian, mati kembali selama periode kering.



Gambar 5.
dendroceros



Gambar 6.
Notothylas

5.5. Kamus Identifikasi Lumut

Berdasarkan identifikasi yang terdapat dalam artikel (Gradstein, 2017), terutama untuk lumut hati dan lumut tanduk yang ada di wilayah Jawa dapat dicermati dari terjemahan sebagai berikut.

1. Tanaman dengan dedaunan (daun terkadang seperti rambut)2
1. Tanaman thalloid, tanpa daun (Gambar 1-18)4
2. Daun dengan pelepet (pelepah lebih dari 1 lapisan sel tebal)**Lumut (Bryophyta s.str.)**
2. Midrib 3
3. Daun dalam 2-3 baris memanjang**Kunci 4 (lumut hati berdaun)**
3. Daun dalam 4 baris atau lebih, atau dalam bentuk spiral (tetapi kadang-kadang daun rata dan tampak dalam 2 baris; periksa dengan teliti **Mosses (Bryophyta s.str.)**
4. Talus hanya satu lapisan sel tebal 5
4. Talus lebih dari satu sel lapisan tebal 8
5. Talus dengan pelepah 6
5. Talus tanpa pelepah7
6. Talus dengan satu pelepah, pelepah tidak berwarna. Thallus margin dengan rambut..... **Metzgeria (Kunci 3: bait 32)**
6. Talus dengan beberapa pelepah atau dengan pelepah bercabang, pelepah biasanya berwarna hitam. Talusmargin tanpa rambut**Hymenophyllaceae** (pakis)
7. Talus pada daun hidup di hutan hujan montane, sangat kecil dan berwarna pucat, ± menyirip, thallus margin dengan silia. Gametangia diproduksi pada dahan pendek berdaun.. **Cololejeunea metzgeriopsis** (Goebel) Gradst et al. (= **Metzgeriopsis pusilla Goebel**) (**Lejeuneaceae**)

7. Taluspada tanah atau kulit kayu, hijau muda, sederhana atau bercabang tidak beraturan, margin tanpa silia. Cabang-cabang berdaun kurang **prothallium**
8. Sel dengan 1 (-4) kloroplas besar. Kapsul linear (jarang berbentuk telur: *Notothylas*), hijau, menjadi hitam setelah dehiscence. Kapsul membukaperlahan dari puncak ke bawah (selama periode minggu atau bulan) **Kunci 2 (Lumut tanduk)**
8. Sel dengan banyak kloroplas kecil. Kapsul bulat ke elips, hitam saat dewasa (sebelum dehiscence). Pembukaan kapsul sekaligus (tidak perlahan) **Kunci 3 (Lumut hati)**

Kunci 2. Lumut Tanduk

1. Permukaan talus tertutup rapat oleh lacinia kecil. Permukaan involucre ditutupi oleh lamela. Spora kuning, elaters berwarna coklat gelap **Paraphymatoceros hirticalyx (Steph.) Stotler (= Anthoceros tjibodensis Meijer)**
1. Permukaan talus tidak tertutup rapat oleh lacinia kecil. Permukaan involucre biasanya halus (dengan lamela di *Notothylas javanicus*). Spora kuning, coklat, hitam, atau kuning pucat **2**
2. Setidaknya beberapa sel epidermis talus dengan 2 kloroplas. Talus hijau gelap ke hijau kehitaman. Spora hijau. Habitat pada batu basah, kayu busuk atau kulit kayu di hutan pegunungan..... **Megaceros flagellaris (Mitt.) Steph.) (= M. tjibodensis Campb.)**
2. Semua sel epidermis hanya 1 kloroplas. Talus hijau pucat sampai hijau tua. Spora berwarna kuning, coklat, hitam atau pucat, jarang hijau **3**
3. Epifit. Talus dengan pelepah tebal (periksa dengan saksama; pelepah kadang-kadang dikaburkan oleh talus yang kering).

- Permukaan talus sangat kering atau hampir rata. Spora besar, multiseluler **4 (*Dendroceros*)**
3. Di atas tanah. Talus tanpa pelepah tebal. Permukaan talus datar atau agak gepeng. Spora kecil, uniseluler..... **8**
4. Talus sangat tebal dan kuat. Permukaan talus tanpa perforasi **5**
4. Talus tidak tipis dan kering. Permukaan talus dengan atau tanpa perforasi **6**
5. Midrib tidak mencolok, kurang lebih 0,5 mm lebar, benar-benar tertutup oleh talus lobus. Midrib tanpa rongga. Spora berwarna coklat kekuningan..... ***Dendroceros acutilobus Steph***
5. Midrib mencolok, lebar hingga 1,5 mm, tidak sepenuhnya tertutup oleh lobus talus yang tipis. Midrib dengan rongga besar (penampang). Spora hijau ***Dendroceros difficilis Steph.***
6. Permukaan talus dengan banyak perforasi, terutama di dekat tepi. Talus dilemparkan dangkal, lobus biasanya membesar-cembung. **7**
6. Permukaan thallus tanpa perforasi. Talus hampir tidak melengkung, ± datar..... ***Dendroceros subplanus Steph.***
7. Midrib dengan rongga besar (bersilang) ***Dendroceros cavernosus Hasegawa***
7. Midrib tanpa rongga ***Dendroceros javanicus (Nees)***
8. Sporofit sedikit **9**
8. Terdapat Sporophyte..... **12**
9. Talus dengan gigi peristom berlubang, dan dengan koloni ganggang biru-hijau di dalam talus yang terlihat sebagai titik hitam **10**
9. Sedikit rongga dan koloni alga **11**
10. Talus ligulate sempit, tidak membentuk roset lengkap **15 (*Folioceros*)**

10. Thallus lebih luas, biasanya membentuk roset lengkap. Talus margin halus tipis***Anthoceros punctatus L.***
11. Talus membentuk roset lengkap, lobus imbricate. Talus margin tidak beraturan crenate-laciniate***Notothylas javanicus (Sande Lac.) Gottsche***
11. Talus tidak membentuk roset lengkap. Talus margin tidak tipi***Phaeoceros laevis (L.) Prosk***
12. Sporophyte ovoid, melekat hampir horizontal padatalus dan hampir seluruhnya tertutup oleh involucre berdaging. Permukaan involucre kasar oleh lamellae dan lacinia. Tidak ada elaters. Spora kuning.***Notothylas javanicus (Sande Lac.) Gottsche***
12. Sporophyte lurus panjang, berdiri tegak. Involucre pendek, menutupi dasar sporofit saja. Permukaan involucre halus. Terdapat elaters . Spora kuning atau hitam **13**
13. Spora kuning. Talus tanpa rongga (bersilang) ***Phaeoceros laevis (L.) Prosk.***
13. Spora berwarna hitam atau pucat. Talus dengan gigi berlubang **14**
14. Elaters berdinding tipis ***Anthoceros punctatus L.***
14. Elaters berdinding tebal, sel-lumen hampir tidak terlihat **15 (*Folioceros*)**
15. Talus margin dengan gemmae ***Folioceros glandulosus*** (Lehm. & Lindenb.)
15. Hanya ada sedikit gemmae..... **16**
16. Permukaan spora luar tertutup oleh pertumbuhan conical besar ... ***Folioceros amboinensis*** (Schiffn.)
16. Permukaan spora luar ditutupi oleh papila kecil, bulat, tanpa pertumbuhan konus besar ***Folioceros fuciformis*** (Mont.)

Kunci 3. Lumut Hati

1. Permukaan atas talus dengan pori-pori (muncul sebagai titik kecil, keputihan atau gelap, terlihat dengan kaca pembesar). 2
1. Permukaan talus tanpa pori-pori atau pori-pori tidak jelas 19
2. Gemma cups terdapat di permukaan talus..... 3
(*Marchantia*)
2. Tidak ada gemma cups 8
3. Sisik ventral ada di hampir seluruh permukaan talus, mencapai margin thallus atau hampir jadi. Reseptakel betina terbagi (hingga 0,8diameter) menjadi banyak lobus linear. Reseptakel jantan tidak terbagi 3a
(subgenus *Marchantia*)
3. Sisik ventral hanya sepanjang garis tengah talus. reseptakel betina dangkal atau ada dalam lobus tetapi tidak mendalam dan dibagi menjadi banyak lobus linear, dengan permukaan atas lobus datar. Reseptakel jantan biasanya melengkung..... 4 (subgenus *Chlamidium*)
- 3a. Talus margin crenulate. Sisik ventral mencapai margin thallus, ± terlihat pada margin dalam tampilan dorsal. Permukaan dorsal thallus biasanya dengan median berwarna keunguan. Lobus dari reseptakel betina dengan permukaan *papillose*. Terdapat pada tanah dengan kandungan kaya nitrat*Marchantia polymorpha* L.
- 3a. Talus margin keseluruhan. Sisik ventral tidak mencapai margin talus, tidak terlihat di tampilan punggung. Permukaan dorsal talus tanpa median berwarna keunguan. Lobus reseptakel betinamemiliki permukaan halus..... *Marchantia berteriana*.
4. Permukaan luar gemma cup dengan *papillose* halus dan padat, *papillae* tidak berwarna. Tumbuhan besar, talus lebarnya lebih dari 5 mm, tanpa pelepah. Reseptakel jantan dan reseptakel betina sangat dangkal, dengan

- diameter kurang dari 0,2 (tanaman sering steril).....
- Marchantia paleacea Bertol.***
4. Permukaan luar gemma cup ± halus. Tanaman lebih kecil, talus kurang dari 5 mm, biasanya dengan pelepah. Reseptakel jantan dan reseptakel betina terletak dalam lobus **5**
 5. Reseptakel betina dengan diameter 0,3, memiliki 5-7 lobus. Seringkali habitat di air terjun di atas 1500 m ***Marchantia miqueliana Lehm.***
 5. Reseptakel betinaterdapat di jauh lebih dalam lobus (lebih dari 0,5 diameter)..... **6**
 6. Reseptakel betina dengan 3-6 lobus, ujung lobus bifid. **7**
 6. Reseptakel betina dengan lebih dari 6 lobus, lobus tidak bifid ***Marchantia emarginata* Reinw. et al.**
 7. Jumlah lobus betina konstan, 4 (jarang 6).....***Marchantia geminata***
 7. Jumlah variabel lobus betina, 3-6 ***Marchantia treubii* Schiffn**
 8. Talus sangat tipis, 2-4 lapisan sel tebal, hijau muda, *obcuneate*, mencolok melebar ke arah puncak. Sporofit tertanam dalam lekukan di puncak talus. Tumbuhan segar kadang dengan bau yang tidak enak **9 (*Cyathodium*)**
 8. Talus lebih tebal, hijau muda ke hijau gelap, tidak atau hanya sedikit melebar menuju puncak. Sporofit pada wadah yang dibuntuti atau di involucre di bawah puncak thallus. Tanaman segar tanpa bau busuk. **10**
 9. Tanaman dengan lebar 7 mm, dengan bau yang tidak enak saat segar. Terdapat *rhizoid papillose*, dengansisik ventral, lanset, hingga 10 sel lebar di pangkalan***Cyathodium foetidissimum* Schiffn**
 9. Tanaman lebih kecil, hingga lebar 2-3 mm, tanpa bau busuk saat segar. Jarang memiliki *rhizoid papillose*. Skala ventral kurang atau belum sempurna, linier, dengan sel 1-2 ***Cyathodium smaragdinum* Schiffn.**

10. Talus kuat, lebih dari 1 cm lebar dan panjang 10 cm, hijau muda. Pori-pori sederhana, terdiri dari satu lapisan sel. Sisik ventral dengan bagian besar, terdapat *reniform* tambahan..... ***Wiesnerella denudata*** (Mitt.)
10. Talus lebih kecil, hijau terang atau gelap. Pori-pori sederhana atau majemuk (dari beberapa lapisan sel). Sisik ventral tidak dengan bagian besar yang beraneka ragam 11
11. Sisik ventral terdiri dari 4-6 baris. Memiliki pori-pori dan reseptakel jantan3 (***Marchantia***)
11. Sisik ventral terdiri dari 2 baris. Pori-pori sederhana, dari satu lapisan sel. Tidak memiliki reseptakel jantan 12
12. Sisik ventral lebih lebar dari panjang, dengan masing-masing dilengkapi 2-4 filiform. Reseptakel betina tanpa *pseudoperianth*..... ***Reboulia hemisphaerica*** (L.) Raddi
12. Sisik ventral ± lebih panjang dari lebar, masing-masing dengan 1 lonjong, lanset lonjong. Reseptakel betina dengan atau tanpa tangkai 13
13. Reseptakel betina terlihat. Sporofit dalam keadaan gelap, membesar, di bawah puncak talus. Talus linear, permukaan atas gelap-hijau, margin dan bagian bawah berwarna ungu keunguan.... ***Targionia hypophylla*** L.
13. Reseptakel betina terlihat, bagian bawah wadah dengan *pseudoperianths* besar berbentuk kerucut, berwarna ungu atau keputihan. Talus biasanya lebih luas, tidak linier..... 14 (***Asterella***)
14. Tabung reseptakel betina. Lobus dari *pseudoperianth* yang tersisa terhubung di puncak setelah matangnya kapsul. 15
14. Reseptakel betina datar. Lobus dari *pseudoperianth* bebas pada saat matang 16
15. Tangkai reseptakel betina pendek, panjang 1-5 mm. *Dioicous* ***Asterella wallichiana*** (Lehm & Lindenb.) Pande et al.

15. Tangkai reseptakel betina lebih panjang, 10-30 mm. Habitat pada batu vulkanik atau batu-batu dari kuil tua ***Asterella vulcanica*** (Schiffn.) Pande dkk. ex Kachroo & Bapna.
16. *Androeciater* terdapat pada sisi dorsal talus, sangat dekat dengan pangkal batang reseptakel betina..... ***Asterella khasyana*** (Griff.) Pande dkk.
16. *Androeciater* terdapat di margin talus atau di cabang ventral 17
17. *Androeciater* terdapat pada margin talus..... ***Asterella limbata***
17. *Androecia* pada cabang-cabang ventral pendek..... 18
18. Reseptakel betina berdiameter 3,5-6 mm, di dalam. Skala tambahan kurang dari 0,5 mm panjang ***Asterella leptophylla*** (Mont.) Pande dkk.
18. Reseptakel betina berdiameter 2,5-4 mm, dilubangi dangkal. Penambahan skala lebih dari 0,5 mm panjang ***Asterella blumeana*** (Nees) Kachroo
19. Talus besar, lebar 0,8-2 cm, hijau tua 20
19. Talus lebih kecil, hijau pucat untuk hijau segar mengkilap, hijau jarang gelap (*Riccardia*) 21
20. Rhizoids *papillose*. Gametangia diproduksi pada wadah bulat yang timbul dari permukaan talus, margin wadah memiliki rambut. Habitat di tanah basah atau batu... ***Dumortiera hirsuta*** (Sw.) Nees
20. Rhizoids halus. Talus margin tidak beraturan. Gametangia diproduksi di talus, jumlah sedikit. Habitat pada kayu busuk..... ***Aneura maxima*** Schiffn.
21. Talus margin dengan daun belum sempurna yang terdiri dari 2 sel, masing-masing sel dengan *papilla* yang berlendir. Tanaman kurang dari 1 mm lebar, hijau muda mengkilap. Habitat pada kayu busuk dan pangkalan-pangkalan di hutan pegunungan..... ***Zoopsis liukiensis*** Horik. (lumut hati berdaun: *Lepidoziaceae*;))

21. Talus margin tanpa daun belum sempurna 22
22. Permukaan talus dengan alur di sepanjang garis tengah dengan pola retikulat. Tanaman dari lembab, tanah gundul, kecil, lobus selebar 1-4 mm, sering membentuk roset. Sporofit diproduksi di dalam talus 23 (**Riccia**)
22. Permukaan talus tidak memiliki alur di sepanjang garis tengah dan tanpa pola retikulat. Tanaman tumbuh di kulit kayu, kayu busuk, batu atau tanah, kecil atau besar, tidak pernah berbentuk roset. Sporofit tidak diproduksi di dalam thallus 29
23. Talus dengan ruang udara yang besar dan mencolok. Talus berdiameter 1 mm. Berdiameter 50-70 μm . Tumbuh di atas tanah basah di sepanjang sawah, sungai, kolam dan di parit..... 24 (**Riccia** subgen. **Ricciella**)
23. Talus tanpa atau dengan ruang udara sempit yang tidak mencolok. Talus selebar 1-4 mm. Spora lebih besar, berdiameter 70-120 μm . Tumbuh di tanah lembab di kebun, di sepanjang jalan setapak dan dekat air terjun..... 25 (**Riccia** subgen. **Riccia**)
24. Talus membentuk roset. Spora dengan reticula 6-8 di permukaan luar **Riccia hasskarliana**.
24. Talus tidak membentuk roset. Spora dengan 4 reticula besar di permukaan luar..... **Riccia fluitans L.**
25. Talus luas, lebar 3-4 mm, 4-6 x selebar tebalnya. Spora dengan 4 reticula besar di permukaan luar (berdiameter 100-120 μm). Spesies umum..... **Riccia treubiana Steph.**
25. Talus lebih sempit, 1-3 mm lebar, 2-4 x selebar tebalnya. Spora dengan reticula 6-10 di permukaan luar (berdiameter 70-120 μm) 26
26. Talus hijau tua di atas, gelap kemerahan atau ungu di bawah. Berdiameter 90-120 μm **Riccia billardieri** Mont. & Nees

26. Talus ± hijau, tidak gelap kemerahan atau ungu di bawah ini. Spora lebih kecil, diameter 70-90 µm 27
27. Talus berkilau hijau muda. Spesies umum..... **Riccia junghuhniana**.
27. Talus hijau biru tua. Spesies langka, dilaporkan dari Jawa Tengah..... **Riccia gangetica** Ahmad
29. Talus dengan pelepah. Archegonia dan antheridia pada sisi dorsal atau ventral pelepah 30
29. Midrib kurang (kadang-kadang hadir di cabang-cabang kecil). Archegonia dan antheridia pada margin 42
30. Talus margin bergigi tajam. Thallus tumbuh tegak dari rimpang merayap**Jensenia decipiens**
30. Talus margin keseluruhan atau dengan rambut, tidak bergigi tajam. Talus merayap atau tegak, rimpang tidak 31
31. Talus memiliki lebar kurang dari 3 mm, tembus (1 lapisan sel tebal). Talus margin dengan rambut. Archegonia dan antheridia di sisi perut pelepah. Talus apex sering memiliki "gemmae" besar, terdiri dari pucuk talus pendek yang mudah terlepas dan dapat tumbuh menjadi tanaman baru32 (**Metzgeria**)
31. Talus memiliki lebar lebih dari 3 mm, tidak tembus cahaya (lebih dari 1 lapisan sel tebal). Talus margin tanpa rambut. Antheridia dan archegonia pada sisi dorsal talus. Talus apex tanpa gemmae38
32. Permukaan dorsal pelepah dengan rambut. Tanaman yang tumbuh dan hidup di daun **Metzgeria foliicola** Schiffn.
32. Permukaan dorsal pelepah tanpa rambut. Tanaman tumbuh di kulit kayu atau batu, jarang pada daun yang hidup..... 33
33. Talus mencolok menyempit menuju puncak. Tanaman berwarna kuning hijau atau kebiruan.....
Metzgeria consanguinea.
33. Talus tidak berkelompok secara menyempit di puncak34

34. Rambut tunggal, tidak pernah berpasangan 35
34. Rambut bisaberpasangan (tapi beberapa rambut bisa tunggal) 37
35. Sisi dorsal pelepah menjadi 4 sel lebarnya. Gemmae terdapat di seluruh permukaan dorsal talus..... **Metzgeria crassipilis.**
35. Sisi dorsal pelepah hanya sel 2 lebar. Gemmae terbatas pada margin talus 36
36. Sisi perut pelepah hanya terdiri dari 2 baris sel lebar**Metzgeria ciliata** Raddi (= **Metzgeria decipiens** Schiffn.)
36. Sisi perut pelepah lebih dari 2 baris sel lebar**Metzgeria furcata.**
37. Rambut berkibar-kibar. Dioicous**Metzgeria leptoneura** Spruce
37. Rambut lurus **Metzgeria lindbergii**
38. Rhizoids berwarna merah atau ungu. Talus sangat besar, lebar 0,8-1 cm dan panjang 3-6 cm, dengan pelepah yang sangat sempit. Di Jawa?..... **Sandethallus radiculosus** (Schiffn.) Schust. (= **Calycularia radiculosa** Steph., Nom. Illeg.)
38. Rhizoids tidak berwarna. Talus lebih kecil, pelepah relatif luas 39
39. Gametangia pada cabang yang sangat pendek di dasar talus. Talus margin tanpa rambut lendir (atau hanya hadir dekat puncak)..... **Podomitrium malaccense** (Steph.) Campb.
39. Gametangia terjadi pada talus utama, bukan pada cabang pendek di pangkalan. Talus margin dengan 2 rambut panjang berlendir..... 40
40. Midrib talus dengan untai sentral yang berbeda (terlihat dari sisi punggung sebagai garis gelap di dalam pelepah). Archegonia ditutupi oleh involucre seperti cangkir atau skala sederhana..... 41

40. Midrib pada talus tanpa untai sentral yang berbeda. Archegonia ditutupi oleh bentuk sederhana.....
Symphyogynopsis gottscheana
41. Archegonia ditutupi oleh bentuk sederhana, seperti cangkir. Terdapat di dekat air terjun Cibureum**Symphyogyna similis Groll**
41. Archegonia dikelilingi oleh *involucre* seperti cangkir. Spesies umum **Pallavicinia lyellii**
42. Lebar talus lebih dari 3 mm 43
42. Lebar talus kurang dari 3 mm lebar 44
(Riccardia)
43. Talus menjepit dengan erat, berwarna hijau kebiruan hingga hijau tua. Warna badan minyak coklat.....
.....**Lobatiriccardia coronopus**
43. Talus sederhana atau hampir tidak bercabang, hijau segar mengkilap. Badan minyak tidak berwarna.....
..... **Aneura pinguis (L.) Dum.**
44. Talus dengan kelompok-kelompok kecil yang padat terdapat bersama di antara cabang-cabang normal, cabang-cabang kecil yang secara mencolok berombak-ombak dan bersayap. Talus margin biasanya bergigi..... **Riccardia heteroclada Schiffn**
44. Talus tanpa kelompok padat cabang kecil. Talus margin utuh (jarang bergigi) 45
45. Talus dalam penampang silang dengan *hyalodermis* (= epidermis sel-sel berdinding tipis yang besar) dan subepidermis coklat dari sel-sel berdinding tebal yang lebih kecil. Tanaman besar, padat 2-3-menyerip. Cabang-cabang di seberang, dengan sayap yang tidak lebar dan pelebaran sempit, sayapnya jauh lebih luas daripada pelepah **Riccardia hymenophylloides Schiffn.**
(= *R. decipiens* Schiffn.)

45. Talus tanpa *hyalodermis* dan subepidermis coklat. Tanaman kecil atau besar. Branches alternate atau subopposite, sayap kurang atau lebih sempit dari pelepah 46
46. Permukaan talus ± kasar dengan papila kecil 47
46. Permukaan talus benar-benar halus 48
47. Papila sedikit memanjang. Talus tidak beraturan 1-2- menyirip. Tidak bercabang atau jarang bersayap..... **Riccardia crassa** (Schwaegr.) Carringt. & Buah pir. (= *R. scabra* Schiffn.)
47. *Papillae* tidak memanjang, muncul sebagai titik yang sangat kecil. Talus secara teratur dan padat 2- 3-menyirip, seperti bulu. Cabang-cabang bersayap**Riccardia tamariscina** (Steph.) Schiffn.
48. Talus sel marjinal membesar mencolok dan berdinding tebal. Ditemukan di atas pohon di Kebun Raya Cibodas **Riccardia canaliculata** (Nees) Kuntze
48. Sel-sel talus margin tidak mencolok 49
49. Cabang palmate terdapat di bagian atas talus 50
49. Cabang menyirip, tidak pernah palmate 52
50. Cabang-cabang bersayap lebar oleh sel-sel besar. Talus ca. 1 mm lebar. Tubuh minyak hadir dalam sel epidermis..... **Riccardia graeffei** (Steph.) Hewson (= *R. platyclada* Schiffn.)
50. Cabang-cabang bersayap terdiri dari sel-sel kecil. Talus memilikilebar kurang dari 1 mm. Tubuh minyak kurang atau ada dalam sel epidermis 51
51. Wings crenulate**Riccardia crenulata** Schiffn.
51. Sayap seluruhnya.....**Riccardia parvula** Schiffn.
52. Talus secara teratur dan padat 2-3 menyirip 53
52. Talus tidak teratur menyirip 54
53. Talus sangat kuat, hingga 10 cm panjang dan lebar 1,5 cm, padat 3-menyirip. Sumbu utama hingga 20 sel tebal.....**Riccardia elata** (Steph.) Schiffn.

53. Talus lebih kecil, 2-menyirip. Sumbu Maix memiliki ketebalan hingga 10 sel..... **Riccardia diminuta** Schiffn
54. Talus axis dan bersayap55
54. Sumbu talus tanpa sayap 56
55. Sayap berombak..... **Riccardia wettsteinii** Schiffn.
55. Sayap tidak berombak.... **Riccardia multifidoides** Schiffn.
56. Talus bersayap karena adanya sel-sel besar **Riccardia graeffei** (Steph.) Hewson
56. Talus tidak bersayap karena sel-sel besar **Riccardia subexalata** Schiffn.

Kunci 4. Lumut hati berdaun

1. Daun terbagi secara mendalam (mendekati pangkal) menjadi seperti lobus rambut, rambut hanya selebar 1 sel 2
1. Daun tidak dibagi secara mendalam menjadi lobus seperti rambut 5
2. Tumbuhan sangat kecil, kurang dari 1 mm, mirip ganggang. Daun dibagi menjadi 3-6 rambut sederhana 3
2. Tanaman lebih besar, lebih dari 1 mm lebar, tidak seperti ganggang. Daun dibagi menjadi banyak, rambut bercabang..... **Trichocolea tomentella** (Ehrh.) Dum.
3. Daun (4-) 6-7-lobed untuk sedikit di atas dasar, terdapat lamina pendek. Kutikula papillose padat, dengan papila bulatkecil..... **Telaranea neesii** (Lindenb.) Fulf.
3. Daun 2-4-lobed ke pangkal, tanpa lamina. Kutikula halus atau sedikit kusut - papilosa, dengan papila memanjang 4
4. Daun bawah selalu daun lateral. Kutikula sedikit menggores papillose (terutama pada sel punca). *Gynoecium* pada batang apeks **Blepharostoma trichophyllum** (L.) Dum.
4. Daun bawah lebih pendek dari daun lateral, lobus underleaf hanya 2-3 sel panjang. Kutikula halus. *Gynoecium* pada cabang lateral pendek..... **Kurzia gonyotricha** (Sande Lac.) Grolle

5. Tanaman yang kuat, mirip seperti cacing, berwarna kemerahan. Daun dibagi menjadi dua lobus kantung yang sangat tebal dengan ukuran yang berbeda, lobus besar menyatu, lobus kecil jauh, tubular sempit. Lobus besar dengan apeks akut dan margin bergerigi kasar. Daun bawah kurang. Perianth besar, biasanya terete, kadang-kadang dilekatkan. Habitat di kanopi, epifit di hutan montane dan wilayah subalpine..... **Pleurozia gigantea** (Web.) Lindenb.
5. Tumbuhan yang berbeda. Daun tidak dibagi menjadi dua lobus seperti kantung 6
6. Daun dibedakan menjadi lobus dan lobules 7
6. Daun tidak dibedakan menjadi lobus dan lobus..... 18
7. Daun dibagi menjadi lobus dorsal besar dan lobus ventral yang lebih kecil. Lobus daun yang tidak berahi**Kunci 7**
7. Daun dibedakan menjadi lobus ventral besar dan lobus dorsal kecil, lobulus terhubung dengan lobus atau bebas. Lobus daun succubous..... 8
8. Terdapat daun bawah 9 (**Schistochila**)
8. Daun bawah kurang..... 13
9. Permukaan lobus daun ventral dengan lamellae..... **Schistochila blumei** (Nees) Trevis.
9. Permukaan lobus daun ventral halus, tanpa lamellae 10
10. Batas daun ± keseluruhan. Margin dari daun bawahterulang **Schistochila reinwardtii** (Nees) Schiffn.
10. Daun bergigi. Margin dari bidang daun bawah **Schistochila sciurea** (Nees) Schiffn.
13. Tanaman sangat besar, lebar hingga 2 cm dan panjang 16 cm. Lobules bebas dari lobus, kecil, seperti sisik. Margin daun seluruhnya. Daun lobus menebal lebih dari 1 sel tebal, berbentuk lidah. Hidup pada kayu busuk di hutan pegunungan (jarang) **Treubia insignis** Goebel

13. Tumbuhan lebih kecil. Lobules terhubung ke lobus. Daun margin biasanya bergigi (seluruhnya di *Diplophyllum*). Daun hanya melebar 1 sel tebal 14
14. Daun lobus bulat telur, 1-1,5 x lebih panjang dari lebar. Lobus dorsal melekat pada tepi lobus ventral... 15 (*Scapania*)
14. Daun lobus lebih memanjang, 2-3 x sepanjang lebar 17
15. Sel terminal gigi margin daun sangat panjang, 3-4 x sepanjang lebar. Ventral daun-lobus lemah menyebar (lobus-batang sudut kurang dari 45°). Keel pendek, kurang dari 1/4 dari panjang lobus ventral.....
..... **Scapania sandei** Schiffn. ex Müll.Frib.
15. Sel terminal gigi margin daun lebih pendek, 1-2 x sepanjang lebar. Ventral daun-lobus lebih luas menyebar (lobus-batang sudut lebih dari 45°). Keel lebih panjang, lebih dari 1/4 dari panjang lobus ventral 16
16. Margin daun dorsal lobus seluruhnya atau dengan beberapa gigi kecil di dekat puncak. Sel terminal gigi margin subquadrate, 1-1.2 x lebih panjang dari lebar. Gemmae langka, hijau.....**Scapania rigida** Nees
16. Margin lobus daun dorsal bergigi secara teratur. Sel terminal gigi margin memanjang, 1,5-2 x lebih panjang dari lebar. Gemmae melimpah, coklat..... **Scapania javanica** Gottsche
17. Tanaman sangat kecil, lebarnya sekitar 1 mm. Puncak daun bulat, utuh. Mt. Pangrango, di tanah di sepanjang jalan**Diplophyllum nanum** Herz.
17. Tumbuhan lebih besar. Daun apeks akut, bergerigi kasar. Spesies umum**Gottschea aligera** (Nees) Nees (= *Schistochila aligera* (Nees) Jack & Steph.)
18. Bagian bawah hampir sebesar daun 19
18. Bagian bawah lebih kecil dari daun, atau kurang 26
19. Daun tidak terbagi..... **Haplomitrium blumei** (Nees) Schust.
19. Daun 2-4-lobed 20
20. Tanaman menyirip, kuat. Daun 2-4-lobed 21

20. Tumbuhan tidak menyirip. Daun 2-lobed 22
21. Daun batang utama 4-lobed. Margin daun \pm ciliate **Lepicolea rara** (Steph.) Grolle
21. Daun batang utama 2-3-lobed. Daun margin keseluruhan atau dengan beberapa laciniae di bagian bawah.....
Mastigophora diclados (Brid. Ex Web.) Nees
23. Daun sangat bifida sampai 1 / 2-3 / 4, dengan vitta sel memanjang yang berbeda. Sel daun dengan trigonum besar24 (**Herbertus**)
23. Daun bifida menjadi 1/3 saja, tanpa vitta. Sel daun dengan trigon sangat kecil**Triandrophyllum heterophyllum** (Steph.) Grolle
24. Ujung daun sedikit mengecil, sebagian besar terdiri dari sel-sel persegi panjang. Daun 2,5-6 x lebih panjang dari lebar, bifid hingga 2 / 3-3 / 4 dari panjang daun
Herbertus armitanus (Steph.) Miller
22. Leaf margin bergigi kuat. Daun berovulasi menjadi orbicular. Di atas batu basah..... **Isotachis armata** (Nees) Gottsche
22. Batas daun \pm keseluruhan. Daun memanjang sempit. Epifit atau pada humus 23
24. Ujung daun akut, terdiri dari sel kuadrat. Daun 1,5-3,5 x lebih panjang dari lebar, bifid hingga 2/3 dari panjang daun 25
25. Daun 1,5-2,5 x lebih panjang dari lebar. Sel daun basal (bukan vitta) panjangnya 25-35 μm**Herbertus ramosus** (Steph.) Miller
25. Daun lebih ramping, 2-3,5 x lebih panjang dari lebar. Sel daun basal 10-25 μm panjang**Herbertus dicranus** (Tayl. Ex Gottsche dkk.) Trevis.
26. Daun hanya terdiri dari 2 sel, masing-masing sel daun dengan lendir papilla besar di ujungnya. Tumbuhan \pm taloid, filamen, lebar kurang dari 1 mm, hijau muda

- mengkilap. Pada kayu busuk dan pangkalan batang di hutan pegunungan **Zoopsis liukuensis** Horik.
26. Daun lebih 2 sel, tanpa lendir papila di ujung27
27. Tanaman yang sangat kecil dengan banyak gigi di seluruh permukaan daun. Pada kayu busuk dan pangkalan batang di hutan pegunungan.....**Chiloscyphus muricatus** (Lehm.) Engel & Schust.
27. Permukaan daun halus 28
28. Daun bawah hadir (kadang-kadang kecil) 29
28. Daun bawah kurang..... 76
29. Daun berkerut..... 30
29. Daun bersayap atau melintang 47
30. Tanaman menyirip. Daun dari batang utama dibagi menjadi (2-) 4 atau lebih lobus31 (**Lepidozia**, Telaranea pp)
30. Tanaman tidak menyirip. Daun batang utama dibagi menjadi 0-3 lobes 41
31. Tanaman sangat kecil, kurang dari 0,6 mm lebar, hijau ke coklat, dengan menit, daun jauh dan di bawahnya 32
31. Tanaman yang lebih besar, hijau pucat35
- 32 Daun dari batang utama 2-lobed..... **Lepidozia supradecomposita** Lindenb.
32. Daun batang utama 3-4-lobed (di cabang kadang-kadang 2-lobed) 33
33. Daun mencolok, miring menyebar, sangat asimetris, tepi daun dorsal sangat melengkung, margin daun ventral lurus..... **Lepidozia haskarliana** (Lindenb.) Steph.
33. Daun tidak mencolok, hampir sejajar dengan batang, simetris, punggung dan daun perut margin \pm lurus 34
34. Daun segitiga, sangat dangkal, hingga 1/7 dari panjang daun**Lepidozia subintegra** Lindenb.

34. Daun subrectangular, lobus lebih dalam, hingga 1/4 dari panjang daun**Lepidozia trichodes** (Reinw. Et al.) Nees.
35. Batang-daun kuadrat, luas menyebar, datar hingga ± cekung, dibagi menjadi 1 / 3-1 / 2 menjadi (3 -) 4 lobus. Margin daun seluruhnya atau dengan 1-3 gigi pendek 36
35. Batang-daun secara luas segitiga, tidak luas menyebar, sangat cekung, ± tidak terbagi atau dibagi dangkal (ke 1/5 atau kurang) menjadi beberapa lobus atau gigi. Margin daun bergigi. 40
36. Daun simetris, tepi dorsal tidak lebih panjang dari margin ventral. Batang dengan hyalodermis..... 37
36. Meninggalkan asimetris, dorsal margin lebih panjang dari margin ventral. Batang tanpa hyalodermis 38
37. Daun sel berdinding tipis, besar, panjang 40-60 µm**Telaranea wallichiana** Gottsche (Gottsche) Schust. (= *Lepidozia wallichiana* Gottsche)
37. Daun sel agak tebal berdinding, lebih kecil, 30-40 µm panjang**Telaranea papulosa** (Steph.) Engel & Merrill (= *Lepidozia papulosa* Steph.)
38. Daun imbricate, margin daun dan underleaves ± bergigi**Lepidozia quadridens** (Nees) Nees
38. Daun jauh atau berdekatan, margin daun dan di bawah permukaan keseluruhan 39
39. Daun hampir secara transversal disisipkan, daun dorsal base sangat melengkung..... **Lepidozia cordata** Lindenb.
39. Daun disisipkan secara miring, dorsal dasar daun lurus atau sedikit melengkung, tidak melengkung**Lepidozia stahlII** Steph.
40. Daun apeks sempit segitiga, ± seluruh atau dengan 4 panjang, gigi siliaris **Lepidozia cladorhiza** (Reinw. Et al.) Nees.

40. Apeks daun bulat, dengan banyak gigi siliar ke laciniate (lebih dari 4) **Lepidozia holorrhiza** (Reinw. Et al.) Nees.
41. Tanaman sederhana atau bercabang tidak beraturan. Cabang ventral Flagelliform kurang. Di tanah, kadang pada kayu busuk 42
41. Tanaman dikotomi bercabang. Batang pada sisi perut dengan cabang yang panjang dan ramping. Pada kulit kayu atau kayu busuk 45
42. Tumbuhan berwarna coklat. Daun apeks luas membulat. Underleaves tidak terbagi atau dangkal bifid. Kutikula kasar papillose **Mnioloma fuscum** (Lehm.) Schust.
42. Tanaman hijau pucat. Apeks daun apiculate atau bifid pendek. Underleaves sangat bifid. Kutikula halus atau papilosa halus..... 43
43. Daun apiculate **Calypogeia apiculata** (Steph.)
43. Daun apex bifid 44
44. Kutikula sangat papillose. Gigi di apeks daun selalu dipisahkan oleh sinus lunulata luas. Sel daun apikal 45-60 μm lebar, lebih panjang dari lebar **Calypogeia arguta** Nees & Mont.
44. Kutikula halus. Gigi pada apeks daun dipisahkan variabel, berbentuk V sempit ke sinus yang agak lebar. Sel daun apikal 25-35 μm lebar, isodiametris..... **Calypogeia goebelii** (Schiffn.) Steph.
45. Daun apeks bifida tidak seimbang, lobus dorsal lebih besar dari lobus ventral. Sel-sel epidermis batang lebih besar dari sel-sel dalam 46 (**Acromastigum**)
45. Daun apeks bukan bifid tidak seimbang. Sel epidermis batang tidak lebih besar dari sel dalam Kunci 5 (**Bazzania**)
46. Margin daun berdempetan. Sel daun dengan papila bulat (satu per sel). Daun bawah 1,5-2 x lebih lebar dari batang.

- Sel epidermis berding tebal..... **Acromastigum inequilaterum** (Lehm. & Lindenb.)
46. Seluruh margin daun. Sel daun halus atau dengan papila memanjang. Daun bagian bawah tidak lebih lebar dari batang. Sel epidermis berding tipis **Acromastigum divaricatum** (Nees) Evans
47. Meninggalkan 3-5-lobed 48
47. Meninggalkan bifid atau tidak terbagi 50
48. Daun melintang, dangkal dibagi (menjadi 1/4) menjadi 4-5 lobus, masing-masing lobus dengan kaku, 6-9 sel panjang silia di puncak dan dengan tambahan silia lebih pendek pada margin. Pada batang kayu yang busuk dan pangkalan batang di hutan berlumut..... **Temnoma setigerum** (Lindenb.)
48. Daun suksibus, dibagi menjadi 3-4 lobus. Lobe apex acuminate, tanpa kaku, 6-9 sel panjang cilium 49
49. Batas daun padat dan bergigi kuat dari pangkal ke puncak. Pada cabang kanopi di hutan pegunungan **Chandonanthus hirtellus** (Web.) Mitt.
49. Seluruh margin daun; pangkal daun ventral memiliki silia panjang. Pada basis batang. Di hutan pegunungan..... **Barbilophozialycopodioides** (Wallr.) Loeske
50. Dasar daun dorsal menurun. Margin daun dan apex bergigi 51
50. Pangkal daun dorsal tidak menurun. Gigi kurang atau hanya hadir di puncak daun atau di tepi daun, tidak pada keduanya 53
51. Lapisan bawah berkembang dengan baik, lebih lebar dari batang, terhubung dengan daun. Perianth tajam ada 3... 52
51. Lapisan bawah sangat kecil (atau kurang), tidak lebih lebar dari batang, bebas dari daun. Perianth datar, tidak tajam..... **Kunci 6 (Plagiochila)**

52. Mendasari jauh, jelas bifid, margin dengan 2-4 gigi. Tanaman memiliki lebar kurang dari 3 mm
Chiloscyphus ciliolatus (Nees) Engel & Schust.
52. Daun bagian bawah imbricate, tidak jelas bifid, margin dengan 8-20 gigi. Tanaman kuat, lebarnya lebih dari 3 mm.....**Chiloscyphus costatus** (Nees) Engel & Schust.
53. Daun apex membulat, memotong atau emarginate, tanpa gigi tajam54
53. Daun apex jelas bifid atau dengan gigi tajam62
54. Sel daun dengan trigonik berkembang dengan baik 55
54. Trigones absen atau sangat kecil..... 59
55. Mendasari besar, lebih lebar dari batang, pinggir bawah bergigi 56
55. Lapisan bawah sangat kecil (sering ± tersembunyi di antara rhizoids), lebih sempit daripada batang, margin keseluruhan..... 58
56. Sel daun halus. Tanaman hijau. Meninggalkan lonjong, sedikit tumpang tindih, tidak terlalu padat. Terdaftar dengan garis penyisipan yang melengkung.....
Heteroscyphus splendens (Lehm. & Lindenb.) Grolle.
56. Sel daun papillose atau mammillose. Tanaman berwarna coklat kekuningan sampai coklat kemerahan. Daun bulat telur, padat membelit. Daun bagian bawah tidak memiliki garis penyisipan yang melengkung.....57
57. Daun sel *papillose* padat, masing-masing sel dengan banyak papila kecil. Basis dasar bawah dengan banyak rhizoids merah **Acrosyphella tjiwideiensis** (Sande Lac.) **Austrosyphus tjiwideiensis** (Sande Lac.) Schust.)
57. Sel daun mammillose, setiap sel dengan satu mammilla besar. Terdapat di bawah tanah tanpa rhizoids.....
Conoscyphus trapezioides (Sande Lac.) Schiffn.
58. Daun-daun dengan ovarium pendek, hampir longitudinal. Daun-daun bawah terpecah menjadi dua. Sel daun benar-

benar striate-papilosa. Rhizoids kebanyakan dalam bentuk bundel kecil dari dasar bawah. Cabang-cabang ventral. Tanaman hijau pucat.....

Notoscyphuslutescens (Lehm. & Lindenb.) Mitt.

58. Daun bulat, disisipkan secara miring. Daun bawah tidak terbagi. Sel daun halus. Rhizoids tersebar, tidak pernah dalam ikatan. Cabang lateral. Tanam hijau sampai coklat kemerahan. Dikumpulkan satu kali (pada abad ke-19) di puncak Gn. Pangrango (lihat Journal of Bryology 29: 140. 2007) **Nardia scalaris** Gray
59. Daun ± melintang, cekung dalam, sering dilipat ke puncak. Daun bagian bawah tidak terbagi, sangat kecil, margin keseluruhan. Tanaman dengan banyak cabang ventral dan dengan stolon di pangkal batang, tumbuh tegak di tanah pada ketinggian tinggi. Kadang-kadang tumbuh terendam di mata air belerang..... **Hygrolembidiumboschianum** (Sande Lac.) Schust.
59. Daun jelas berembun, tidak cekung atau dilipat. Daun bagian bawah tidak terbagi atau dengan beberapa gigi. Tanaman merambat 60
60. Tanaman memiliki lebar lebih dari 3 mm. Daun memanjang, persegi panjang sempit. Perianth pada cabang lateral pendek..... **Heteroscyphus succulentus** (Gottsche) Schiffn.
60. Tanaman lebih kecil, dengan lebar kurang dari 2 mm. Memiliki bentuk bulat telur-kuadrat atau bulat. Terminal Perianth pada batang atau kurang..... 61
61. Sel daun striate-papillose. Daun apeks bulat menjadi dangkal emarginate. Bercabang ventral. Organel mengandung minyak 1-3 per sel, coklat. Sporophyte dalam marsupium pendek..... **Notoscyphus lutescens** (Lehm. & Lindenb.) Mitt.
61. Sel daun dengan papila bulat kecil. Daun apex terpotong menjadi dua bagian pendek. Bercabang lateral. Tubuh

- minyak 6-15 per sel, tidak berwarna. Sporofit dalam perianth..... **Chiloscyphus kurzii** (Schiffn.)
62. Daun berhadapan, bagian dorsal dari daun-daun yang saling berhadapan saling menempel. Daun apeks asimetris beremigrasi. Daun sel papillose halus dan padat, papillae membulat..... 63 (**Saccogynidium**)
62. Daun tidak berhadapan, tidak terikat satu sama lain. Daun apeks tidak memar asimetris. Sel daun ± halus atau sedikit striate-papillose 64
63. Sel daun dengan trigon besar. Daun bagian bawah 2-3 x lebih lebar dari batang. Margin daun mengeras **Saccogynidium rigidulum** (Nees) Grolle
63. Sel daun tanpa atau dengan trigon sangat kecil. Underleaves ± selebar batang. Daun margin biasanya keseluruhan..... **Saccogynidium muricellum** (De Not.) Grolle.
64. Daun sel tebal berdinding dengan trigonus yang mencolok 65
64. Daun sel berdinding tipis, 70
65. Tunas dan ranting sering menjadi *flagelliform* ke arah ujung, dasar batang dengan stolon. Tumbuhan kecil, di tanah pada ketinggian tinggi, langka 66
65. Tunas dan ranting tidak menjadi *flagelliform*, stolon kurang 67
66. Daun dangkal terbelah dua hingga 1/5-1/4 panjang, tepi daun sedikit bergigi. Sangat langka..... **Andrewsianthus recurvifolius** (Nees) Schust.
66. Daun lebih dalam terbelah dua hingga 1/2 panjang, margin daun utuh. Hanya diketahui dari puncak Gn. Pangrango..... **Andrewsianthus sundaicus** (Schiffn.) Schust.
67. Daun apeks dengan 2 gigi panjang dipisahkan oleh sinus yang sangat sempit. Tumbuhan besar, (3-) 5-10 mm lebar..... **Heteroscyphus aselliformis** (Reinw. et al.) Schiffn.

67. Daun apeks dengan 2-3 gigi yang terpisah dengan baik. Tanaman kurang dari 5 mm lebar 68
68. Daun bawah ovate, jauh, margin dengan 1-4 gigi pendek..... **Chiloscyphus ciliolatus** (Nees) Engel & Schust.
68. Daun bawah reniform, ± imbricate, margin dengan hingga 10 sel gigi panjang. 69
69. Daun apeks dengan 3 gigi. Gigi bawah daun terkadang sangat lebar dan terbagi menjadi dua gigi kecil..... **Heteroscyphus wettsteinii** (Schiffn.)
69. Daun apeks dengan 2 gigi pendek. Gigi bawah sederhana, tidak pernah terpecah menjadi dua gigi. Spesies yang sangat langka dari Jawa **Heteroscyphus baduinus** (Nees) Schiffn.
70. Tanaman hijau gelap. Daun apeks dengan 3-10 gigi kecil (jumlah gigi sangat bervariasi!)..... **Heteroscyphus argutus** (Reinw. Et al.) Schiffn.
70. Tanaman hijau pucat hijau daun Apex daun dengan 0-2 (-3) gigi 71
71. Daun apeks memotong atau dangkal emarginate, dengan 2 gigi panjang di samping. Terhubung dengan dedaunan di kedua sisi..... **Heteroscyphus coalitus** (Hook.) Schiffn.
71. Daun apeks tidak memotong-emarginate. Daun bagian bawah terhubung atau bebas 72
72. Daun terbelah menjadi dua dengan 2 panjang, gigi yang sedikit akuminasi. Terbalik daun dari daun. Ujung erianth panjang..... **Chiloscyphus coadunatus** (Sw.) Engel & Schust.
72. Daun-daun tidak 2 panjang, gigi yang sedikit berkerut. Lapisan bawah terhubung dengan dedaunan atau bebas 73
73. Lapisan bawah bebas dari daun. Daun apeks dengan 2 gigi kecil. Ujung Perianth 74

73. Daun bagian bawah di pangkalan terhubung ke daun. Daun apex dengan gigi 0-3, gigi kecil atau besar. Perianth lateral atau ujung 75
74. Daun margin dengan gemmae..... **Chiloscyphus propagulifer** Schiffn.
74. Daun margin tanpa gemmae..... **Chiloscyphus sp.**
75. Apeks daun bulat dan dengan (0-) 1-3 gigi kecil (menyerupai *C. argutus* tetapi dengan gigi lebih sedikit). Tanaman hijau, dioicous. Perianth pada cabang lateral yang sangat pendek..... **Heteroscyphus zollingeri** (Gottsche) Schiffn.
75. Daun apeks jelas terpecah menjadi dua, dengan 2 gigi besar dipisahkan oleh sinus sempit. Tanaman hijau pucat, berbusa. Ujung Perianth di cabang panjang..... **Chiloscyphus schiffneri** Engel & Schust.
76. Daun 2-lobed 77
76. Daun tidak terbagi 92
77. Dasar daun sangat cekung, membentuk kantung. Puncak daun lobus sempit *ciliateolanceolate*, sangat melengkung. Tanaman membentuk dasar kemerahan pada kayu mati di lingkungan subalpine..... **Nowellia curvifolia** (Dicks.) Mitt.
77. Dasar daun tidak membentuk kantung, tanaman berbeda 78
78. Margin daun dengan rhizoids panjang [belum direkam dari Java tetapi mungkin terjadi di sana] **Acrobolbus ciliatus** (Mitt.) Schiffn.
78. Margin daun tidak dengan rhizoids panjang 79
79. Tanaman menit, 0,2-0,3 mm lebar, ujung tunas biasanya dengan gemmae. Margin daun seluruhnya 80..... **(Cephaloziella)**
79. Tanaman memiliki lebar lebih dari 0,3 mm, terdapat gemmae atau kurang. Tepian daun seluruhnya atau dengan beberapa gigi 82

80. Daun disisipkan secara transversal. Sel daun tebal berdinding, kutikula papillose..... **Cephaloziella kiaeri** (Aust.) Douin
80. Daun terselip miring. Daun sel berdinding tipis, kutikula halus 81
81. Lobus daun tidak sama, lobus dorsal lebih kecil dari lobus ventral **Cephaloziella stephanii** Steph. ex Douin.
81. Lobus daun sama..... **Cephaloziella capillaris** (Steph.)
82. Batang dengan hyalodermis, rapuh, terdiri dari sel berdinding tipis. Tanaman hijau pucat, sangat kecil, kurang dari 1 mm lebar. Daun terbelah (ke 1/2-3/4)**Cephalozia hamatiloba** Steph.
82. Batang tanpa hyalodermis, kaku. Tanam hijau sampai coklat atau ungu kemerahan. Daun dangkal hingga sangat bifid. Tanaman dari ketinggian tinggi 83
83. Daun dangkal terbelah dua, maksimal 1/3 dari panjang daun 84
83. Daun lebih dalam dan terbelah dua 87
84. Lobus daun bulat (jarang *alpiculate*). Pangkal batang biasanya dengan stolon 85
84. Lobus daun akut. Pangkal batang tanpa stolon 86
85. Tidak termasuk succubous. Tanaman dengan cabang dorsal flagelliform. Di tanah, batu atau kayu, tanaman hijau menjadi coklat atau ungu **Andrewsianthus puniceus** (Nees) Schust.
85. Daun melintang. Flagelliform tidak ada cabang dorsal. Sangat kecil, tanaman kehitaman tumbuh di lava di kawah gunung berapi..... **Marsupella neesii** Sande Lac. eks Schiffn.
86. Tanam coklat kehitaman mengkilap. Daun subtransverse, canaliculate, lobus dorsal jauh lebih kecil dari lobus

- ventral. Perianth plicate, bagian atas putih.....
Anastrophyllum asimilasi (Mitt.) Steph.
86. Tumbuhan tidak mengkilap, hijau sampai coklat pucat. Daun sukulen, bukan canaliculate, lobus dorsal tidak atau hanya sedikit lebih kecil dari lobus ventral. Perianth halus, bagian atas tidak putih..... **Hattoriella subcrispa** (Herz.) Bakalin
87. Lebar tanaman kurang dari 1,5 mm..... 88
87. Tanaman seluas 1,5-3 mm 90
88. Margin daun sempit refleks. Lumen sel daun berbentuk bintang (karena sangat besar, tonjolan menonjol)..... **Anastrophyllum squarrosum** Herz.
88. Margin Leaf tidak mengalami refleks. Lumen sel daun bulat atau sinuate (trigon lebih kecil) 89
89. Tumbuhan dengan cabang dorsal flagelliform. Daun bifida menjadi 1 / 3-1 / 2 dari panjang daun. Underleaves kadang-kadang hadir, sangat kecil **Andrewsianthus menawar** (Mitt. Ex Steph.) Schust.
89. Cabang-cabang dorsal Flagelliform kurang. Daun terbelah dua menjadi 1/2-2/3 dari panjang daun. Daun bagian bawahsedikit..... **Anastrophyllum bidens** (Reinw. Et al.) Nees
90. Tanaman hijau pucat, dengan stolon di pangkalan. Cabang dari sisi perut batang. Daun agak datar, lobus tidak sama (lobus dorsal lebih kecil dari lobus ventral). Sel daun tanpa trigon. Gynoecia pada cabang-cabang ventral pendek. Hanya ada di Telaga Bodo, 1650 m, epiphytic..... **Marsupidium sumatranum** (Schiffn.) Grolle.
90. Tumbuhan hijau sampai coklat kemerahan, stolon kurang. Cabang-cabang dari sisi lateral batang. Daun cekung, lobus sama. Sel daun dengan trigon. Ujun Gynoecia pada batang..... 91

91. Lobus daun aplikat, margin tumpang tindih di sinus antara dua lobus daun. Bagian pinggir daun terluar....
Anastrophyllum piligerum (Nees) Steph.
91. Daun lobus akut, margin tidak tumpang tindih di sinus. Margin daun luar ganda
Anastrophyllum revolutum Steph.
92. Tumbuhan dengan penampilan datar, taloid, batang sangat lebar. Daun lateral menempel pada batang, margin keseluruhan, daun dasar beberapa lapisan sel yang tebal. Pada kayu busuk atau tanah basah di hutan awan pegunungan yang teduh 93
92. Tumbuhan berbeda, tidak dengan penampilan datar dan taloid. 94
93. Tumbuhan besar, lebar 1-2 cm dan panjang 10-15 cm, hijau. Sisi dorsal batang dengan sisik kecil seperti daun bergantian dengan daun. Meninggalkan lebih lama dari lebar, lingulate. Sel daun ca. Panjang 50-60 μm (di tengah-tengah).....
Treubia insignis Goebel.
93. Tumbuhan lebih kecil, hijau pucat mengkilap. Sisi dorsal batang tanpa sisik seperti daun. Daun membulat. Sel daun sangat besar, ca. 85 μm panjang. Dikumpulkan di Mt. Tangkuban PerahuPerahu oleh E.A.P. Iskandar.....
Schiffneria hyalina Steph.
94. Daun tidak beraturan berombak-ombak (tanaman tampak seperti salad), lebih dari 1 lapisan sel tebal di bagian bawah. Rhizoids deep purple (kadang-kadang coklat pucat). Antheridia telanjang di permukaan batang, tidak diselimuti oleh bracts. Spora besar, berdiameter 40-60 μm . Permukaan spora yang dipahat kasar oleh pola lamelar atau retikula. Di tanah di kebun, persemaian, tempat sampah yang terganggu, dll..... 95
Fossombronia).
94. Daun tidak beraturan berombak-ombak, hanya 1 lapisan sel tebal. Rhizoids tidak berwarna, coklat pucat atau kemerahan, tidak pernah ungu. Antheridia dalam axils of

- bracts. Spora lebih kecil. Permukaan spora halus atau papilosa halus, tidak terpahat oleh pola lamelar atau retikulata. Pada kulit kayu, batu atau tanah96
95. Tepi daun bergigi. Rhizoids selalu berwarna ungu. Permukaan luar retikulum permukaan. Elaters kurang atau langka, dengan 0-1 spiral band..... **Fossombronia japonica** Schiffn.
95. Batas daun ± keseluruhan. Rhizoids berwarna ungu atau (kadang-kadang) berwarna coklat pucat. Permukaan spora luar tidak beraturan teratur. Terdapat elaters, dengan 2-3 spiral..... **Fossombronia himalayensis** Kashyap.
96. Daun berlawanan, dasar daun terhubung97
97. Daun tidak berseberangan, daun bawahbebas 101
97. Memiliki ligulasi ke panjang (lebih dari 1.4 x lebih panjang dari lebar). Selurughtepi daun atau sebagian memiliki gigi kecil di puncak 98
97. Daun ± bulat mengarah bulat telur-segitiga (1-1.3 x lebih panjang dari lebar). Tepi daun kasar bergigi (atau keseluruhan: **P. braunianum**). Tanaman hijau gelap hingga coklat99 (**Plagiochilion**)
98. Tanaman hijau keabu-abuan ke coklat, terrestrial. Sel daun sangat besar. Panjang 50-100 µm di bagian bawah daun, menjadi lebih panjang dan lebih sempit ke tepi ventral **Gongylanthus javanicus** Grolle
98. Tanaman hijau kekuning-kuningan, biasanya epifit. Sel daun lebih kecil, kurang dari 50 µm panjang, tidak lebih panjang dan lebih sempit ke batas ventral **Syzygiella subintegerrima** (Reinw. Et.al.) Spruce.
99. Tepi daun seluruhnya..... **Plagiochilion braunianum** (Nees) Hatt.
99. Tepi daun memiliki gigi segitiga besar 100
100. Daun lebih panjang dari lebar, bulat telur-segitiga **Plagiochilion theriotianum** (Steph.) Inoue

100. Daun tidak lebih panjang dari lebar, ± membulat **Plagiochilion oppositum** (Reinw. Et al.) Hatt.
101. Tepi daun bergigi (kadang-kadang hanya bergigi lembut di puncak)102
101. Tepi daun utuh103
102. Tepi daun dorsal melengkung ke atas. Batang memiliki sel epidermis ber dinding tipis..... **Wettsteinia inversa** (Sande Lac.) Schiffn.
102. Tepi daun dorsal melengkung ke bawah. Batang dengan sel epidermis ber dinding tebal Kunci 6 (**Plagiochila**).
103. Daun apex tegak**Cuspidatula contracta** (Reinw. Et al.) Steph.
103. Daun apex bulat atau terbelah dua pendek104
104. Dasar daun dorsal sangat tumpang tindih dan membungkus batang. Inseri daun membentang di luar garis tengah dorsal batang. Trigon besar105
104. Bagian bawah daun dorsal tidak saling tumpang tindih. Inseri daun tidak meluas melebihi garis tengah dorsal batang. Trigones kecil/ sedang106
105. Trigones Bagian dalam dengan tanda-tanda gelap, seperti bintang. Tepi daun tanpa gemmae. Tanaman berwarna kemerahan atau coklat..... **Denotarisia linguifolia** (De Not.) Grolle.
105. Trigon tanpa tanda hitam. Tepi daun sering terdapatgemmae..... **Gottschelia schizopleura** (Spruce) Grolle.
106. Daun apex terbelah dua. Terdapat flagelliform cabang dan stolon. Tanaman kecil di tanah pada elevasi alpine..... **Andrewsianthus puniceus** (Nees) Schust.
106. Daun apex membulat atau tumpul. Flagelliform cabang dan stolon tidak ada107

107. Sporophyte dalam marsupium. Daun lebih panjang dari lebar. Tepi daun sering dengan gemmae. Rhizoids tidak berwarna 108
107. Sporofit dalam perianth. Daun lebih lebar dari panjang, bulat atau lebih panjang dari lebar. Tepi daun tidak memiliki gemmae. Rhizoids tidak berwarna atau kemerahan 109
108. Marsupium di puncak batang, sangat panjang dan ramping (hingga 1 cm). Bercabang lateral. Tanaman hijau sampai kuning kecoklatan. Daun sangat padat. Sel daun memanjang di sepanjang tepi daun ventral. Badan minyak berwarna coklat. Reproduksi aseksual melalui gemmae besar, multiseluler, diskoid. Habitat tempat teduh..... **Lethocolea javanica** (Schiffn.) Grolle(= *Symphyomitra javanica* Schiffn.).
108. Marsupium pada cabang ventral, lebih pendek. Bercabang ventral. Tumbuhan coklat sampai coklat kehitaman. Daun tidak rapat atau longgar. Sel daun tidak memanjang sepanjang tepi daun ventral. Tubuh minyak tidak berwarna. Reproduksi aseksual melalui gemmae kecil bersisi 1-2. Pada batuan terbuka, tanah tertutup **Jackiella javanica** Steph.
109. Pada batang pohon di hutan pegunungan. Dasar daun dorsal sangat cepat menghilang. Rhizoids tidak berwarna, tersebar 110
109. Pada tanah, batu atau dalam air Dasar daun dorsal tidak atau pendek. Rhizoids tidak berwarna atau kemerahan, dalam bundel atau tersebar 111 (**Solenostoma**, *Jungermannia*)
110. Daun bulat telur-memanjang, dengan puncak bulat. Dasar daun ventral aurikulat, jauh lebih luas dari dasar daun punggung. Cabang-cabang tipe *Frullania*, tanpa kerah di pangkalan. Perianth meningkat, silinder, plicate. Dioicous **Jamesoniella flexicaulis** (Nees) Schiffn.

110. Daun persegi panjang pendek, memotong mengarah kembali ke puncak. Daun dasar ventral lurus, bukan aurikulat, tidak lebih lebar dari dasar daun punggung. Cabang lateral-lonjong, selalu dengan kerah di pangkalan. Perianth datar, campanulasi, halus.....
Pedinophyllum autoicum (Steph.) Inoue
111. Sel daun papillose (kadang-kadang hanya begitu lembut). Daun lebih panjang dari lebar112
111. Sel daun halus. Daun bervariasi, lebih panjang dari lebar, membulat, atau lebih lebar dari panjang.....115
112. Trigones berkembang dengan baik, menonjol. Tepi daun terulang kembali. Daun ligulasi. Rhizoids terang.....
Solenostoma comatum (Nees) Gao
112. Trigones kurang atau sangat kecil. Daun oval menjadi memanjang. Rhizoids berwarna ungu atau tidak berwarna113
113. Rhizoids ungu, panjang, bundel padat. Tubuh minyak hanya ada di beberapa sel daun, sangat besar, 1 per sel.....
Solenostoma tetragonum (Lindenb.) Schust.
113. Rhizoids berwarna atau coklat pucat, tidak dalam bundel. Tubuh minyak hadir di semua sel, lebih dari satu sel.....114
114. Daun dibatasi oleh 2-4 baris sel kecil yang berdinding tebal. Dioicous
Solenostoma truncatum (Nees) Schust.
114. Tepi daun tidak dibatasi oleh sel-sel kecil berdinding tebal, semua sel berdinding tipis. Paroicous. Pada batuan basah di musim semi, dikumpulkan di kawah Gunung Gedeh di musim semi Kapala Tjiliwong
Jungermannia pumila With.
115. Rhizoids berwarna merah keunguan, biasanya dalam bundel 116
115. Rhizoids kebanyakan tidak berwarna (kadang sedikit merah atau coklat di pangkalan) 118

116. Tidak ada trigones atau sangat kecil. Daun berovate. Tubuh minyak hanya ada di beberapa sel daun, sangat besar, 1 per sel **Solenostoma tetragonum** (Lindenb.) Schust.
116. Trigones berkembang dengan baik. Daun bulat telur membulat. Tubuh minyak hadir di semua sel daun ... 117
117. Sel daun tengah sangat besar, panjangnya 45-100 μm . Daun bulat, sangat cekung. Rhizoids berasal dari sel puncak dan daun..... **Solenostoma Ariadne**
117. Sel daun tengah lebih kecil. Daun lebih panjang dari lebar, tidak cekung dalam. Rhizoids hanya dari sel punca **Solenostoma obliquifolium** (Schiffn.).
118. Semua daun erat kaitannya dengan batang **Solenostoma appressifolium** (Tayl. Ex Lehm.)
118. Daun menyebar (setidaknya beberapa daun)119
119. Tepi daun dengan batas sel berdinding tebal dalam 1-4 baris 120
119. Tepian daun tidak dibatasi oleh sel-sel berdinding tebal..... 121
120. Batas daun dibatasi oleh 2-4 baris sel berdinding tebal. Trigones absen atau sangat kecil. Daun lebih panjang dari lebar **Solenostoma truncatum** (Nees).
120. Tepi daun dibatasi oleh 1 baris sel berdinding tebal. Trigone besar. Daun membulat atau lebih lebar dari panjang **Solenostoma haskarlianum** (Nees) Schust.
121. Tumbuhan sangat kecil, kurang dari 1 cm panjangnya dan kurang dari 1 mm lebar **Solenostoma javanicum** (Schiffn.) Steph.
121. Tanaman lebih besar..... 122
122. Rhizoids dalam bundel yang padat, bundel-bundel yang ada di sepanjang batang..... **Solenostoma strictum** (Schiffn.)
122. Rhizoids agak sedikit, tidak padat, bundel yang tidak terhingga 123

123. Tepi daun terulang..... **Solenostoma stephanii** (Schiffn.)
123. Bidang margin daun atau tertiuip.....124
124. Daun sel berdinding tipis, tidak terdapat trigonen. Daun reniform, jauh lebih lebar dari panjang. Tumbuh di air danau kawah yang kaya belerang dan mata air panas, terdapat di danau kawah Mt. Telaga Bodas dan mata air panas di kawah Gunung. Papandayan..... **Solenostoma vulcanicola** (Schiffn.)
124. Sel daun dengan trigon yang berbeda. Daun orbicular sedikit lebih lebar dari panjang. Di tanah yang lembab, terkadang di dekat danau kawah tetapi tidak tumbuh di air..... **Solenostoma baueri** (Schiffn.)

Kunci 5. Bazzania

1. Daun seluruh pucuk. Tepi daun dentikulate, menuju puncak 2
1. Daun pucuk dengan 2 atau 3 lobus. Tepi daun keseluruhan atau denticulate 4
2. Sel daun halus..... **Bazzania loricata** (Reinw. Et al.) Trevis. (=B. Distans (Nees) Trevis.) Bazzania distans (Nees) Trevis. mungkin bentuk kecil, kurang berkembang dari B. loricata (Meijer 1960).
2. Daun sel papillose (masing-masing dengan papilla besar) 3
3. Daun lingulate, dengan dasar yang sempit. Pesawat apeks daun. Trigone besar, nodulose **Bazzania angustisedens** (Steph.) Kitag.
3. Daun segitiga-bulat telur, dengan dasar yang lebar. Daun apeks refleks. Trigon kecil..... **Bazzania horridula** Schiffn.
4. Semua daun hanya 2 lobus. Tanaman gelap coklat **Bazzania fallax** (Sande Lac.) Schiffn.
4. Daun dengan 2-3 lobes 5

5. Daun dengan vitta yang berbeda. Tanaman kecil, kurang dari 3 mm lebar 6
5. Daun tanpa perbedaan vitta. Tanaman kecil atau besar7
6. Daun sel-sel papillose halus. Daun bawah dengansel berdinding tipis, hialin. Tanaman biru-hijau. Umumnya ada di hutan pegunungan
Bazzania vittata.
6. Sel daun halus. Daun bawah memilikisel berdinding tebal (mirip dengan daun). Spesies langka**Bazzania subtilis** (Sande Lac.)
7. Daun bawah kasar dentate-laciniate di sekitar. Basis daun ventral dengan beberapa gigi tajam atau tambahan..... 8
7. Seluruh daun bawah bergigi, tetapi tidak kasar dentate-laciniate di sekitar. Basis daun ventral tanpa gigi tajam .. 9
8. Daun 2 x lebih panjang dari lebar. Dasar daun ventral dengan 2-5 gigi tajam **Bazzania calcarata** (Sande Lac.) Schiffn.
8. Daun kurang dari 2 x lebih panjang dari lebar. Basis daun ventral dengan tambahan **Bazzania paradoxa.**
9. Daun bagian bawah sebagian besar terdiri dari sel-sel hialin yang tidak berwarna. Tanaman kurang dari 3,5 mm lebar. Umum di hutan pegunungan
Bazzania tridens (Reinw. Et al.).
9. Daun bagian bawah hijau, tidak terdiri dari sel-sel hialin, atau dengan batas hialin saja10
10. Tepi daun denticulate. Tanaman yang kuat, lebarnya lebih dari 3,5 mm..... 11
11. Seluruh tepi daun. Tanaman kecil atau besar15
11. Lapisan bawah dengan batas hialin yang sempit dari sel-sel tak berwarna (periksa dengan teliti)12
- 11 Daun bagian bawah tanpa batas hialin13
12. Daun bagian bawah jauh, kecil, dengan tepiterulang **Bazzania spiralis**

12. Daun bawah imbricate, besar ... **Bazzania erosa** (Reinw. Et al.) Trevis.
13. Daun bulat telur-segitiga, kurang dari 2 x lebih panjang dari lebar **Bazzania indica** (Gottsche & Lindenb.) Trevis.
13. Daun lonjong sempit, lebih panjang 2x lebar 14
14. Daun bawah lebih panjang dari lebar, tepi daun bawahbergigi, Tanaman sangat kuat, batang hingga 10 cm, bercabang kecil..... **Bazzania longicaulis** (Sande Lac.) Schiffn.
14. Daun bawah lebih lebar dari panjang, tepi daun bawah keseluruhan, recurved. Tanaman lebih kecil..... **Bazzania desciscens** (Steph.)
15. Daun bawah dengan batas hialin sempit dari sel-sel tak berwarna (periksa dengan teliti!) 16
15. Perbatasan hialin kurang..... 18
16. Daun berkibar dan tidak bercahaya. Trigone besar, nodulose. Daun bawah kecil, mengarah ke puncak**Bazzania serpentina** (Nees).
16. Daun tidak berbentuk falcate, tidak luntur. Trigon kecil. Daun bawah apex plane 17
17. Sel daun papillose halus**Bazzania manillana** (Gottsche ex Steph)
17. Sel daun halus **Bazzania intermedia** (Gottsche & Lindenb.)
18. Daun bagian bawah memiliki aurikula besar, dentate-laciniate (daun bawah sangat besar, lebar batang 3-4x, dan tumpang tindih) **Bazzania gedearia** (Steph.) Meijer
18. Daun bawah besar, dentate-laciniate auricles 19
9. Daunnya berbentuk segitiga, dengan dasar yang luas dan puncak yang sempit. Trigone besar, nodulose 20
19. Daun bulat telur untuk memperpanjang ke linear-lanset, tidak segitiga. Trigon kecil atau besar 22

20. Daun sangat tidak beraturan. Garis bawah persegi panjang, dengan tepi daun melengkung tidak teratur.....
..... **Bazzania uncigera** (Reinw. Et al.)
20. Daun tidak terlalu falcate. Daun bawahbulat atau segiempat, tepi daun keseluruhan 21
21. Tepi daun di bawah garis yang diulang lurus. Daun sangat asimetris, tepi dorsal sangat melengkung dan lebih panjang daripada tepi ventral yang hampir lurus. Ujung daun dengan tiga gigi kecil **Bazzania commutata** (Lindenb. & Gottsche)
21. Garis pinggir bawah, berdasarkan cordate. Daun tidak terlalu asimetris. Ujung daun dengan tiga gigi besar yang berbeda**Bazzania praerupta** (Reinw. Et al.) Trevis.
22. Sel daun dengan trigonum besar. Tanaman kuat, lebar 5 mm. Daun bawah imbricate **Bazzania linguiformis** (Sande Lac.) Schiffn.
22. Sel daun dengan trigon kecil. Tanaman lebih kecil. Daun bawah biasanya tidak mengembun23
23. Daun bawah tidak tampak 24
23. Daun bawah tidak reflex25
24. Tepi daun bagian bawah dentikulate **Bazzania japonica** (Sande Lac.).
24. Seluruh daun bawah rata **Bazzania densa** (Sande Lac.) Schiffn.
25. Daun sangat sempit, 2 x lebih panjang dari lebar. Tapak di bawah terletak di pinggir ujung..... **Bazzania pectinata** (Lindenb. & Gottsche) Schiffn.
25. Daun kurang dari 2 x lebih panjang dari lebar. Daun bawah seluruhnya memiliki garis tepi 26
26. Daun falcate dan tidak bercahaya. Daun bawah sangat kecil, lebih sempit dari batang **Bazzania zollingeri** (Lindenb.)

26. Daun tidak berbentuk falcate, tidak luntur. Underleaves ± lebih luas dari batang **Bazzania javanica** (Sande Lac.)

Kunci 6. Plagiochila

1. Batang bercabang padat (menyirip atau flabellate). Tanaman dendroid 2
1. Batang sederhana, bercabang tidak beraturan atau bercabang, tetapi tidak pernah bercabang rapat. Tanaman tidak dendroid 6
2. Batang dengan paraphyllia. Daun lateral appressed ke batang, second 3
2. Paraphyllia kurang. Daun tidak dilipat ke batang secara lateral 4
3. Paraphyllia hanya 1 (-2) sel lebar di pangkalan. Daun membulat **Plagiochila abietina** (Nees) Lindenb.
3. Paraphyllia lebih luas, lebar sel 3-7 di dasar. Daun biasanya lebih panjang dari lebar **Plagiochila hampeana** Gottsche
4. Terdapat cabang-cabang flagelliform ventral 5
4. Hanya sedikit cabang-cabang flagelliform ventral 6
5. Ujung daun dengan hanya 2-3 gigi. Daun sangat kecil, kurang dari 1 mm. banyak cabang ventral **Chiastocaulon dendroides** (Nees) Carl
5. Ujung daun dengan 3-6 gigi. Daun lebih besardari 1 mm. Sedikit cabang ventral **Plagiochila frondescens** (Nees) Lindenb.
6. Tanaman besar, lebar 4-6 mm. Lebar daun lebih dari 1 mm, dasar daun ventral melebar **Plagiochila arbuscula** (Brid. Ex Lehm.)
6. Tanaman kecil, lebar 2-3 mm. Lebar daun kurang dari 1 mm, basis daun ventral tidak melebar **Plagiochila spathulifolia** Mitt.

7. Dasar daun ventral membentuk kantung bulat. Ventral merophyte 5-10 sel lebarnya. Tanaman yang kuat, tepi daun ventral bersilia 8
7. Ventral dasar daun tergores dan tidak membentuk kantung membulat. Ventral merophyte kurang dari 5 sel lebar. Tanaman kecil atau besar, pinggiran daun ventral seluruh atau bergigi ataubersilia 10
8. Terdapat kantungpada seluruh tepi..... **Plagiochila blepharophora** (Nees) Lindenb
8. Terdapat kantung dengan tepibersilia 9
9. Tanaman besar, lebar 10-15 mm. Daun bawah kurang..... **Plagiochila sandei** Dozy
9. Tanaman kurang dari 10 mm lebar. Terdapat daun bawah dengan silia..... **Plagiochila bantamensis** (Reinw . et al.) Dum.
10. Terdapat cabang-cabang tipe Frullania, bercabang dikotomi11
10. Frullania-jenis cabang ± kurang, batang sederhana atau tidak teratur (jarang dichotomous) 18
- 11 Berdaun jarang. Tidak ada daun propulsi 12
11. Daun tidak banyak. Reproduksi vegetatif oleh propagul kecil pada permukaan daun..... 13
12. Terdapat daun bawah (kecil, ciliate). Daun bawahlonjong... **Plagiochila parvifolia** Lindenb.
12. Daun bawahsedikit, berbentuk ovale ke ovale-lonjong..... **Plagiochila salacensis** Gottsche
13. Daun padat imbricate, batang ± tak terlihat. Permukaan batang ventral dengan paraphyllia..... **Plagiochila obtusa** Lindenb.
13. Daun kurang padat, batang terlihat. Paraphyllia kurang 14
14. Daun 2-3 x lebih panjang dari lebar, pangkal daun tidak lebih lebar dari ujung **Plagiochila massalongoana** Schiffn.
14. Daun biasanya kurang dari 2 x lebih panjang dari lebar, pangkal daun lebih lebar dari ujung 15

15. Daun dengan 15-30 gigi 16
15. Daun dengan kurang dari 15 gigi 17
16. Daun imbricate, membentuk ventral... **Plagiochila teysmannii** Sande Lac.
16. Daun jauh hingga berdekatan, ventral lun tidak ada **Plagiochila javanica** (Sw.) Dum.
17. Ujung daun dengan 2 gigi besar, yang jauh lebih besar dari gigi lainnya..... **Plagiochila junghuhniana**
17. Gigi pada ujung daun tidak lebih besar dari gigi lainnya..... **Plagiochila javanica**
18. Permukaan batang dorsal dengan paraphyllia. Daun secund, vitta ada di bagian bawah daun 19
18. Tidak ada paraphyllia. Daun tanpa vitta 20
19. Daun terluas di pangkalan. Daun bawahpendek decurrent, tepi dasar lurus..... **Plagiochila renitens** (Nees) Lindenb.
19. Daun terluas melampaui pangkal, sekitar 1/3 dari panjang daun. Daunpanjang decurrent, tepi dasar berombak..... **Plagiochila trapezoidea** Lindenb.
20. Daun dengan 15-40 gigi 21
20. Daun dengan kurang dari 15 gigi 22
21. Daun terlebar di bagian tengah, bujur. 2 x lebih panjang dari lebar **Plagiochila nobilis** Gottsche
21. Daun terluas dekat pangkalan, bulat telur hingga bulat telur-lonjong 1,5 x lebih panjang dari lebar..... **Plagiochila fusca**
22. Daun persegi panjang sempit, 2-3 x lebar 23
22. Daun lebih pendek, kurang dari 2 x lebar 24
23. Sel daun halus papillose. Daun rapat **Plagiochila singularis** Schiffn.
23. Sel daun halus. Daun tidak kental..... **Plagiochila bicornuta**

24. Gigi dari tepi daun ciliate panjang, berakhir dengan deretan 3-9 sel..... **Plagiochila sciophila**
24. Gigi tepi daun berbentuk segitiga pendek, berakhir dengan baris yang tidak seimbang dari 1-3 sel **Plagiochila gracilis**

**Kunci 7. Lumut Hati berdaun
dengan lobus ventral kecil**

1. Daun bawah kurang 2
1. Terdapat daun bawah 21
2. Batang tipis dan rapuh, epidermis 5 baris sel berdinding tipis. Tanaman biasanya kurang dari 1 mm lebar. Rhizoids berasal dari batang. Sel daun dengan banyak badan minyak kecil tanpa warna. Biasanya epiphyllous, lebih jarang pada kulit kayuKunci 9 (**Cololejeunea**)
2. Batang kaku, epidermis dari banyak sel berdinding tebal. Tanaman biasanya lebih dari 1 mm lebar. Rhizoids berasal dari lobulus. Sel daun dengan 1-4 badan minyak coklat besar. Pada kulit kayu, batu dan daun hidup 3 (**Radula**)
3. Tepi daun bergigi..... 4
3. Seluruhnya tepi daun..... 5
4. Sel daun dengan trigonometri yang berbeda, berdinding tebal **Radula lacerata** Steph.
4. Sel daun tanpa trigon, berdinding tipis **Radula anceps** Sande-Lac.
5. Tumbuhan dengan banyak cabang amentulosa (= ranting berdaun kecil yang timbul dari daun axils dan tidak lebih panjang dari daun). Sel dengan trigonum besar dan menonjol 6
5. Cabang Amentulose kurang 7
6. Lobulus obovate, terlebar di bagian atas, dengan puncak bulat luas **Radula amentulosa** Mitt.

6. Lobules ovate-subquadrate, terluas di bagian bawah, dengan puncak terpotong **Radula formosa** (Meissn. Ex Spreng.) Nees
7. Daun dengan gemmae. Pada daun hidup, kadang-kadang pada kulit 8
7. Daun tanpa gemmae. Pada kulit atau batu, bukan pada daun hidup. 12
8. Gemmae pada permukaan daun ventral 9
8. Gemmae pada tepi daun 10
9. Puncak lobulus dengan jelas memanjang dan melengkung ke arah luar (90°)..... **Radula protensa** Lindenb.
9. Puncak lobules tegak, tidak melengkung ke luar **Radula acuminata** Steph.
10. Sel daun lobus sangat tidak teratur dalam ukuran dan bentuk**Radula gedena** Gottsche
10. Sel daun lobus hampir sama dalam ukuran dan bentuk 11
11. Puncak lobulus dengan jelas memanjang dan secara tiba-tiba melengkung ke arah luar (90°).....
..... **Radula nymanii** Steph.
11. Puncak lobules tegak, tidak melengkung ke arah luar.....
.....**Radula tjibodensis** Goebel.
12. Lobulus daun lingulate sempit, 2-3 x lebih panjang dari lebar, berdiri sejajar dengan batang
Radula lingulata Gottsche
12. Lobulus daun bukan lingulate yang sempit 13
13. Daun jarang 14
13. Daun tidak jarang 15
14. Lobul persegi panjang, ca. 2 x lebih panjang dari lebar.....
.....**Radula madagascariensis** Gottsche
14. Lobul subquadrate, sepanjang lebar..... **Radula javanica** Gottsche
15. Tanaman yang sangat kecil, kurang dari 1 mm, tumbuh pada ketinggian tinggi, ketinggian subalpine.

- Meninggalkan cekung dalam, dengan lobulus yang sangat besar, lunas sepanjang lobus **Radula cavifolia** Hampe ex Gottsche et al.
15. Tumbuhan lebih besar. Daun tidak terlalu cekung, batang lebih pendek 16
16. bercabang dikotomi. Lobulus dengan auriculate base dan truncate apex, agak tidak beraturan..... **Radula ventricosa** Steph.
16. Cabang berliku-liku tidak menyirip (tidak dikotomi). 17
17. Lobulus batang utama sangat besar, tumpang tindih batang dan sebagian menutupi satu sama lain..... **Radula sumatrana**
17. Lobulus batang utama lebih kecil, tidak tumpang tindih batang dan tidak saling menutupi..... 19
19. Lobus daun sangat seperti sabit, puncaknya sedikit tumpul. Lobule apeks memanjang mencolok. Sel daun dengan trigon tri-radiate bintang-bintang **Radula retroflexa** Mitt.
19. Daun lobus tidak atau hanya sedikit sabit, puncak apex luas. Puncak lobule tidak memanjang. Trigon sederhana, tidak seperti bintang 20
20. Tanaman kurang dari 2,5 mm lebar. lobula berbentuk kuadrat. Daun \pm imbricate. Trigon kecil, tidak bengkak..... **Radula javanica**
20. Tanaman memiliki lebar lebih dari 2,5 mm. Lobul bulat - bulat telur. Daun jauh, tidak kental. Trigone besar **Radula campanigera** Mont.
21. Lobulus melekat pada lobus sepanjang tepi dan biasanya menjauh dari batang. Tanaman beragam warna tetapi tidak pernah kemerahan atau ungu..... **Kunci 8 (Lejeuneaceae)**
21. Lobules bebas dan kurang lebih sejajar dengan batang atau hanya menempel lemah..... 22

22. Daun bawah tidak terbagi. Lobul mendatar (tidak seperti kantung), berliku, sejajar dengan batang. Batas lobule sering bergigi. Tanaman hijau gelap ke coklat, sangat kuat.....23 (**Porella**).
22. Daun bawah bifid (jarang tidak terbagi). Lobulus seperti kantung, atau cekung dengan margin upcurved, jarang mendatar. Lobul margin seluruhnya. Tanam hijau sampai kemerahan atau ungu, kecil atau besar..... 24 (*Frullania*, *Jubula*) (Gbr. 20)
23. Puncak daun bulat. Margin dasar lobulus dan bagian bawah beriak**Porella javanica**.
23. Daun apeks akut-acuminate. Bagian tepi dasar lobulus dan daun bawah tidak renyah..... **Porella acutifolia** (Lehm. & Lindenb.) Trevis.
24. Tepi batang daun bersilia atau bergigi (di beberapa daun).... 25
24. Batas batang daun ± seluruh 27
25. Tumbuhan sangat panjang, 5-20 cm, tergantung dari cabang, berwarna kuning kekuningan sampai ungu. Basis daun dengan sekelompok sel besar, kemerahan, sel ber dinding tipis (*ocelli*)..... **Frullania vaginata** (Sw.) Dum.
25. Tanaman yang lebih kecil, merayap, hijau atau coklat kemerahan. Pangkal daun tanpa *ocelli* 26
26. Tanaman berwarna coklat kemerahan, menit, ca. Lebar 0,7 mm. Lobulus silinder sempit. Margin di bawah garis muncul kembali. Sel dengan trigonum besar. Hanya diketahui dari Cibodas, sangat jarang.....
Frullania dentiloba Hatt.
26. Tanaman hijau, lebih besar. Lobule bulat, berbentuk bola (kadang-kadang datar dan berlidah). Sel-sel ber dinding tipis, memicu kurang atau sangat kecil..... **Jubula hutschinsiae** subsp. *javanica* (Steph.) Verd.

27. Lobules jauh dari batang (terpisah dari batang dengan lebar mereka sendiri; Gambar. 20: 56,57), biasanya secara miring menyebarkan..... 28 (**Frencania subgen. Diastaloba**)
27. Lobulus lebih dekat ke batang (terpisah dari batang dengan ukuran kurang dari lebar mereka sendiri; Gambar. 20: 58,60), tegak atau sedikit menyebar 36
28. Puncak lobulus kasar oleh banyak mammilla berbentuk kerucut. Lobules menyebar luas (hampir 90°.....
Frullania repandistipula Sande Lac.
28. Puncak lobulus halus. Lobules kurang luas menyebar 29
29. Tanaman minute dari hutan subalpine, lebarnya kurang dari 1 mm. Sel daun tengah sangat kecil, ca. Panjang 12 μ m, dengan dinding yang menebal secara merata (tidak ada trigonum yang berbeda). Daun sering berbentuk squarrose..... **Frullania junghuhniana** Gottsche.
29. Tanaman lebih besar. Sel-sel tengah yang lebih besar, dengan trigon. Tidak meninggalkan squarrose. 30
30. Tumbuhan besar, tergantung pada cabang, panjang 5-25 cm. Daun saat kering sangat membelit di sekitar batang.....**Frullania ternatensis** Gottsche
30. Tanaman yang lebih kecil, panjang 1-5 cm, merayap atau menanjak, jarang didiamkan (F. trichodes). Daun saat kering tidak kuat membelit di sekitar batang 31
31. Daun dasar dengan sekelompok oselus besar, agak kemerahan..... 32
31. Pangkal daun tanpa kelompok kemerahan ocelli..... 34
32. Tanaman sangat kecil, daun ca. 0,5 mm. Dasar daun dorsal tidak terentang. Lebar daun 1-2 x lebar batang. Menit stylus **Frullania gracilis** (Reinw. Et al.) Dum.
32. Tanaman lebih besar. Dasar daun dorsal aurikulat. Daun bawah lebih luas, ca. 3 x lebar batang. Stylus sering besar, foliose 32

33. Tanaman 3-menyirip. Daun bawan bulat atau lebih lebar dari panjang..... **Frullania sinuata** Sande Lac.
33. Tanaman 2-menyirip. Daun bawah lebih panjang dari lebar **Frullania trichodes** Mitt.
34. Daun apex selalu apiculate. Lobulus ± tegak lurus, sejajar dengan batang. Tanaman menyirip secara teratur..... **Frullania apiculata** (Reinw . et al.) Dum.
34. Daun puncak tidak selalu apiculate, membulat setidaknya di beberapa daun. Lobulus miring menyebar, tidak sejajar dengan batang. Tanaman secara teratur atau tidak teratur (2-) menyirip 35
35. Tanaman menyirip teratur. Dibawah lebih panjang dari lebar, margin keseluruhan. Mahkota betina bergigi **rullania ramuligera** (Nees) Mont.
35. Tanaman yang tidak teratur menyirip daun bawah bulat, tidak lebih panjang dari lebar, margin keseluruhan atau dengan beberapa gigi tumpul. Bracts betina..... **Frullania hypoleuca** Nees
F. tricarinata Sande Lac. juga kunci di sini dan mirip dengan F. hypoleuca tetapi berbeda dengan perianth dengan 3 perut ventral (hanya 1 kelopak ventral di F. hypoleuca).
36. Lobules ± menggantung, pembukaan lobulus berbalik ke arah puncak tanaman..... 37 (Frambania subgen. Homotropantha)
36. Lobules berdiri, membuka lobulus ke arah pangkal tanaman 40
37. Daun bawah tidak terbagi..... **Frullania integristipula** (Nees) Nees
37. Daun bawah 2-lobed (kadang hanya dangkal)..... 38
38. Tepi daun terulang kembali. Puncak daun selalu membulat. Daun bawah dengan auricles besar..... **Frullania nodulosa** (Reinw. Et al.)

- Frullania brotheri tampaknya merupakan bentuk kecil dioicous F. nodulosa dari ketinggian tinggi (> 1200 m).
38. Tepi daun datar. Daun apiculate di cabang, membulat pada batang. Daun di bawah tanpa atau dengan gelembungkecil 39
 39. Daun bawah 5 x lebar batang, sepanjang daun.....
Frullania fallax Gottsche
 39. Daun bawah lebih kecil, lebar batang 3-4 x, lebih pendek dari daun..... **Frullania intermedia** (Reinw. Et al.) Dum.
 40. Bagian bawah lobulus datar (tidak saccate)..... 41 (**Frullania** subgen. Chonanthelia)
 40. Lobules sepenuhnya saccate, tidak rata di bawah 43
 41. Tepi daun bergelombang. Perianth dengan 10 keels.....
Frullania arecae (Spreng.) Gottsche
 41. Tepi daun tidak berombak. Perianth dengan 4 keels 40
 42. Daun bagian bawah besar, lebih dari 3x selebar batang, lebih lebar dari panjang, berurat di dasar. Bagian rata lobulus ± selama kantung, ligulate **Frullania riojaneirensis** Raddi
 42. Daun bawah lebih kecil, lebar 2-3 x batang, membulat atau lebih panjang dari lebar, bukan auriculate. Bagian lobus yang diratakan lebih pendek dari kantung
Frullania eurota Tayl.
 43. Lobules 2-3 x lebih panjang dari lebar. Daun atas biasanya akut (dibulatkan dalam F. meyeniana: 30). Daun bawah 1-4 x lebar batang 44 (**Frullania** subgen. Thyopsiella)
 43. Lobules lebih pendek, kurang dari 2 x lebih panjang dari lebar. Puncak daun bulat. Daun bawah kecil atau besar, 1-10 x lebar batang 48 (**Frullania** subgen. Frullania)
 44. Puncak daun membulat..... **Frullania meyeniana** Lindenb.
 44. Daun apiculate atau akut-acuminate 45

45. Daun dengan deretan oselus yang mencolok (= sel-sel minyak kemerahan besar) di tengah lobus.....
Frullania moniliata (Reinw. Et al.) Dum.
45. Daun tanpa deretan ocelli 46
46. Tanaman yang tergantung bebas dari cabang di hutan, batang panjang 5-25 cm. Basa daun (dasar perut dan punggung) dan di bawah daun dengan aurikala besar.....
Frullania orientalis Sande Lac.
46. Tanaman merambat atau naik, tidak menggantung, batang sepanjang 2-7 cm. Pohon besar tidak ada atau hanya ada di dasar daun 47
47. Dasar daun daun aurikulat. Daun bawah membulat atau lebih lebar dari panjang, cordate dasar **Frullania cordistipula** (Reinw. Et al.) Dum.
Kedua spesies ini berbeda hanya dengan tingkat penyokongan betina dan mungkin sejenisnya; bahan steril dari keduanya tidak dapat dipisahkan (Verdoorn 1930, Hattori 1986).
47. Dasar daun dorsal tidak terentang. Daun bawah lebih panjang daripada lebar, dasarnya ± lurus....
Frullania hasskarliana Lindenb.
48. Daun squarrose, mudah patah..... **Frullania ericoides** (Nees) Mont.
48. Daun tidak berbentuk squarrose, tidak mudah patah ... 49
49. Daun bawah tidak terbagi, tepi daun terulang kembali.....**Frullania refleksistipula** Sande Lac.
49. Daun bawah 2-lobed (kadang hanya dangkal), tepi daunterulang kembali 50
50. Basis lobul dengan ujung panjang dan melengkung 51
50. Lobule tanpa paruh panjang dan melengkung. 54
51. Berakar akut-ciliata. Daun bawah bifid hingga 1/3 panjang, margin dengan satu atau beberapa gigi
..... **Frullania monocera** (Hook. & Tayl.)

51. Ujung bulat atau tumpul, tidak pernah akut. Terlihat kurang dalam bifid (maksimal 1/6), tepi daun tanpa gigi 52
52. Daun bawah pangkal lurus, tanpa auricles. Tanaman tidak ada, sangat panjang (hingga 15 cm).....
Frullania subnigricaulis Hatt.
52. Daun bawah berderet, dengan aurikula besar. Tanaman tidak langsung, lebih pendek. 53
53. Daun bawah lebih lebar dari panjang, reniform
.....**Frullania ornithocephala** (Reinw.Et al.) Nees
53. Daun bawah bulat atau lebih panjang dari lebar
..... **Frullania nepalensis** (Spreng.) Lehm. & Lindenb.
54. Pangkal daun ventral menyolok. Bagian bawah daun dengan aurikula besar 55

Daftar Pustaka

- Barat, N. T., Role, E., Forest, S., Tenggara, W. N., Bawaihaty, N., Hilwan, I., ... Kehutanan, F. (2014). Keanekaragaman dan Peran Ekologi Bryophyta di Hutan Sesaot, 5(April).
- Gradstein, S. R. (2017). *Guide to the Liverworts and Hornworts of Java GUIDE TO THE LIVERWORTS AND HORNWORTS OF JAVA Illustrations : Achmad Satiri Nurmam Lee Gaikee Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology.*
- Indriani, L., & Primandiri, P. R. (n.d.). INVENTARISASI LUMUT TERESTRIAL DI RORO KUNING NGANJUK Terrestrial Moss Inventory in Roro Kuning Nganjuk Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS, 340–343.
- Singh, A. P., Kumar, D., & Nath, V. (2008). Studies on the genera *Frullania* Raddi and *Jubula* Dum. from Meghalaya (India): Eastern Himalayas. *Taiwania*, 53(1), 51–84.

GLOSARIUM

A

- Absorpsi* : Proses pemisahan bahan dari suatu campuran gas dengan cara pengikatan bahan tersebut pada permukaan absorben cair diikuti pelarutan.
- Anatomi* : Ilmu yang mempelajari struktur hewan, tumbuhan dan manusia.
- Andreaeales* : Ordo pada lumut daun.
- Angiospermae* : Golongan tumbuhan yang menghasilkan biji dengan keadaan terlindungi oleh karpel dan pembuahannya ganda, serta memiliki alat perkawinan berupa bunga.
- Arkegonium* : Alat kelamin betina yang menghasilkan sel telur (ovum).
- Anteridium* : Alat kelamin jantan yang berfungsi menghasilkan spermatozoid.
- Antherozoid* : Gamet jantan kecil yang berflagela dan mampu bergerak, terdapat pada ganggang, lumut, dan paku-pakuan tertentu.
- Anthocerotae* : Kelas lumut tanduk.
- Anthocerothales* : Ordo lumut tanduk
- Apofisis* : Ujung seta yang sedikit melebar yang merupakan peralihan antara seta dengan kotak spora.

B

- Biomonitoring* : Cara ilmiah untuk mengukur paparan manusia dengan alam maupun bahan kimia berdasarkan sampling dan analisis terhadap jaringan dan cairan.

Bioindikator : Organisme yang memiliki sensitifitas terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat digunakan sebagai tanda terjadinya perubahan tersebut.

Bryophyta : Tumbuhan peralihan antara *Thallophyta* dan *Cormophyta* yang belum mempunyai pembuluh sejati.

Bryales : Salah satu ordo lumut daun

C

Calyptra : Sisa dinding arkegonium yang menutupi kapsul pada lumut.

Caulid : Organ yang menyerupai batang dan terdapat pada tumbuhan lumut.

Caulonema : Batang benang yang tumbuh selanjutnya akan tumbuh membentuk gametofora/ tumbuhan lumut berdaun.

D

Diesis : Tumbuhan berumah dua yaitu tumbuhan yang hanya memiliki bunga jantan atau bunga betina saja.

Dioceus : Tumbuhan yang hanya memiliki 1 macam bunga, bisa bunga jantan atau bunga betina.

E

Ekosistem : Suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik tidak terpisahkan antara makhluk hidup dengan lingkungannya.

Epidermis : Lapisan jaringan pelindung paling luar tumbuhan yang tersusun atas protoderm dan hanya memiliki satu lapis saja.

- Epiphyllous* : Sifat epifit atau parasit yang hidup atau tumbuh di permukaan sebelah atas inangnya.
- Evolusi* : Proses perubahan makhluk hidup secara bertahap dalam jangka waktu yang lama dari bentuk sederhana menjadi bentuk yang kompleks.

F

- Fase gametofit* : Fase tumbuhan seksual, terbentuk oleh haploid yang hanya mempunyai 1 set kromosom di dalamnya.
- Fase sporofit* : Fase didalam siklus tumbuhan yang aseksual, generasi dikenakan spora tumbuhan, menghasilkan sel diploid, berarti sel-sel dalam tumbuhan mempunyai 2 set kromosom.
- Fiksasi karbon* : Konversi karbon dioksida menjadi senyawa organik selama fotosintesis.
- Filogeni* : Kajian mengenai hubungan di antara kelompok-kelompok organisme yang dikaitkan dengan proses evolusi yang dianggap mendasarinya.
- Floem* : Jaringan yang mengangkut hasil fotosintesis ke seluruh tubuh tumbuhan
- Fontinalis* : Genus pada lumut air.
- Fotosintesis* : Proses pembuatan makanan yang dilakukan oleh tumbuhan menggunakan air, karbondioksida dengan bantuan energi cahaya matahari sehingga menghasilkan zat makanan dan oksigen.
- Fototrop* : Tanaman yang mengandung pigmen klorofil, dan menyiapkan makanan mereka sendiri dengan mengakuisisi energi dari sinar matahari, dan menggunakan karbon dioksida dan air.

G

- Gametangium : Sel, struktur, atau organ yang membentuk gamet di dalamnya.
- Gametofit : Fase daur hidup tumbuhan yang mempunyai inti sel haploid.
- Gametofor : Bagian tanaman yang menyandang gamet atau sel seksual.

H

- Hepaticae* : Lumut hati.
- Heterotalus* : Sifat miselium suatu koloni yang tidak mampu melakukan perkawinan tanpa adanya miselium koloni lain.
- Homotalus* : Sifat miselium suatu koloni yang mampu melakukan perkawinan

I

- Immunosuppressive : Obat yang menghalangi atau mencegah aktivitas sistem kekebalan tubuh

J

- Jungermaniales* Ordo terbesar pada lumut hati

K

- Kaliptra
- Kapsul spora : Bagian paling ujung dari akar yang berfungsi untuk melindungi akar terhadap kerusakan saat menembus tanah dan batuan
- Karsiogenik : Substansi yang menyebabkan kanker atau meningkatkan resiko timbulnya kanker.
- Klasifikasi : Penyusunan bersistem dalam kelompok atau golongan menurut

	<i>kaidah atau standart yang ditetapkan</i>
Klorofil	: Zat penghijau tumbuhan yang terpenting dalam proses fotosintesis.
<i>Kloronema</i>	
Kloroplas	: Bagian kecil pada sel tumbuhan yang mengandung klorofil.
Kolumela	: Jaringan yang tidak mengambil bagian dalam pembentukan spora.
Kormus	: Tubuh tumbuhan yang dapat dibedakan bagian-bagian fungsionalnya.
Korteks	: Bagian luar suatu alat organ.
Kosta	:
Kutikula	: Bagian tumbuhan yang merupakan lapisan yang jernih sangat tipis, dan biasanya lapisan itu berupa lilin

L

<i>Lichen</i>	: Lumut kerak
Lobe	
<i>Lobule</i>	
Lumen	: Rongga di dalam pembuluh

M

<i>Marchantiales</i>	: Ordo pada lumut hati
Meiosis	: Pembelahan sel kelamin dari diploid menjadi haploid
<i>Mesofil</i>	: Jaringan dasar daun yang dikelilingi epidermis atau yang terletak diantara epidermis atas dan epidermis bawah, dan diantara tulang-tulang daun terdiri atas parenkima berdinding tipis.
<i>Metagenesis</i>	: Pergiliran keturunan dari fase aseksual ke fase seksual maupun sebaliknya.

Metabolit sekunder	: <i>Metabolisme yang dikeluarkan tanaman.</i>
Mikrofil	: <i>Sel kelamin jantan yang menghasilkan sperma, dan memiliki ukuran yang lebih kecil.</i>
<i>Monoesis</i>	: <i>Bunga berumah satu yang hanya memiliki satu jenis alat kelamin pada satu tanaman.</i>
<i>Monoceus</i>	: <i>Tumbuhan yang memiliki dua macam bunga yaitu bunga jantan dan bunga betina pada satu pohon.</i>
<i>Musci</i>	: <i>Lumut daun.</i>

N

Non Vaskuler	: <i>Tumbuhan yang tidak memiliki berkas pengangkut</i>
--------------	---------------------------------------------------------

O

Ornamentasi	: <i>Hiasan yang menggunakan ornamen.</i>
Operculum	: <i>Organ penutup kapsul lumut yang kemudian membuka bila spora-spora di dalam kapsul telah matang.</i>
Oosphere	: <i>Gamet betina yang besar, tidak terbungkus, bulat, dan tidak bergerak dibentuk di dalam oogonium.</i>

P

<i>Paraphyses</i>	: <i>Filamen bersendi tumbuh di antara archegonia dan antheridia.</i>
<i>Peristom</i>	: <i>Pinggiran gigi sekitar lubang dari kapsul lumut.</i>
Permafrost	:
<i>Phyllids</i>	:
<i>Phyton</i>	:
Pioneer	:
<i>Plasma nutfah</i>	: <i>Bagian tumbuhan, hewan, atau</i>

mikroorganisme yang mempunyai fungsi dan kemampuan mewariskan sifat.

Pleurocarpous : Jenis lumut yang tumbuh rendah di permukaan tanah.

Protonema : Bagian lumut yang dihasilkan oleh perkecambahan spora pada lumut.

Pseudopodium : Kaki palsu dengan tonjolan sitoplasma yang di bentuk pada permukaan tropozit bersifat sementara yang di gunakan untuk pergerakan.

R

Roset : Susunan daun yang melingkar dan rapat berimpitan.

Rhizoid : Struktur yang menyerupai akar yang dimiliki oleh lumut

S

Selulosa : Molekul yang terdiri dari karbon, hydrogen, dan oksigen, dan ditemukan dalam struktur selular hampir semua materi tanaman.

Seta : Tangkai pada tumbuhan lumut.

Sel basa :

Sel cincin :

Sel marjinal :

Sel steril :

smoothwalled :

rhizoid

Spermatozoid : Gamet jantan yang bergerak.

Spesimen : Sekumpulan dari satu bagian atau lebih bahan yang diambil langsung dari sesuatu.

<i>Sphagnales</i>	: Ordo pada musci.
Spora	: Tubuh kecil hasil reproduksi yang biasanya uniseluler.
Sporangium	: Tempat pembentukan spora atau kotak spora.
Sporofit	: Suatu fase pada tumbuhan paku yang terjadi pembentukan spora.
Sporofitik	: Sistem satu lokus dengan jumlah alel <i>S</i> yang banyak.
Sporogen	: Sel induk spora.
Sporogonium	: Kotak spora berbentuk kapsul pada lumut.
Struktur elater	: Filament spiral elastis sebagai pelindung spora pada saat basah dengan cara membuka
Substrat	: Molekul-molekul yang dikatalis enzim

T

Thalus : Jaringan yang belum bisa dibedakan bagian-bagiannya yang membentuk tubuh sekelompok vegetasi tingkat rendah.

Terrestrial

Tetrader : Bagian dari reproduksi sel yang terletak pada bidang pembelahan sel.

Thigmotropic

Tomentum

Tuberculosis

rhizoid

U

Uniseluler : Terdiri dari satu sel tunggal.

Under leaf

V

- Vascular : *Pembuluh dalam yang membawa air dan makanan keseluruh tumbuhan.*
- Vegetasi : *Berbagai macam jenis tumbuhan atau tanaman yang menempati suatu ekosistem.*
- Vaginula : *Pangkal tangkai*

X

- Xylem : *Jaringan pengangkut pada tumbuhan berpembuluh yang berfungsi untuk menyalurkan nutrisi dari akar ke daun.*

