



Identifikasi Karakter Morfologi dan Reproduksi pada Thallophyta dan Bryophyta di UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Amelia Alpha Benita¹, Anita Fitriani², Fajar Ramadhan³, Fina Riyandita Masfurin⁴,
Gheisya Geiziana Grandisningtias⁵, Ita Fitriyyah⁶

¹⁻⁶ Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati

Alamat: Jalan A.H Nasution No.105, Cipadung, Kota Bandung, Jawa Barat 40614

Email : amelia.alphabenita903@gmail.com¹, anitafitri28@gmail.com², fajarramadhan2904@gmail.com³,
finariyanditam@gmail.com⁴, gheisyagei@gmail.com⁵, Ita.fitriyyah@uinsgd.ac.id⁶

Abstract: This study aims to identify morphological and reproductive characters in Thallophyta and Bryophyta in UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Bryophytes have high species diversity and are known as the second largest group of plants after flowering plants. They play an important role in maintaining ecosystems, especially water balance and nutrient cycles, and serve as bioindicators due to their sensitivity to environmental changes. The study was conducted by taking samples of leaf lichens and crustose lichens on various substrates such as rocks, soil, and trees, then observed using a stereo microscope and binocular microscope. The results showed that Thallophyta, such as crustose lichens, have unique morphological structures and can reproduce through ascospores, while Bryophyta, such as leaf mosses, have a life cycle that includes gametophyte and sporophyte stages. Reproduction in leaf mosses occurs sexually through the antheridium and archegonium, and asexually through stolon fragmentation. In addition to their ecological role, lichens also provide important habitat for a variety of organisms and help maintain the balance of tropical forest ecosystems. The adaptation of lichens to a wide range of environmental conditions allows them to survive in various substrates and extreme situations. This study provides new insights into the role of lichens in ecosystems and their potential applications for environmental conservation and restoration. The results of this study can serve as a basis for biodiversity conservation efforts and sustainable environmental management. Therefore, it is important to take appropriate conservation measures to preserve the vital role of lichens in ecosystems and the overall health of the environment.

Keyword: Lichens, Thallophyta, Bryophyta, Bioindicators, Morphology.

Abstrak: Tumbuhan lumut (Bryophyta) memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi dan dikenal sebagai kelompok tanaman terbesar kedua setelah tanaman berbunga. Mereka berperan penting dalam menjaga ekosistem, terutama keseimbangan air dan siklus hara, serta berfungsi sebagai bioindikator karena kepekaannya terhadap perubahan lingkungan. Identifikasi karakter morfologi dan reproduksi pada Thallophyta dan Bryophyta di lingkungan UIN Sunan Gunung Djati Bandung menjadi tujuan dari penelitian ini. Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel lumut daun dan lumut kerak pada berbagai substrat seperti batu, tanah, dan pepohonan, kemudian diamati menggunakan mikroskop stereo dan mikroskop binokuler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Thallophyta, seperti lumut kerak, memiliki struktur morfologi unik dan dapat bereproduksi melalui askospora, sedangkan Bryophyta, seperti lumut daun, memiliki siklus hidup yang mencakup tahap gametofit dan sporofit. Reproduksi pada lumut daun terjadi secara seksual melalui antheridium dan archegonium, dan aseksual melalui fragmentasi stolon. Selain peran ekologisnya, lumut juga menyediakan habitat penting bagi berbagai organisme dan membantu menjaga keseimbangan ekosistem hutan tropis. Adaptasi lumut terhadap berbagai kondisi lingkungan memungkinkan mereka untuk bertahan hidup di berbagai substrat dan situasi ekstrem. Penelitian ini memberikan wawasan baru tentang peran lumut dalam ekosistem dan aplikasi potensialnya untuk konservasi dan restorasi lingkungan. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar upaya pelestarian keanekaragaman hayati dan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, penting untuk mengambil langkah-langkah konservasi yang tepat untuk melestarikan peran vital lumut dalam ekosistem dan kesehatan lingkungan secara keseluruhan.

Kata Kunci: Lumut, Thallophyta, Bryophyta, Bioindikator, Morfologi.

LATAR BELAKANG

Keanekaragaman spesies lumut sangat tinggi, menempati urutan kedua kelompok tumbuhan terbesar setelah tumbuhan berbunga, dengan perkiraan 15.000-25.000 spesies di seluruh dunia, termasuk 1.500 jenis di Indonesia. Keanekaragaman dan kelimpahan lumut bervariasi bergantung pada kondisi lingkungan, terutama ketinggian tempat yang memengaruhi iklim mikro, khususnya kelembaban udara (Raihan dkk., 2018). Faktor lingkungan lain seperti suhu dan cahaya juga memengaruhi kehidupan lumut. Setiap spesies lumut memiliki perbedaan toleransi terhadap faktor-faktor ini yang dipengaruhi oleh tingkat adaptasi, komposisi jenis, dan distribusi tumbuhan lumut. (Mulyani dkk., 2015).

Lumut memegang peranan ekologis yang krusial dalam ekosistem, terutama di kawasan hutan hujan tropis. Di sana, lumut berfungsi menjaga keseimbangan air dan siklus hara, menyediakan habitat penting bagi berbagai organisme, serta dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator karena kepekaannya terhadap perubahan lingkungan (Khotimperwati dkk., 2015). Lumut, yang tergolong tumbuhan tingkat rendah, umumnya hidup di lingkungan lembab dan menunjukkan keanekaragaman serta variasi habitat yang tinggi. Hutan hujan tropis memiliki tingkat kelembaban yang tinggi dan umumnya menjadi habitat yang optimal bagi lumut berupa substrat seperti batu, pohon, kayu, dan tanah. Struktur mirip akar pada lumut, yang disebut rizoid, berperan dalam penyerapan air dan pelekatan pada substrat tanah, bebatuan, atau pepohonan. Selain itu, lumut juga berperan sebagai tumbuhan perintis yang membuka jalan bagi pertumbuhan tanaman lain (Husain dkk., 2022).

Lingkungan kampus UIN Sunan Gunung Djati Bandung memiliki karakteristik lingkungan tertentu yang dapat mempengaruhi keberadaan dan pertumbuhan Thallophyta dan Bryophyta. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi spesies-spesies yang mampu beradaptasi dengan kondisi tersebut dan menganalisis karakteristik dari morfologi dan reproduksinya. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi penting untuk pengelolaan lingkungan kampus yang berkelanjutan.

KAJIAN TEORITIS

Lumut kerak, atau dikenal juga sebagai lichen, adalah tumbuhan tingkat rendah yang tergolong dalam divisi Thallophyta. Ia terbentuk dari simbiosis antara dua organisme berbeda, yaitu fungi (jamur) dan alga (ganggang). Sebagai tumbuhan epifit, lumut kerak tumbuh menempel pada tumbuhan lain dan dikenal sebagai indikator biologis yang sangat baik karena kemampuannya menyerap berbagai zat kimia (Hutasuhut dkk., 2021). Secara lebih rinci, lichen merupakan asosiasi simbiotik yang terdiri dari jutaan mikroorganisme fotosintetik (fotobion),

yang umumnya berupa ganggang biru (*Cyanophyceae*) atau ganggang hijau (*Chlorophyceae*), yang bersatu dalam jaringan hifa fungi (mikobion). Dalam simbiosis ini, alga berperan menyediakan karbohidrat hasil fotosintesis, sementara fungi berfungsi menyerap air dan mineral, sekaligus memberikan struktur, massa, serta perlindungan bagi alga (Ulfa dkk., 2023).

Lumut daun (*Musci*) merupakan jenis tumbuhan yang tidak memiliki sistem pembuluh dan berkembang biak melalui spora. Tumbuhan ini termasuk dalam kelas paling besar di divisi Bryophyta. Lumut ini kerap disebut lumut sejati karena memiliki struktur yang minimalis, dengan komponen yang mirip dengan akar (rizoid), batang (semu), dan daun (Lukitasari, 2018). Habitat lumut daun sangat beragam, mencakup area tanah kering yang terpapar sinar matahari, ruang di antara rumput, permukaan batu keras, serta batang dan cabang pohon, kayu yang membusuk, dinding semen, pinggiran saluran irigasi, sungai, danau, dan sejenisnya. Banyak spesies lumut daun memiliki kemampuan untuk bertahan di daerah kering dan tahan terhadap kondisi kekeringan yang sangat parah selama berbulan-bulan, bahkan hingga bertahun-tahun, tanpa mengalami kerusakan. Karakteristik utama dari lumut daun adalah batangnya yang jelas dapat dibedakan dari daun, serta adanya rizoid yang berfungsi untuk menempel pada permukaan (Ivhone dkk., 2022).

Reproduksi tumbuhan lumut berlangsung secara seksual (generatif) dan aseksual (vegetatif). Reproduksi seksual melibatkan pembentukan anteridium (organ yang menghasilkan gamet jantan) dan arkegonium (organ yang menghasilkan gamet betina). Sementara itu, reproduksi aseksual terjadi melalui pembentukan sporangium (kotak spora), fragmentasi talus (pemutusan bagian tubuh), dan pembentukan gemma (kuncup). Siklus hidup lumut terdiri dari dua tahap utama, yaitu gametofit dan sporofit. Tahap gametofit merupakan tahap yang dominan. Gametofit berbentuk talus dan menghasilkan gamet (sel reproduksi). Tahap sporofit sangat berbeda dengan gametofit. Spora, yang merupakan sel reproduksi haploid, dihasilkan melalui meiosis di dalam sporangium. Pada lumut, spora berperan sebagai alat penyebaran dan reproduksi generatif. (Husain dkk., 2022).


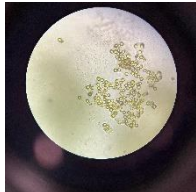
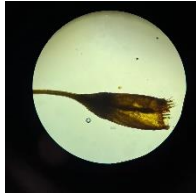

METODE

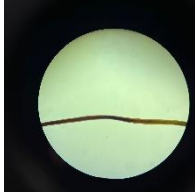


Penelitian dilakukan di lingkungan sekitar kampus UIN Sunan Gunung Jati Bandung dengan tujuan untuk mengidentifikasi karakter morfologi dan reproduksi pada Thallophyta dan Bryophyta. Pengambilan sampel dilakukan pada hari Senin tanggal 23 bulan September tahun 2024 dengan mengumpulkan lumut daun dan lumut kerak. Sampel uji kemudian dibersihkan dengan kuas kecil dan tisu sebelum diamati. Pengamatan morfologi dilakukan menggunakan mikroskop stereo untuk mengidentifikasi struktur morfologi, sedangkan pengamatan spora dan

sporangium dilakukan menggunakan mikroskop binokuler. Besaran spora diukur dan didokumentasikan menggunakan alat dokumentasi. Data yang diperoleh dibandingkan dengan studi literatur yang relevan dan kemudian dianalisis secara deskriptif.

HASIL

No	Jenis lumut	Karakteristik		Dokumentasi	Litelatur
		Warna	Hijau		
1.	Thallophyta	Bentuk	Bulat	 <p>(Dok.Kel 2 ; thallophyta, 2024)</p>  <p>(Dok.Kel 2B ;spora thallophyta, 2024)</p>	 <p>(Ulfa dkk., 2023)</p>  <p>(Roziaty, 2016)</p>
		Ukuran	10-20 mikrometer		
	Jumlah	16 buah pada lensa mikroskop yang diamati			
	Klasifikasi : liken diklasifikasikan berdasarkan habitat tumbuhnya menjadi 5 kelompok yaitu Corticolous yang tumbuh di permukaan pohon, Follicolous yang tumbuh di permukaan daun, Saxicolous yang tumbuh di permukaan batu, Terricolous yang tumbuh di tanah, dan Musicolous yang tumbuh bersama lumut. Selain itu, liken juga diklasifikasikan berdasarkan morfologi thalus menjadi 3 kelompok yaitu Crustose berupa kerak datar dan tipis, Foliose berupa daun-daunan, serta Fruticose berupa				

	<p>semak-semakan dan bercabang-cabang. Dari segi anatomi, struktur thalus liken terdiri atas lapisan hifa fungi, lapisan alga, medulla, dan korteks bawah, sedangkan alga yang membentuk tubuh liken disebut gonidium yang berbentuk uniseller atau multiseluler (Roziaty, 2016).</p>											
<p>2.</p>	<p>Bryophyta</p> <p>Klasifikasi : Lumut daun termasuk dalam kelas Musci. Ada tiga varietas utama di kelas ini: Andreaeales, Sphagnales dan Bryales.</p> <p>Keluarga Andreaeales mempunyai ciri daun majemuk yang mengelilingi rambut pendek dan tegak. Keluarga Sphagnales dapat dikenali dari sporangia hijaunya yang mengandung spora besar yang berkembang</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="512 958 647 1010">Warna</td> <td data-bbox="647 958 831 1010">Hijau</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1010 647 1061">Bentuk</td> <td data-bbox="647 1010 831 1061">Bulat</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1061 647 1122">Ukuran</td> <td data-bbox="647 1061 831 1122">5-15 mikrometer</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1122 647 2033">Jumlah</td> <td data-bbox="647 1122 831 2033">190 buah pada lensa mikroskop yang diamati</td> </tr> </table>	Warna	Hijau	Bentuk	Bulat	Ukuran	5-15 mikrometer	Jumlah	190 buah pada lensa mikroskop yang diamati	<div data-bbox="842 965 1129 1227">  <p>(Dok.Kel 2 ; bryophyta, 2024)</p> </div> <div data-bbox="874 1395 1070 1585">  <p>(Dok.Kel 2 ;spora bryophyta, 2024)</p> </div> <div data-bbox="874 1771 1070 1962">  <p>(Dok.Kel</p> </div>	<div data-bbox="1141 965 1428 1227">  <p>(Lukitasari, 2018)</p> </div>
Warna	Hijau											
Bentuk	Bulat											
Ukuran	5-15 mikrometer											
Jumlah	190 buah pada lensa mikroskop yang diamati											

	<p>menjadi berbagai jenis.</p> <p>Sedangkan keluarga Bryales mempunyai jumlah spesies lumut terbanyak. Ciri-cirinya antara lain daun ganjil, rambut panjang melengkung, dan sporangia berbentuk lonjong atau bulat (Lukitasari, 2018)</p>			<p>2 ;sporangium, 2024)</p>  <p>(Dok.Kel 2 ;seta, 2024)</p>  <p>(Dok.Kel 2 ;gametofit, 2024)</p>  <p>(Dok.Kel 2 ;Stolon & rhizoid, 2024)</p>	
--	---	--	--	---	--

PEMBAHASAN

a. Morfologi dan Reproduksi *Thallophyta*

Menurut Roziaty, E. (2016), lumut kerak dapat dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan jenis habitatnya. Pertama, saxicolous merujuk pada jenis lumut kerak yang tumbuh pada batu atau formasi cadas di daerah dengan suhu rendah, seperti *Acarospora ceruina*, *A. fuscata*, dan *Aspicillia corcota* ialah spesies lichen yang memiliki karakteristik yang khas. Selain itu, ada juga spesies *Usnea articulata* dan *U. hirta*, yang merupakan kelompok corticularis, yang hidup di atas pohon di kawasan tropis dan subtropis dengan tingkat kelembapan tinggi. Adapun jenis lichen lainnya seperti terricolous, yang tumbuh di permukaan tanah. Di samping itu, liken juga dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk morfologinya. *Thalus crustose* merupakan sejenis liken yang memiliki bentuk mirip lumut kerak, dengan thallus yang kecil, datar, dan tipis, serta sulit untuk diangkat tanpa merusak substratnya. Beberapa contoh dari liken ini adalah *Graphis scripta*, *Haematomma puniceum*, dan *Acarospora*. *Thalus* berbentuk daun memiliki susunan yang menyerupai daun, terdiri dari lobus-lobus yang

lebih longgar melekat pada permukaan; beberapa contoh spesiesnya adalah *Xantoria*, *Physicia*, *Peltigera*, dan *Parmelia*. Fruticose merupakan jenis lichen yang memiliki thallus berbentuk semak bercabang. Lichen ini tumbuh secara vertikal atau menggantung pada batu, daun, ataupun ranting pohon, contohnya seperti *Usnea*, *Ramalina*, dan *Cladonia*. Akhirnya, squamulose merupakan jenis lumut kerak yang memiliki lobus-lobus kecil menyerupai sisik yang saling tumpang tindih, dan sering kali memiliki bagian tubuh buah yang dikenal dengan sebutan *podetia*.

Reproduksi seksual pada lichen hanya melibatkan proses reproduksi jamur, karena elemen jamur memainkan peran yang lebih penting. Secara umum, unsur jamur dalam lumut kerak termasuk dalam kategori *Ascomycetes*. Proses ini mencakup pembentukan spora (askospora) yang memiliki ketahanan tinggi terhadap beragam kondisi, dan spora tersebut disimpan dalam apothecium yang memiliki bentuk menyerupai cangkir. Apothecium mampu melepaskan spora ke udara dan menyebarkannya ke tempat-tempat baru. Apabila spora itu menemukan lingkungan yang tepat, ia akan tumbuh menjadi jamur yang masih muda. Jamur remaja ini perlu segera mencari alga yang sesuai agar dapat membentuk lichen baru. Jika tidak terbentuk hubungan simbiosis dengan alga yang sesuai, jamur tersebut akan segera mengalami kematian. Peristiwa ini disebabkan oleh fakta bahwa jamur yang berasal dari lichen tidak mampu bertahan hidup secara mandiri, sementara alga dapat hidup sendiri meskipun tanpa keberadaan jamur. Reproduksi seksual ini memungkinkan adanya variasi dalam suatu populasi, yang menyebabkan jamur lichen memiliki keanekaragaman yang sangat tinggi (Waruwu et al., 2022)

Menurut Roziyati (2016), Sebagian besar reproduksi lichen termasuk dalam kategori askospora, Askus merupakan suatu struktur yang menghasilkan spora dan terbentuk dalam suatu bentuk yang dikenal sebagai askokarpus. Askokarpus ini memiliki wujud yang mirip dengan apotecium, peritecium, atau pseudotecium, dan tampak seperti lichen yang bukan dari kelompok jamur. Ciri utama dari organisme ini adalah keberadaan ascocarp (ascomata) yang diselubungi oleh *hymenium*, yang memuat askus serta struktur steril seperti parafisis. Apothecia dapat diartikan sebagai struktur yang menyerupai bentuk cangkir. Hymenium yang terletak di bagian atas apotek tidak dilengkapi dengan parafisi, sedangkan askus membentuk lapisan tipis di dalam permukaan lempengan. Lempengan ini umumnya termasuk dalam kategori crustose dengan ukuran diameter berkisar antara 0,5 hingga 3 mm. Pada lichen jenis foliose yang memiliki ukuran lebih besar, diameter kepingan bisa mencapai antara 10 hingga 20 mm.

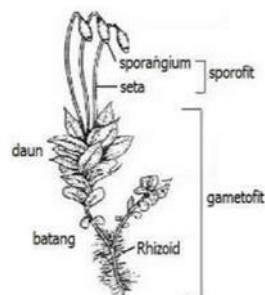
Askus merupakan wadah yang dihasilkan untuk pembentukan ascospora. Struktur askus terdiri dari dua lapisan dinding: lapisan di bagian luar tidak dapat diregangkan, sementara

lapisan di bagian dalam dapat diregangkan. Ascospora yang terbentuk dapat berbeda-beda, mulai dari spora yang sederhana dan uniseluler, tanpa septa, serta berukuran kecil (10–30 μm) dengan dinding sel yang sangat tipis, yang dapat ditemukan pada *Lecanora*, *Parmelia*, dan *Usnea*. Sesekali, ada pula *Pertusaria* yang berukuran lebih besar dan memiliki dinding yang lebih kokoh. Spora juga dapat memiliki karakteristik septat transversal, dengan ukuran panjang dan terdiri dari banyak sel, yang mengandung sekitar 1 hingga 40 dinding sel yang melintang, seperti yang terdapat pada *Graphis*, *Pyrenula*, dan *Bacidia*. Selain itu, terdapat juga spora muriformis yang bersifat multiseluler, memiliki dinding yang lebih besar baik secara transversal maupun longitudinal. Contoh dari spora ini dapat ditemukan pada *Phaeographina*, *Umbilicaria*, dan *Lopadium*. Spora polarilocular memiliki dinding yang tebal dan dapat menembus melalui saluran sempit, mirip dengan yang ditemukan pada *Caloplaca* dan *Xanthoria*. Jumlah spora umumnya berkisar sekitar 8, tetapi bisa bervariasi hingga ribuan pada jenis-jenis seperti *Mycoblastus* dan *Acarospora*. Selain askus, pycnidia juga merupakan kelompok yang signifikan dalam proses reproduksi seksual lichen. Pycnidia dapat ditemukan di berbagai kelompok lumut kerak dan memiliki bentuk langsing yang melekat pada thallus lumut, serupa dengan perithecia, yang memproduksi ratusan hifa jamur yang dikenal sebagai conidia. Konidia ini dapat berfungsi sebagai sel sperma jantan yang bersatu dengan inti betina di dalam askus. Namun, konidia juga dapat berfungsi sebagai spora jamur dalam proses reproduksi aseksual. Mereka akan jatuh ke permukaan substrate, berkecambah, dan berinteraksi dengan alga yang sesuai untuk membentuk lumut kerak (lichen). (Roziaty, 2016)

Liken memainkan fungsi ekologi yang sangat penting. Mereka berperan sebagai penanda kondisi lingkungan karena sangat responsif terhadap perubahan dalam kualitas, khususnya pencemaran udara. Dengan demikian, keberadaan dan variasi spesies liken dapat menjadi indikator keadaan kesehatan ekosistem. Di samping itu, lumut kerak juga berperan dalam menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis, yang memiliki peranan yang sangat vital bagi kehidupan. Lichen juga menjadi tempat tinggal bagi berbagai mikroorganisme dan hewan kecil, yang membantu mempertahankan keanekaragaman biologis. Mereka berkontribusi dalam menjaga kelembapan lingkungan dengan cara menyerap serta menyimpan air, yang sangat penting untuk perkembangan tanaman di sekitarnya. Dengan melekat pada batu dan substrat lainnya, lumut kerak ikut serta dalam pembentukan tanah dan mengurangi erosi, serta menjadi sumber makanan bagi sejumlah hewan, terutama hewan tanpa tulang belakang. Secara umum, liken memainkan peran vital dalam mempertahankan keseimbangan ekosistem serta kesehatan lingkungan (Pratama & Trianto, n.d.).

Liken mempunyai berbagai macam penyesuaian yang memungkinkannya untuk bertahan hidup di kondisi lingkungan yang keras. Mereka dapat bertahan dalam variasi suhu yang sangat besar, yakni antara 18°C hingga 30°C, dan memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan perubahan suhu itu. Di samping itu, lumut dapat bertahan dalam rentang kelembaban yang berbeda, umumnya antara 40-89%, dan mampu menyesuaikan diri ketika kelembaban menjadi normal setelah masa kering. Struktur morfologi liken memiliki peran yang krusial dalam proses adaptasi ini; terdapat dua jenis thallus, yaitu crustose yang terikat dengan erat pada permukaan dan lebih mudah beradaptasi, sedangkan foliose lebih sensitif terhadap perubahan di lingkungan sekitar. Liken juga memiliki kemampuan untuk mengambil air dan nutrisi dari sekitarnya, termasuk melalui curah hujan dan kelembapan udara, yang mendukung mereka untuk bertahan hidup di lingkungan yang ekstrem. Di samping itu, reaksi liken terhadap pencemaran menjadikannya sebagai indikator biologis yang handal untuk menggambarkan kondisi kesehatan lingkungan. Liken adalah hasil kolaborasi antara jamur dan alga, di mana jamur berperan dalam memberikan dukungan struktural dan perlindungan, sedangkan alga bertanggung jawab untuk proses fotosintesis. Gabungan kemampuan adaptasi ini memungkinkan liken untuk tumbuh dan berkembang meskipun hidup di lingkungan yang sering kali sulit dan tidak bersahabat bagi makhluk hidup lainnya (Maulani, 2021; Prasetyo, 2019). Liken dapat melindungi diri dengan menghasilkan metabolit sekunder yang berperan sebagai mekanisme perlindungan ketika berada di dalam situasi yang merugikan. Ini termasuk senyawa asam yang melapisi kutikula untuk menghindari kehilangan kelembapan, serta senyawa higroskopik yang mampu menyerap air secara langsung dari udara (Laksono, 2019).

b. Morfologi dan Reproduksi pada Bryophyta



Sporangium merupakan organ khusus yang berfungsi memproduksi dan melepaskan spora melalui pembelahan meiosis sel haploid. Secara morfologi, sporangium tampak sebagai kantung kecil berwarna coklat yang terletak di ujung rambut (Rose et al., 2016). Seta merupakan batang pendek yang menopang spora sehingga spora yang matang dapat berkembang biak secara normal (Câmara et al., 2019).

Dalam siklus hidup lumut daun, terdapat dua tahap yaitu gametofit dan sporofit. Gametofit merupakan tahap dominan yang meliputi thallus, batang, antheridium dan archegonia. Tahap ini berperan dalam reproduksi seksual melalui proses konjugasi. Sedangkan sporofit merupakan tahap parasit gametofit yang hanya terdiri dari rambut dan spora. Tahap spora berfungsi menghasilkan spora melalui pembelahan mitosis sel diploid (Uchkunbek, 2024)

Selain itu, lumut daun juga dapat bereproduksi secara aseksual melalui fragmentasi dan fragmentasi. Stolon merupakan filamen tipis yang tumbuh dari thallus, dimana fragmentasi stolon dapat memunculkan individu baru. Rhizoid bertindak sebagai organ penahan dan mengikat gametofit ke permukaan substrat (Vitt et al., 2014).

Spora pada lumut daun berfungsi dalam proses reproduksinya secara vegetatif, yaitu pada fase sporofit. Sporofit menghasilkan spora yang biasanya menempel pada struktur gametofit tumbuhan lumut tersebut (Lukitasari, 2018). Spora pada lumut daun dihasilkan dari sporangium, dimana di dalam kapsul spora ini sel-sel mengalami proses meiosis untuk menghasilkan spora haploid. Sporangium akan terbuka setelah spora matang dan akan menyebar ke lingkungan dengan bantuan angin. Spora yang menyebar akan berkecambah dan tumbuh menjadi protonema di tempat yang lembab. Protonema merupakan struktur awal yang akan berkembang menjadi gametofit baru yang nantinya akan memproduksi gamet jantan dan betina yang kemudian melanjutkan siklus hidup lumut yang selanjutnya.

Lumut daun sangat berkontribusi dalam mengatur keseimbangan ekosistem, khususnya di daerah hujan hutan tropis. Lumut memiliki kemampuan dan menyimpan dan menyerap air sehingga mampu berkontribusi dalam mengatur siklus hidrologi dengan menjaga keseimbangan air. Lumut juga berperan dalam siklus hara dengan memfasilitasi penguraian bahan organik dan pelepasan nutrisi penting. Lumut juga menyediakan sumber makanan dan habitat bagi berbagai organisme, seperti serangga, cacing, dan mikroorganisme. Selain itu, karena sensitifitasnya terhadap perubahan lingkungan, lumut juga dimanfaatkan sebagai bioindikator untuk memantau kualitas lingkungan dan mendeteksi perubahan ekosistem. Dengan demikian, lumut merupakan komponen ekosistem yang sangat penting dan berdampak signifikan pada keseimbangan serta keberlanjutan ekosistem hutan tropis. Sejalan dengan Endang et al. (2020) yang menyatakan bahwa secara ekologi lumut berperan penting dalam ekosistem, terutama pada daerah hujan hutan tropis lumut berperan dalam menjaga keseimbangan air, siklus hara dan merupakan habitat penting bagi organisme lain serta dapat dijadikan sebagai bioindikator karena tumbuhan ini lebih sensitif terhadap perubahan lingkungan.

Kemampuan adaptasi yang tinggi menjadikan lumut mampu untuk bertahan hidup di berbagai kondisi lingkungan. Mereka dapat hidup pada substrat yang berbeda seperti batu, tanah, dan kulit pohon. Lumut juga mengembangkan struktur khusus untuk mengumpulkan dan menyimpan air, sehingga memungkinkan mereka bertahan hidup di daerah dengan kelembaban rendah. Menurut Filany & Nugroho (2023) penyebaran lumut sangat bergantung terhadap kondisi lingkungannya. Faktor lingkungan tersebut seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan ketinggian.

Selain itu, lumut dapat berhibernasi selama kondisi lingkungan ekstrem dan menghasilkan spora yang tahan terhadap kondisi lingkungan buruk. Lumut juga memiliki strategi pertahanan untuk melindungi diri dari ancaman lingkungan. Mereka menghasilkan senyawa kimia untuk melindungi dari herbivor dan patogen. Selain itu, lumut membentuk simbiosis dengan mikroorganisme untuk meningkatkan ketahanan dan mengembangkan struktur fisik untuk menghindari erosi dan kerusakan. Kemampuan regenerasi cepat setelah gangguan lingkungan juga menjadi salah satu strategi pertahanan lumut. Perbedaan toleransi tiap spesies tumbuhan lumut terhadap faktor lingkungan akan berpengaruh terhadap tingkat adaptasi, komposisi jenis, dan distribusi tumbuhan lumut (Husain et al., 2022).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, identifikasi karakter morfologi dan reproduksi pada Thallophyta dan Bryophyta di lingkungan UIN Sunan Gunung Djati Bandung menunjukkan keanekaragaman spesies yang cukup tinggi. Thallophyta yang ditemukan umumnya memiliki tubuh yang sederhana berupa talus, sedangkan Bryophyta (lumut) memiliki tubuh yang lebih kompleks dengan struktur mirip akar, batang, dan daun. Reproduksi pada kedua kelompok tumbuhan ini menunjukkan adanya pergiliran keturunan (metagenesis). Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi pada pemahaman lebih lanjut tentang keanekaragaman hayati di lingkungan kampus serta mampu menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Câmara, P. E. A. S., van Rooy, J., Silva, M. C., & Magill, R. E. (2019). A revision of the family Sematophyllaceae (Bryophyta) in southern Africa. *Acta Musei Silesiae, Scientiae Naturales*, 68(1–2), 157–174. <https://doi.org/10.2478/cszma-2019-0016>
- Endang, T., Jumiati, J., & Pramesthi, I. A. D. (2020). Inventarisasi jenis-jenis lumut (Bryophyta) di daerah aliran sungai Kabura-Burana Kecamatan Batauga Kabupaten Buton Selatan. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(2), 161–172. <https://doi.org/10.29303/jbt.v20i2.1807>

- Filany, D. E., & Nugroho, A. S. (2023). Keanekaragaman jenis Bryophyta di kawasan Air Terjun Curug Semirang. *Prosiding Webinar Biofair*, 359–379.
- Husain, Z., Pikoli, S. W., Salam, N., Uno, W. D., & Kumaji, S. S. (2022). Variasi morfologi lumut (Bryophyta) di area kampus Bone Bolango Universitas Negeri Gorontalo. *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, 1(2), 72–80.
- Hutasuhut, M. A., Febriani, H., & Devi, S. (2021). Identifikasi dan karakteristik habitat jenis lumut kerak di Taman Wisata Alam Sicikeh-Cikeh Kabupaten Dairi Sumatera Utara. *Jurnal Biolokus: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi dan Biologi*, 4(1), 43–54.
- Ivhone, N. N., Irwandi, & Hartati, M. S. (2022). Jenis-jenis tumbuhan lumut (Bryophyta) pada berbagai substrat di Desa Pasar Melintang Kota Bengkulu. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 3(5), 172–182.
- Khotimperwati, L., Rahadin, R., & Baskoro, K. (2015). Perbandingan komposisi tumbuhan lumut epifit pada hutan alam kebun kopi dan kebun teh di sepanjang gradien ketinggian Gunung Ungaran Jawa Tengah. *Jurnal Bioma*, 17(2), 83–93.
- Laksono, T. A. (2019). Skrining fitokimia dan uji sitotoksitas ekstrak dan fraksi epifit liken *Physcia millegrana* terhadap sel kanker payudara (MCF-7).
- Lukitasari, M. (2018). Mengenal tumbuhan lumut (Bryophyta): Deskripsi, klasifikasi, potensi dan cara mempelajarinya. Jawa Timur: CV. Ae Media Grafika.
- Maulani, R. A. (2021). Analisis liken sebagai bioindikator potensi pencemaran timbal dari volume kendaraan pada jalan provinsi Kota Pagar Alam sampai Kabupaten Lahat Sumatera Selatan.
- Mulyani, E., Perwati, L. K., & Murningsi. (2015). Lumut daun epifit di zona tropik kawasan Gunung Ungaran, Jawa Tengah. *Jurnal Bioma*, 16(2), 76–82.
- Prasetyo, R. T. (2019). Identifikasi dan inventarisasi liken (Lichen) di kawasan Gunung Gumitir Kabupaten Jember dan pemanfaatannya sebagai booklet.
- Pratama, A., & Trianto, M. (n.d.). Diversity of lichen in mangrove forest of Tomoli Village, Parigi Moutong Regency. <https://doi.org/10.32938/jbe>
- Raihan, C., Nurasiah, & Zahara, N. (2018). Keanekaragaman tumbuhan lumut (Bryophyta) di Air Terjun Peucari Jantho Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 5(2), 439–451.
- Rose, J. P., Kriebel, R., & Sytsma, K. J. (2016). Shape analysis of moss (Bryophyta) sporophytes: Insights into land plant evolution. *American Journal of Botany*, 103(4), 652–662. <https://doi.org/10.3732/ajb.1500394>
- Roziaty, E. (2016). Review liken: Karakteristik anatomis dan reproduksi vegetatifnya. *Jurnal Pena Sains*, 3(1). <http://www.archive.bio.ed.ac.uk/jdeacon/micr>
- Uchkunbek, M. (2024). Section "Bryophyta" in higher plants module basic training in Bloom's taxonomy. *The Role of Research and Development Factors in the Development of New Uzbekistan*, 4, 41–50.

- Ulfa, S. W., Simanungkalit, A. Z., Farokhi, A. Z., & Siregar, E. R. A. (2023). Identifikasi jenis lichenes yang ada di beberapa kecamatan di Kota Medan. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 3(3), 2275–2289.
- Vitt, D. H., Crandall-Stotler, B., & Wood, A. (2014). *Bryophytes: Survival in a dry world through tolerance and avoidance*. Nova Publishers.
- Waruwu, F. B. N. A., Hasairin, A., & Sudiby, M. (2022). *Keanekaragaman jenis liken (lumut kerak) di kawasan Tahura Bukit Barisan*. Global Aksara Press.