

## Pengenalan Spora pada Thallophyta (Lumut Kerak) dan Bryophyta (Lumut Daun)

Najmi Azalia Ubaedilah <sup>1\*</sup>, Neng Sri Mulyani <sup>2</sup>, Pundy Vidiapuri <sup>3</sup>, Rohim <sup>4</sup>,  
Ita Fitriyyah <sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>, program Stady Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

<sup>5</sup> Staf Pengajar Program Stady Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

[naj.zalia17@gmail.com](mailto:naj.zalia17@gmail.com) <sup>1\*</sup>, [mullyaninengsri@gmail.com](mailto:mullyaninengsri@gmail.com) <sup>2</sup>, [pundividiapuri@gmail.com](mailto:pundividiapuri@gmail.com) <sup>3</sup>,  
[rohimhimawan003@gmail.com](mailto:rohimhimawan003@gmail.com) <sup>4</sup>, [Ita.fitriyyah@uinsgd.ac.id](mailto:Ita.fitriyyah@uinsgd.ac.id) <sup>5</sup>

Alamat: Jl. A.H. Nasution No.105, Cipadung Wetan, Kec. Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat 40614

Korespondensi email: [naj.zalia17@gmail.com](mailto:naj.zalia17@gmail.com)

**Abstract.** *This research aims to describe and compare the morphological characteristics of spores in Thallophyta (lichens) and Bryophyta (mosses). The research was conducted at the Biology Laboratory of UIN Sunan Gunung Djati Bandung for one week. This study employed a descriptive method with macroscopic and microscopic observations. Samples of lichens and mosses were analyzed using a light microscope. The results showed that Thallophyta spores have asymmetrical morphology, are pale green, have a count of 15 spores, and are adaptive to extreme conditions. In contrast, Bryophyta spores are round and flat, with a reddish-brown capsule, and a larger number of spores, namely 67. These differences reflect the unique adaptation strategies of the two groups to their respective environments. Lichens, which are a symbiosis between fungi and algae, serve as indicators of environmental quality and grow on various substrates, including polluted areas. Meanwhile, mosses play an important role in maintaining soil moisture, preventing erosion, and supporting water and carbon cycles.*

**Keyword:** Morphology, Spora, Thalofita, Bryofita

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan membandingkan karakteristik morfologi spora pada Thallophyta (lumut kerak) dan Bryophyta (lumut daun). Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung selama satu minggu. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pengamatan makroskopis dan mikroskopis. Sampel berupa lumut kerak dan lumut daun dianalisis menggunakan mikroskop cahaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spora Thallophyta memiliki morfologi asimetris, berwarna hijau pucat, berjumlah 15 spora, serta bersifat adaptif terhadap kondisi ekstrem. Sebaliknya, spora Bryophyta berbentuk bulat dan pipih, dengan kapsul berwarna merah kecoklatan, serta jumlah spora yang lebih banyak, yaitu 67 spora. Perbedaan ini mencerminkan strategi adaptasi unik kedua kelompok terhadap lingkungan masing-masing. Lumut kerak, yang merupakan simbiosis antara jamur dan alga, berfungsi sebagai indikator kualitas lingkungan dan tumbuh di berbagai substrat, termasuk daerah yang terpolusi. Sementara itu, lumut daun berperan penting dalam menjaga kelembapan tanah, mencegah erosi, serta mendukung siklus air dan karbon.

**Kata kunci:** Morfologi, Spora, Thallophyta, Bryophyta

### 1. PENDAHULUAN

Studi tentang spora dalam botani dan ekologi memiliki signifikansi yang sangat besar, terutama dalam memahami siklus hidup dan reproduksi berbagai jenis tumbuhan. Spora adalah unit reproduksi yang memungkinkan tumbuhan untuk memperbanyak diri dan menyebar ke lingkungan baru, yang sangat penting untuk kelangsungan spesies. Dalam konteks ekosistem, spora berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem, berkontribusi pada proses regenerasi, dan mendukung keanekaragaman hayati. Pemahaman tentang karakteristik spora dapat memberikan wawasan tentang bagaimana tumbuhan beradaptasi

dengan lingkungan mereka dan bagaimana mereka berinteraksi dengan organisme lain (Smith, 2004).

Thallophyta, yang mencakup lumut kerak, dan Bryophyta, yang mencakup lumut daun, memiliki peran yang krusial dalam ekosistem. Lumut kerak, sebagai organisme simbiotik antara jamur dan alga, berkontribusi pada pembentukan tanah dan menyediakan habitat bagi berbagai organisme. Mereka dapat tumbuh di lingkungan yang ekstrem, seperti batuan dan permukaan pohon, dan membantu dalam proses pemulihan ekosistem yang terdegradasi. Lumut kerak juga berfungsi sebagai indikator kualitas lingkungan, karena sensitivitasnya terhadap polusi udara (Rundel et al., 2016). Di sisi lain, lumut daun berfungsi dalam menjaga kelembaban lingkungan, mencegah erosi tanah, dan meningkatkan kualitas tanah melalui proses dekomposisi. Lumut daun juga berperan penting dalam siklus air dan karbon di ekosistem darat, serta menyediakan habitat bagi mikroorganisme dan hewan kecil (Duarte et al., 2016).

Perbedaan dalam morfologi dan fisiologi spora antara Thallophyta dan Bryophyta mencerminkan adaptasi unik masing-masing kelompok terhadap lingkungan mereka. Lumut kerak biasanya menghasilkan spora dalam jumlah besar yang dapat tersebar jauh, dengan struktur yang dirancang untuk bertahan dalam kondisi kering. Sebaliknya, lumut daun memiliki strategi reproduksi yang lebih terfokus dan sering kali memerlukan kondisi kelembaban tertentu untuk pertumbuhan spora. Penelitian tentang spora ini tidak hanya memberikan wawasan tentang biologi dasar kedua kelompok ini, tetapi juga tentang bagaimana mereka berkontribusi terhadap keanekaragaman hayati dan fungsi ekosistem secara keseluruhan (Buch et al., 2018).

Studi ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan membandingkan spora dari lumut kerak dan lumut daun dengan pendekatan morfologinya. Dengan memahami karakteristik morfologi dan fisiologi spora dari kedua kelompok ini, kita dapat mendapatkan wawasan yang lebih dalam mengenai adaptasi dan strategi reproduksi mereka. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pemahaman kita tentang keanekaragaman hayati dan interaksi ekologis di antara berbagai kelompok tumbuhan. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk mendukung upaya pelestarian dan pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan. diharapkan dapat berkontribusi pada upaya konservasi dan pengelolaan sumber daya alam di tengah perubahan iklim dan tekanan aktivitas manusia. Peningkatan pemahaman tentang spora juga dapat membantu dalam aplikasi praktis, seperti restorasi habitat dan pengembangan teknik pertanian berkelanjutan (Liu et al., 2020).

Secara keseluruhan, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk memperkaya pengetahuan ilmiah tentang spora, tetapi juga untuk mendorong kesadaran akan pentingnya melestarikan Thallophyta dan Bryophyta dalam ekosistem kita. Keduanya merupakan komponen kunci dalam rantai makanan dan memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan lingkungan. Oleh karena itu, pemahaman yang lebih baik tentang peran dan fungsi spora dari kedua kelompok ini sangat penting untuk upaya konservasi dan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

## **2. METODE**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan selama 1 minggu, mulai dari tanggal 2 sampai 8 Desember 2024. Lokasi penelitian terletak di Laboratorium Biologi UIN Sunan Gunung Djadi Bandung.

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, kamera, pinset, silet, kuas, mikroskop cahaya dan sampel lumut kerak dan lumut daun.

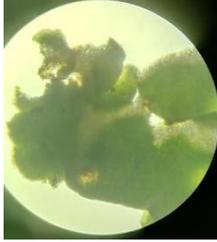
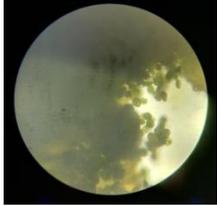
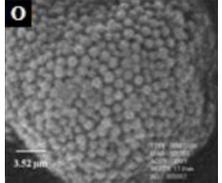
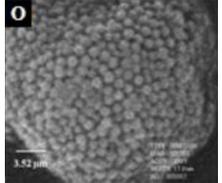
### **Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif. Penelitian deskriptif adalah metode penelitian yang berusaha menggambarkan semua data atau objek penelitian atau situasi objek penelitian (Rangkuan dkk., 2023). Sedangkan menurut Sugiyono, 2018 (dalam Asri & Julisman, 2022), Penelitian deskriptif bertujuan untuk mendeskripsikan secara rinci karakteristik atau kondisi suatu variabel (atau beberapa variabel) tanpa melakukan perbandingan antar variabel. Pengamatan dilaksanakan secara makroskopis dan mikroskopis yaitu dengan melihat warna dan bentuk spora lumut kerak dan lumut daun.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Biologi UIN Sunan Gunung Djadi Bandung, pada Thallophyta (lumut kerak) dan Bryophyta (Lumut Daun) memiliki morfologi dan karakteristik yang berbeda dari keduanya (Tabel 1). Lumut kerak lebih sering didasarkan pada jenis jamur, Kebanyakan lumut kerak memiliki jamur dari divisi Ascomycota, meskipun ada juga yang berasal dari divisi Basidiomycota. Lumut kerak memiliki klasifikasi yang lebih kompleks karena merupakan simbiosis dua organisme, sedangkan lumut daun termasuk dalam divisi Bryophyta dan memiliki klasifikasi yang lebih jelas

**Tabel 1.** Karakteristik Spora Thallophyta (Lumut Kerak) dan Bryophyta (Lumut Daun)

Jenis Lumut	Karakteristik	Morfologi	Dokumentasi	Literatur
Thallophyta	Morfologi : bentuknya asimetris, berwarna hijau pucat, berbentuk seperti daun (Roziaty, 2016) Ukuran : - Jumlah : 15 spora	 Morfologi lumut kerak (dok. Pribadi 2024)	 Perbesaran 10x (Dok. Pribadi 2024)	 (Roziaty, 2016)
Bryophyta	Morfologi: bentuk daun agak meruncing dan tumpang tindih, kapsul berwarna merah kecoklatan, tinggi 1-25 mm (Lukitasari, 2018). Spora : bulat dan pipih Jumlah: 67 spora	 Morfologi lumut daun (dok. Pribadi 2024)	 Perbesaran 10x (Dok. Pribadi 2024)	 Morfologi (Lukitasari, 2018)  Spora (Windahayati, 2019)

### Deskripsi Spora pada Thallophyta

Tumbuhan Thallophyta dikenal sebagai tumbuhan yang secara morfologi tidak memiliki daun, batang dan akar, dimana seluruhnya merupakan thallus. Bentuk thallus ini beragam, terdapat bentuk menyerupai tabung, pipih, datar, bulat seperti kantung, seperti rambut. Dalam pertumbuhannya, thallus bercabang dengan percabangan yang bervariasi yakni *dichotomous* (dua cabang terus menerus), *pinicilate* (dua berlawanan yang mengikuti batang utama), *intricate* (mengelilingi batang utama), dan ada pula yang tidak bercabang sama sekali (Kepel dkk., 2018).

Salah satu tumbuhan yang termasuk kedalam divisi Thallophyta ialah liken/lichen. Lichen atau sering disebut lumut kerak adalah tumbuhan sederhana dalam Divisi Thallophyta. Tumbuhan ini merupakan salah satu jenis tumbuhan pertama yang memiliki peranan penting dalam proses penguraian biologis yang membantu terbentuknya ekosistem. Lichen menunjukkan keberagaman hayati yang sangat tinggi. Lichen bukanlah organisme tunggal. Ia terbentuk dari kombinasi antara fungi dan alga yang saling berasosiasi, sehingga

secara morfologi dan fisiologi mereka bersinergis saling berhubungan. Hal ini dibuktikan dengan tidak adanya senyawa hasil metabolisme ketika alga dan fungi hidup secara terpisah (Waruwu dkk., 2022).

Lichen adalah organisme yang berdiri sendiri, yang memiliki hubungan simbiosis dengan makhluk hidup lainnya. Organisme yang terlibat dalam simbiosis ini adalah gabungan antara jamur dan alga atau cyanobacteria. Jamur memerlukan karbon sebagai sumber makanan, yang diberikan oleh simbiannya yaitu alga dan *cyanobacteria* yang melakukan fotosintesis. Hubungan simbiosis pada lichen adalah mutualisme, karena jamur dan alga saling sinergis dalam mitra fotosintetik, dikenal sebagai *photobiont*, mendapatkan keuntungan dari interaksi ini (Roziaty, 2016).

Penyusun bagian jamur pada lichen disebut *mycobiont* (*myco-* berarti jamur; *bios-* berarti kehidupan), dengan (96%) dari kelompok jamur kelas *Ascomycetes* dan *Basidiomycetes* yang berfungsi dalam menyuplai elemen hara dan air dari sekitar. Lichen mampu menyerap mineral dari udara, hal ini membuat liken berperan sebagai indikator biologis pencemaran udara (Waruwu dkk., 2022). Lichen adalah contoh nyata hubungan ekologis secara mutualisme antara dua spesies yang berbeda, yakni antara jamur (*Mycobiont*) dari *Ascomycetes* dan *Basidiomycetes* dan ganggang (*Ficobiont*) yang hijau atau biru-hijau. Cyanobacteria atau alga yang berpartisipasi dalam fotosintesis menyediakan karbohidrat dalam lumut. Seringkali, tumbuhan ini tumbuh di batang kayu (Muvida, 2020).

Bagian utama dari liken adalah talus yang merupakan jaringan vegetatif liken. Terdapat banyak warna talus liken, antara lain hijau, kuning, jingga, coklat, dan merah. Bentuk talus liken antara lain: lembaran, membulat, lonjong, dan tidak beraturan mengikuti pola substrat. Berdasarkan bentuk talusnya, liken dibagi menjadi tujuh kelompok yaitu: *foliosa*, *fruktikosa*, *krustosa*, *skuamolosa*, *leprosa*, *filamen*, dan *plakodioid*. Namun, terdapat empat kelompok yang umum ditemukan, yaitu: *foliosa*, *fruktikosa*, *skuamolosa* . dan *berkerak*. Lumut kerak tumbuh pada berbagai substrat seperti batang pohon, permukaan tanah, batu, dan kulit kayu. Tumbuhan yang tahan kekeringan ini tumbuh kembali saat tanah lembap, misalnya setelah hujan. Umumnya, kulit pohon yang ditumbuhi lumut kerak memiliki ciri-ciri sebagai berikut: kasar, retak, dan banyak lekukan. Kondisi ini membuat lebih mudah menempel pada substrat sekaligus memperlancar aliran air hujan yang membawa nutrisi untuk lumut (Fahmi dkk., 2023).

Lichen merupakan salah satu tumbuhan tingkat rendah, maka lichen tidak memiliki ciri-ciri kesempurnaan tumbuhan tingkat tinggi, sehingga lichen tidak memiliki akar,

batang, daun, bunga, dan buah. Berdasarkan morfologinya, Lichen dapat dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu:

- a. Foliose (berbentuk seperti lembaran);
- b. Fruticose (berbentuk seperti rambut); dan
- c. Crustose (berbentuk menempel seperti ubin) (Roniah & Rozyati, 2023).

Secara general, tubuh lichen terdiri dari beberapa komponen, yakni Thallus, Isidia, soredia, Apothecia, Pycnidia, dan Rhizines. Bagian thallus terbuat dari hifa, yang sangat penting untuk mengidentifikasi lichen. Hifa berfungsi sebagai organ vegetatif untuk thallus. Thallus sendiri menyerupai daun dan berfungsi sebagai lokasi terjadinya fotosintesis (Muvidha, 2020). Pertumbuhan lichen dipengaruhi tidak hanya oleh pencemaran udara, tetapi juga oleh kelembapan udara (74%-87%), cahaya matahari (1385 lux-2082 lux), dan suhu udara (30,0°C-34,1°C). Jika faktor-faktor tersebut tidak dalam kondisi ideal, maka mekanisme fotosintesis tidak akan sesuai dengan semestinya (Turahmi dkk., 2022).

Reproduksi lichen terjadi dalam dua metode, yaitu secara aseksual dan seksual. Proses reproduksi aseksual terjadi saat lichen menghasilkan suatu struktur yang disebut soredia atau isidia, yang merupakan bagian yang lebih tipis, di atas permukaan kulit pohon atau objek buatan lainnya. Beberapa jenis lichen membentuk tubuh jamur yang dikenal sebagai apotheca atau peritheca, yang bertanggung jawab atas reproduksi seksual (Roziaty, 2016).

Reproduksi seksual pada lichen hanya terjadi dalam konteks pertumbuhan fungi, disebabkan karena fungi termasuk dalam kelompok ascomycotes. Proses ini melibatkan pembentukan spora. Reproduksi seksual memberikan kesempatan untuk terjadinya variasi dalam populasi. Oleh karena itu, hanya kelompok fungi yang memiliki keragaman yang tinggi (Muvida, 2020). Adapun reproduksi vegetatif (aseksual) pada lichen dilakukan dengan cara berikut:

Fragmentasi, yaitu pelepasan bagian tubuh dari induknya yang kemudian berkembang menjadi individu baru; Isidia, yang merupakan pembentukan struktur yang disebut isidia, mirip dengan karang yang mudah pecah dan dapat didistribusikan sebagai fragmen di permukaan kulit pohon atau substrat lainnya; Soredia sendiri adalah struktur berbentuk butiran dengan warna putih keabuan atau hijau keabuan, yang biasanya terletak pada permukaan dan tepi thallus. Soredia ini dapat terbawa oleh angin, air hujan dan menempel pada substrat, kemudian berkembang menjadi thallus baru (Muvida, 2020).

Setelah diidentifikasi berdasarkan morfologinya dan dibandingkan dengan literatur, jenis thallophyta yang ditemukan ialah spesies *Dirinaria picta*. Lichen yang sering muncul di area yang terpengaruh polusi, terutama yang disebabkan oleh kendaraan, adalah salah

satu jenis lichen folioso (*Dirinaria picta*). Spesies *D. picta* memiliki tingkat toleransi yang tinggi, sehingga dapat dijumpai di berbagai tempat dengan keadaan udara yang bervariasi (Nasriyati dkk., 2018).

Secara morfologi hasil identifikasi, lichen spesies *D. picta* ini memiliki thallus berwarna abu pucat sedikit kehijauan, bentuknya sedikit melingkar dan umumnya menempel pada batang pohon. Hal ini selaras dengan hasil penelitian literatur yakni penelitian Nasriyati, dkk (2018), bahwa morfologi *D. picta* yakni memiliki warna hijau muda atau hijau yang sedikit pucat keabu-abuan. Biasanya warna talus ini dipengaruhi oleh kondisi kualitas udara di area penelitian. Warna talus yang diamati di lokasi penelitian menunjukkan variasi antara hijau gelap, hijau muda, dan putih. Bentuk talus umumnya bulat dan tidak teratur mengikuti pola substrat.



**Gambar 1.** Dokumentasi  
Sumber : Dokumentasi Pribadi



**Gambar 1.** Dokumentasi  
Sumber : Nasriyati, dkk (2018)

Adapun klasifikasi dari *Dirinaria picta* yaitu:

Kingdom : Plantae

Divisi : Ascomycota

Kelas : Lecanoromycetes

Ordo : Teloschistales

Family : Caliciaceae

Genus : *Dirinaria*

Spesies : *Dirinaria picta* (Ulfa dkk., 2023).

Perbedaan warna tidak hanya muncul di antara berbagai jenis lichen, tetapi juga dapat terlihat pada jenis yang sama yang tumbuh di lokasi yang berbeda. Faktor-faktor seperti substrat dan kondisi lingkungan yang berbeda di tempat tumbuh lichen menghasilkan variasi respons untuk setiap spesies lichen. Di lokasi dengan kualitas udara yang lebih baik untuk pertumbuhan lumut, talus lichen cenderung memiliki warna yang lebih cerah. Sebaliknya, tempat dengan kualitas udara yang buruk akan menghasilkan talus lichen yang tampak lebih kusam (Sofyan dkk., 2017).

Lichen yang ditemukan memiliki warna yang cerah, ini menandakan bahwa kualitas udara masih dalam kondisi baik. Sampel diambil di daerah cibiru, Kota Bandung, yang merupakan daerah perkotaan namun wilayah ini dekat dengan pegunungan Manglayang, sehingga masih tergolong dalam wilayah yang vegetasinya masih banyak. Selain itu, tempat diambilnya sampel sedikit jauh dari pusat kota dan jalan raya dimana lalu lalang kendaraan tidak sepadat dan sebanyak di wilayah Kota Bandung bagian lainnya.

### **Deskripsi Spora pada Bryophyta**

Bryophyta atau tanaman lumut ialah tanaman rendah yang mempunyai 3 divisi yaitu lumut Bryopsida (Musci atau daun), lumut Hepaticopsida (Hepaticae atau Hati) dan lumut Anthocerotopsida (Anthocerotae atau tanduk). Gametofit pada bryophyta biasanya menempel pada substratnya dengan rhizoids sebagai perantaranya. Rhizoids ialah struktur halus yang berupa gabungan sel dengan fungsi seperti akar. Gametofit pada bryophyta umumnya kecil dan bervariasi. Ukurannya sekitar kurang dari 1 mm hingga 20 cm. Namun beberapa jenis lumut seperti lumut akuatik mempunyai gametofit dengan panjang hingga hampir 1 meter.

Perbedaan dari ketiga kelas bryophyta dapat terlihat jelas. Hampir seluruh tumbuhan lumut tidak mempunyai jaringan vaskuler. Pada lumut tanduk, memiliki ciri khas sporofit berbentuk tanduk. Perkembangbiakannya dengan sporangium yang mengeluarkan spora secara terus menerus hingga berkembang menjadi lumut tanduk. Lalu pada lumut hati, bentuknya dominan oleh thallus yang menempel di permukaan tanah. Struktur daunnya tidak mempunyai pelepah dan hanya tersusun dari sel sejajar yang tebal dan sederhana. Lumut hati mempunyai sporangium dan seta. Saat sporangium itu matang, seta juga akan menegak karena adanya tekanan hidrostatik yang mendorong spora agar keluar dari sporangium (Lukitasari, 2018). Lumut daun berumah dua, artinya lumut ini memiliki alat kelamin dua, yang terdiri dari lumut gametofit jantan dengan anteridium dan lumut gametofit betina dengan arkegonium. Sperma anteridium akan menyerbuki arkegonium dan menghasilkan lumut penghasil spora (sporofit). Lumut sporofit tersebut akan mengeluarkan seta menggunakan kapsul spora dibagian ujungnya. Setelah masak, kapsul spora tersebut akan dikeluarkan atau disebarkan (Febrianti dkk., 2022).

Tumbuhan lumut yang sering ditemukan ialah lumut daun atau musci. Karena lumut daun memiliki daerah persebaran yang sangat luas dan memiliki spesies dengan jumlah terbanyak dibandingkan kelas yang lain. Beberapa jenis lumut juga dapat dijadikan sebagai obat untuk membantu mengatasi beberapa penyakit seperti hepatitis, selain itu lumut dapat dijadikan sebagai antibiotik ataupun obat kulit. Lumut juga dijadikan sebagai spesies

bioindikator, karena lumut merupakan tumbuhan yang sensitif terhadap polusi, sehingga dapat membantu menunjukkan tinggi atau rendahnya tingkat polusi di udara ataupun di air (Ivhone dkk., 2021).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas penelitian menunjukkan bahwa, spora Thallophyta (lumut kerak) dan Bryophyta (lumut daun) memiliki perbedaan signifikan. Spora pada Thallophyta berbentuk asimetris, berwarna hijau pucat, dan berjumlah 15 spora, mencerminkan karakteristik morfologi lumut kerak yang sederhana namun adaptif. Sebaliknya, spora Bryophyta berbentuk bulat dan pipih, dengan kapsul berwarna merah kecoklatan, serta jumlah spora yang lebih banyak, yaitu 67 spora. Morfologi daun Bryophyta yang meruncing dan tumpang tindih menunjukkan kompleksitas yang lebih tinggi dibandingkan Thallophyta. Kedua jenis lumut ini mencerminkan strategi adaptasi yang unik terhadap lingkungan masing-masing.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Buch, M., et al. (2018). "Fungi and Algae: A Symbiotic Relationship in Lichens." *Mycology and Lichenology*, 9(2), 123-134.
- Duarte, A. M., et al. (2016). "The Role of Bryophytes in Ecosystem Functioning." *Journal of Ecology*, 104(1), 1-10.
- Fahmi, M. H., Siregar, E. S., & Aththorick, T. A. (2024, May). Types of lichen at Tenggulun Restoration Station, Leuser Ecosystem Area (LEA), Aceh Tamiang, Aceh Province, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1352, No. 1, p. 012064). IOP Publishing.
- Febrianti., Husain, Z., Pikoli, S, W., Salam, N., Uno, W, D., Kumaji, & Syam, S. (2022). Variasi Morfologi Lumut (Bryophyta) Di Area Kampus Bone Bolango Universitas Negeri Gorontalo. *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, Vol. 1(2): 72-80.
- Ivhone, N, N., Irwandi & Hartati, M, S. (2021). Jenis-Jenis Tumbuhan Lumut (Bryophyta) pada Berbagai Substrat di Desa Pasar Melintang Kota Bengkulu. *Prosiding Seminar Biotik*, vol 9(2) : 172-182.
- Kepel, R. C., & Mantiri, D. M. (2018). The biodiversity of macroalgae in the coastal waters of Tongkaina, Manado City. *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(1), 160-173.
- Liu, Y., et al. (2020). "Impact of Climate Change on Bryophyte Diversity and Distribution." *Global Change Biology*, 26(5), 2740-2750.

- Lukitasari, M. (2018). *Mengenal Tumbuhan Lumut (Bryophyta) Deskripsi, Klasifikasi, Potensi dan Cara Mempelajarinya*. Jawa Timur : CV. AE MEDIA GRAFIKA.
- Muvidha, Azmil. (2020). *Lichen Di Jawa Timur*. Tulungagung : Akademia Pustaka.
- Roniyah, F. I., & Roziaty, E. (2023). Inventarisasi Lichen Crustose Epifit pada Tanaman Teh di Kecamatan Nargoyoso Kabupaten Karanganyar. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 592-605.
- Roziaty, E. (2016). Lichen: Karakteristik Anatomis Dan Reproduksi Vegetatifnya. *Jurnal Pena Sains Vol*, 3(1).
- Rundel, P. W., et al. (2016). "Lichens as Bioindicators of Air Quality." *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(2), 1-14.
- Smith, A. J. (2004). *The Plant Lover's Guide to Mosses*. Timber Press.
- Sofyan, N. 2017. Keanekaragaman Lichen sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kawasan Industri Citeureup dan Hutan Penelitian Dramaga. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Turahmi, M., Harmida, H., & Aminasih, N. (2022, November). Keragaman Lichen pada Batang Palem Ekor Tupai (*Wodyetia bifurcata* L.) Berdasarkan Tingkat Kepadatan Lalu Lintas yang Berbeda. In *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek)* (pp. 362-371).
- Ulfa, S. W., Simanungkalit, A. Z., Farokhi, A. Z., Siregar, E. R. A., & Berutu, K. A. F. B. (2023). Identifikasi Jenis Lichenes Yang Ada Di Beberapa Kecamatan Di Kota Medan. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 2275-2289.
- Waruwu, F.B.N.A, Hasairin, A., & Sudiby, M. (2022). *Keanekaragaman Jenis Lichen (Lumut Kerak) di Kawasan Tahura Bukit Barisan*. Surabaya : CV. Global Aksara Pers.