

Keanekaragaman Species *Lichen* Epifit di Kopeng Treetop Adventure Park dan Umbul Sanga, Taman Nasional Gunung Merbabu

Species Diversity of Epiphytes *Lichen* in Kopeng Treetop Adventure Park and Umbul Sanga, Mount Merbabu National Park

Naufal Irba Sahril¹, Diana Montenegro², Ari Satia Nugraha³, Kristina Dewi⁴, Ludmilla Fitri Untari^{5*}

¹Department of Tropical Biology, Faculty of Biology, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 55281, Indonesia

²Centro de Investigación de Estudios Avanzados del Maule (CIEAM), Universidad Católica del Maule, Campus San Miguel, Av. San Miguel Talca 34809112, Chile

³Drug Utilisation and Discovery Research Group, Faculty of Pharmacy, Universitas Jember, Jember 68121, Indonesia

⁴Mount Merbabu National Park, Boyolali 57316, Indonesia

⁵Laboratory of Plants Systematic, Department of Tropical Biology, Faculty of Biology, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 55281, Indonesia

*Corresponding Author: ludmilla.untari@ugm.ac.id

Abstrak: Gunung Merbabu adalah salah satu taman nasional yang ada di Indonesia yang berada di wilayah Gunung Merbabu. Gunung Merbabu masuk ke dalam tiga wilayah kabupaten yaitu Kabupaten Magelang, Kabupaten Boyolali, dan Kabupaten Semarang. Kawasan taman nasional ini merupakan kawasan hutan lindung yang merupakan habitat penting bagi keanekaragaman flora dan fauna. Salah satu kelompok organisme penting yang mendiami kawasan tersebut adalah *lichen*. *Lichen* adalah suatu organisme hasil simbiosis antara alga dan fungi yang memiliki keanekaragaman yang sangat melimpah. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi keanekaragaman species *lichen* yang ada di Kopeng Treetop Adventure Park dan Umbul Sanga, Taman Nasional Gunung Merbabu. Kopeng Treetop Adventure Park dan Umbul Sanga merupakan kawasan yang terletak dalam Taman Nasional Gunung Merbabu, yang merupakan kawasan wisata. Kawasan Taman Nasional Gunung Merbabu merupakan kawasan yang masih asri dan belum banyak tersentuh oleh manusia. Hal ini menyebabkan kawasan ini berpotensi menjadi habitat dari berbagai jenis *lichen*. Pengambilan spesimen menggunakan metode *random sampling*, kemudian dilakukan identifikasi berdasarkan karakter morfologi makroskopis dan mikroskopis, serta karakter kimia menggunakan tes spot sederhana. Hasil identifikasi menunjukkan sejumlah 19 spesies yaitu *Cryothecia* sp., *Diploicia canescens*, *Graphis scripta*, *Hypotrachyna britannica*, *Hypotrachyna revoluta*, *Lecanora conizaeoides*, *Lecanora expallens*, *Lepraria lobificans*, *Lepraria neglecta*, *Lepraria nivalis*, *Candelaria* sp., *Parmelia* sp., *Parmelia sulcata*, *Parmelia tiliacea*, *Parmotrema perlutum*, *Parmotrema crinitum*, *Platismatia glauca*, dan *Xanthoparmelia mougeotii*. Deskripsi setiap species ditampilkan di dalam artikel ini.

Kata kunci: hutan lindung, *Lichen*, simbiosis, Taman Nasional Gunung Merbabu

Abstract: Mount Merbabu is one of the national parks in Indonesia, located in the Mount Merbabu area. Mt. Merbabu is located in three regencies, Magelang Regency, Boyolali Regency and Semarang Regency. This national park area is a protected forest area, which is an important habitat for the diversity of flora and fauna. One of the important groups of organisms found in the area is lichen. Lichen is an organism symbiosis between algae and fungi and has a very high diversity. The objective of this study is to determine the diversity of lichen species in Kopeng Treetop Adventure Park and Umbul Sanga, Mount Merbabu National Park. Kopeng Treetop Adventure Park and Umbul Sanga are areas within Mount Merbabu National Park, which is a tourist area. The Mount Merbabu National Park area is an area that is still pristine and has not been touched by humans. This causes this

area to have the potential to become a habitat for various types of lichen. Sampling was carried out using the random sampling method, then identification was carried out based on macroscopic and microscopic morphological characteristics as well as biochemical characteristics using a simple spot test. The identification results showed a number of 19 species, namely *Crytothecia* sp., *Diploicia canescens*, *Graphis scripta*, *Hypotrachyna britannica*, *Hypotrachyna revoluta*, *Lecanora conizaeoides*, *Lecanora expallens*, *Lepraria lobificans*, *Lepraria neglecta*, *Lepraria nivalis*, *Candelaria* sp., *Parmelia* sp., *Parmelia sulcata*, *Parmelia tiliacea*, *Parmotrema perlatum*, *Parmotrema crinitum*, *Platismatia glauca*, and *Xanthoparmelia mougeotii*. A description of each species is presented in this article.

Copyright: © 2025, J. Berkala Ilmiah Biologi (CC BY 4.0)

Keywords: *Lichen*, protected forest, symbiosis, TNGMb.

Dikumpulkan: 28 Februari 2025

Direvisi: 8 Juli 2025

Diterima: 5 Agustus 2025

Dipublikasi: 31 Agustus 2025

Pendahuluan

Taman Nasional Gunung Merbabu adalah salah satu kawasan lindung yang menjadi habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna. Kelompok flora yang mendiami kawasan tersebut dapat terdiri dari kelompok-kelompok tumbuhan yang memiliki bentuk pepohonan (Astuti & Jumari, 2017). Selain pepohonan, terdapat juga berbagai jenis tumbuhan yang memiliki beragam *growth form* seperti liana, belukar, dan lain-lain (Kuncari, 2011). Dari berbagai jenis tumbuhan yang hidup di kawasan hutan, terdapat satu kelompok organisme yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan tumbuhan yang lain. Kelompok tersebut adalah kelompok *lichen*.

Lichen adalah bentuk simbiosis yang saling menguntungkan antara alga yang hidup berdampingan di dalam hifa dari fungi. Simbiosis antara keduanya bersifat mutualisme dimana baik alga dan fungi mendapatkan manfaat dari adanya inetraksi tersebut (Jannah & Untari, 2019). *Lichen* memiliki peran yang penting sebagai salah satu produsen yang mengubah zat-zat anorganik yang tidak dapat diolah oleh organisme heterotrofik menjadi zat organik. Hal ini menyebabkan *lichen* menjadi sumber makanan bagi organisme-organisme yang berada di trofik yang lebih tinggi seperti tungau, cacing, gastropoda, dan lain-lain (Spribille et al., 2022).

Lichen memiliki bentuk dan ukuran yang sangat beranekaragam. *Lichen* dapat dikelompokkan ke dalam berbagai bentuk *growth form*. Berdasarkan struktur talusnya, *growth form lichen* dikategorikan menjadi beberapa kelompok yaitu *crustose*, *foliose*, *fruticose*, dan *squamulose* (Singh, 2019; Wardiah

et al. 2021; Monge-Nájera, 2019). *Crustose* merupakan tipe *lichen* yang membentuk lapisan yang sangat tebal pada lapisan substratum, sehingga *lichen* ini tidak dapat dipisahkan dari substratnya kecuali dihancurkan, sebagai contohnya adalah *Rhizocarpon* dan *Lecanora* (Santos et al., 2023). Lalu berikutnya adalah *lichen foliose*. *Lichen foliose* memiliki bentuk talus berlobus-lobus, dengan contoh spesiesnya yaitu *Peltigera*, *Physcia*, dan *Parmelia*. Lalu berikutnya adalah tipe *fruticose* yang dimana *lichen* ini berbentuk seperti beluntas. Bentuk talusnya berbentuk tabung dan bercabang. Arah tumbuhnya bersifat erect atau bergantung pada substrat, contoh spesiesnya adalah *Letharia*, *Usnea*, dan *Alectonia* (Galinato et al., 2017). Lalu berdasarkan anatomi talusnya, ada dua jenis *lichen* yaitu homiomorous yang dimana alga dan fungi tersebar secara uniform pada talus *lichen*, contohnya yaitu *Collema*. Jenis yang lain yaitu heteromorous yang dimana distribusi fungi dan alga tidak uniform (Untari, 2024). Tipe ini sangat umum dijumpai pada *lichen*. Pada tipe ini terbentuk beberapa zona yaitu zona atas yaitu korteks atas, zona alga, medula, dan korteks bawah. Berdasarkan fungsi penyusunnya, *lichen* dikategorikan menjadi ascolichen dan basidiolichen. Ascolichen merupakan *lichen* yang disusun oleh fungi kelompok Ascomycota sebagai mycobiont sementara itu Basidiolichen adalah *lichen* yang disusun oleh fungi kelompok Basidiomycota sebagai mycobiont (Wardiah et al. 2021).

Koleksi *lichen crustose* biasanya dilakukan bersamaan dengan substratnya. Di antara semua kelompok *growth form lichen*, hanya *foliose* yang benar-benar terikat secara

longgar sehingga dapat dikikis dari substratnya. Selain *foliose*, *lichen* khususnya *crustose* merupakan *lichen* yang sangat terikat dengan substratnya (Augusto *et al.*, 2013).

Setelah proses koleksi spesimen dilakukan, tahapan selanjutnya adalah identifikasi *lichen*. *Lichen* diidentifikasi dengan menggunakan pendekatan morfologi, anatomi, dan kimia (Singh, 2019). Pengamatan karakter morfologi, dilakukan pengamatan terhadap talus, tekstur, keberadaan isidia, soredia, prunia, *pycnidia*, dan *pseudocyphellae*. Pada pengamatan morfologi permukaan bawah, hanya *lichen foliose* yang dapat terlihat dengan jelas sementara *crustose* bersifat dimorfik dan *fruticose* tidak memperlihatkan perbedaan dorsiventral. Selain itu, terdapat pengamatan bentuk, ukuran dan warna apotesia; bentuk, warna dan ukuran askus dan askospora (Nayaka 2014).

Pada pengamatan anatomi, dilakukan pengamatan di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x. Data-data yang dapat diperoleh dari pengamatan anatomi mencakup ketebalan lapisan (korteks atas, lapisan alga, medulla, dan korteks bawah), jenis alga, dan distribusinya

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian dilakukan di hutan yang ada di kawasan Kopeng, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah yaitu di *Treetop Adventure Park* dan Umbul Sanga. Hutan ini merupakan hutan lindung yang biasa digunakan sebagai jalur pendakian. Koleksi spesimen berlangsung dari tanggal 11 Oktober hingga 12 Oktober 2024. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Sistematika Tumbuhan Fakultas Biologi UGM.

Lokasi Pengambilan Sampel

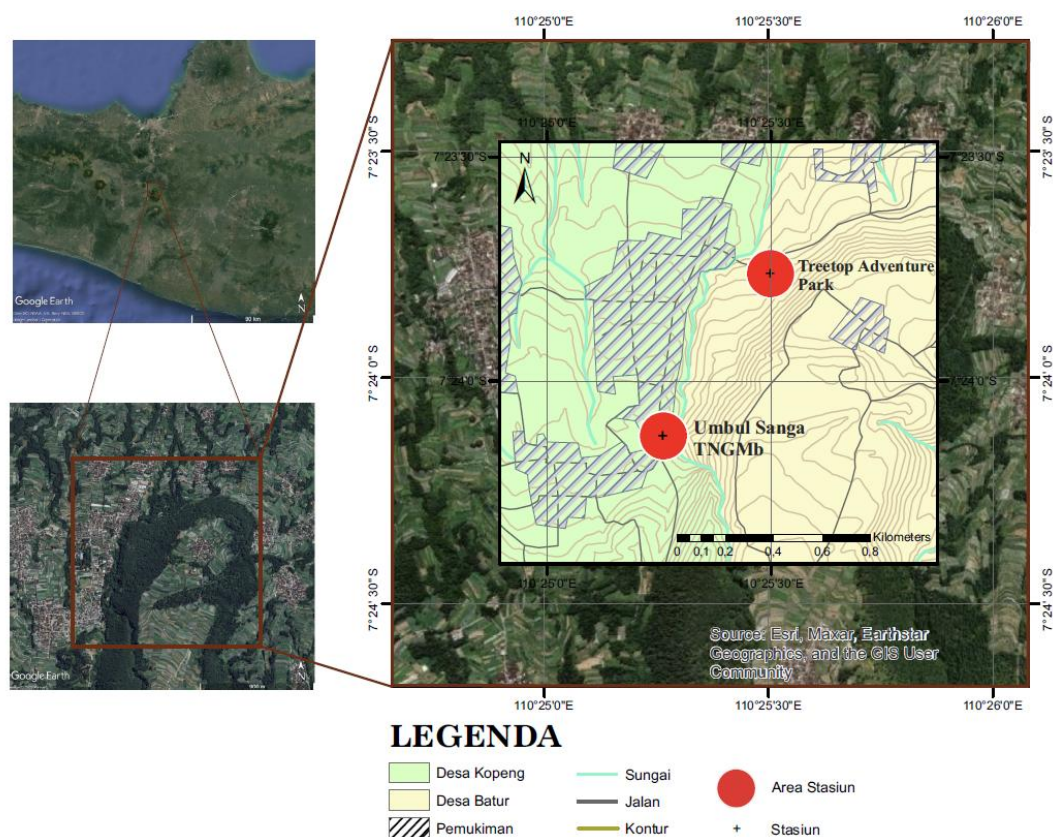
Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *random sampling*. Metode ini merupakan metode *sampling* dimana setiap bagian dari populasi mendapat kesempatan yang sama untuk diambil (Noor *et al.*, 2022). Pengambilan sampel dilaksanakan di *Treetop Adventure Park* dan Umbul Sanga yang merupakan area termasuk dalam kawasan hutan Taman Nasional Gunung

(Nayaka 2014). Selanjutnya pengamatan kimia yang dilakukan dengan mengamati senyawa metabolit sekunder *lichen*. Senyawa yang terdapat pada *lichen* diidentifikasi dengan beberapa metode seperti *colour spot test*, *microcrystalography*, *Thin Layer Chromatography* (TLC), atau *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) (Nayaka 2014). Secara sederhana, identifikasi senyawa metabolit sekunder pada *lichen* dapat dideteksi dengan mempergunakan metode *simple spot test* yaitu menggunakan senyawa *Potassium Hydroxide* (KOH) 10% dalam akuades (Uji K), *Calcium Hypochlorite* 10% dalam akuades (Uji C), dan *Paraphenylenediamine* 5% dalam ethanol 95% (Uji P). Uji KC dilakukan dengan menggabungkan mengaplikasikan Larutan K dan diikuti dengan Larutan C (Nash, 2012).

Identifikasi *lichen* dilakukan dengan mengobservasi karakter morfologi, anatomi maupun uji kimia. Secara morfologi, *lichen* dapat diidentifikasi dengan melihat bentuk talus, warna, dan ukuran dari talus. Oleh karena itu, identifikasi *lichen* perlu dilakukan untuk mengetahui secara komprehensif keanekaragaman *lichen* yang ada di Indonesia.

Merbabu. *Treetop Adventure Park* dan Umbul Sanga terletak di Desa Batur dan Desa Kopeng, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang. Kedua area merupakan kawasan destinasi wisata yang cukup ramai dikunjungi wisatawan (Gambar 1).

Sampling dilakukan saat musim kemarau dengan curah hujan yang sedang. Kondisi *Treetop Adventure Park* saat pengambilan sampel menunjukkan kondisi cahaya matahari yang terik dengan kelembapan udara yang relatif sedang berkisar antara 40% – 60% (Jones *et al.*, 2022). Kawasan ini merupakan salah satu destinasi wisata yang sering dijadikan oleh masyarakat sebagai tempat *outbond* namun saat pengambilan sampel, kondisi tempat tersebut tidak terlalu padat pengunjung. Kondisi lingkungan yang ada di Umbul Sanga relatif sama dengan *Treetop Adventure Park*. Namun, Umbul Sanga memiliki suhu yang lebih dingin dibandingkan *Treetop Adventure Park*.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel yang dilaksanakan di dua titik yaitu *Treetop Adventure Park* dan *Umbul Sanga* dengan teknik *random sampling*

Pengamatan Karakter Mikroskopis dan Makroskopis

Karakter yang diamati adalah karakter morfologis makroskopis, mikroskopis, dan karakter kimia. Karakter morfologis termasuk bentuk *growth form*, warna talus, bentuk talus, dan karakter reproduksi dari *lichen*. Pada *lichen foliose* dan *placodioid*, diamati karakter tambahan seperti warna permukaan bawah dari *lichen* dan karakter dari *rhizine*. Pengamatan karakter mikroskopis, sampel langsung diamati dengan menggunakan mikroskop. Karakter yang diamati yaitu karakter medulla dan alat reproduksi *lichen*.

Pengamatan Karakter Kimia

Pengamatan karakter kimia mempergunakan metode *simple spot test*, dengan mempergunakan tiga reagen yaitu *Potassium Hydroxide* (KOH) 10% dalam akuades (Larutan K - Uji K), *Calcium Hypochlorite* ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) 10% dalam akuades (Larutan C - Uji C), dan *Paraphenylenediamine* (PPD) 5% dalam

ethanol 95% (Larutan P - Uji P). Selain itu dilakukan pula Uji KC (Nash, 2012).

Simple spot test dilakukan pada bagian permukaan atas dari talus (korteks) dan medulla dengan menggunakan pipet tetes. Sebelum melakukan pengujian warna, diamati dahulu warna sebelum penetesan reagen. Masing-masing Larutan K, C, P, dan KC ditetaskan pada potongan melintang korteks dan medula menggunakan pipet tetes pada potongan melintang talus yang berbeda untuk setiap larutan. Setelah ditetesi dan ditunggu selama satu menit hingga terjadi perubahan warna. Perubahan warna menunjukkan karakter dan jenis senyawa metabolit sekunder dari *lichen*. Pada Uji KC, dilakukan homogenisasi Larutan K dan Larutan C, yaitu setelah pemberian satu tetes Larutan K pada potongan melintang talus, didiamkan selama sekitar satu menit, dan akan diberikan satu tetes Larutan C pada potongan melintang talus yang sama. Ada atau tidak adanya perubahan warna, akan dicatat (Nash, 2012).

Hasil pengamatan perubahan warna pada

simple spot test pada lichen, disajikan dalam bentuk tanda - atau +. Tanda negatif menunjukkan tidak terjadi perubahan warna pada talus yang diuji. Tanda positif diikuti warna, menunjukkan adanya perubahan warna pada potongan talus yang

Parameter Lingkungan

Beberapa parameter lingkungan juga diukur, yaitu kelembaban, suhu, intensitas cahaya, dan ketinggian tempat.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan kondisi lingkungan habitat Treetop dan Umbul Sanga disajikan di Tabel 1.

Tabel 1. Parameter lingkungan

Lokasi	Kelembapan (%)	Suhu (°C)	Intensitas Cahaya (ft)	Ketinggian (mdpl)
Treetop	62 – 66	23 – 26	2,140 – 3,147	1,380-1,389
Umbul Sanga	58.8 – 64.2	23.4 – 26.5	7,964 – 8,283	1,435-1,442

Hasil Identifikasi

Berdasarkan hasil yang identifikasi yang telah dilakukan, diperoleh 11 genus *lichen* yaitu genus *Lecanora*, *Lepraria*, *Candelaria*, *Parmelia*, *Graphis*, *Diploicia*, *Parmotrema*, *Cryptothecia*, *Hypotrachyna*, *Xanthoparmelia* dan *Platismatia* (Tabel 2). Spesies-spesies dari genus *Lecanora* yang dapat ditemukan yaitu *Lecanora expallens* Ach. dan *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Crombie. Spesies-spesies yang ditemukan dari genus *Lepraria* adalah *Lepraria neglecta* (Nyl.) Erichsen, *Candelaria* sp., *Lepraria nivalis* J. R. Laundon, dan *Lepraria lobificans* Nyl. Spesies-spesies yang ditemukan dari genus *Parmelia* yaitu *Parmelia* sp., *Parmelia tiliacea* (Hoffm.) Hale, dan *Parmelia sulcata* Taylor. Spesies yang ditemukan dari genus *Graphis* adalah *Graphis scripta* (L.) Ach.

Spesies yang ditemukan dari genus *Diploicia* yaitu *Diploicia canescens* (Dickson) A. Massal. Spesies yang ditemukan pada genus *Parmotrema* yaitu *Parmotrema perlatum* (Hudson) M. Choisy, *Parmotrema crinitum* (Ach.), dan *Parmotrema* sp. Spesies yang ditemukan pada genus *Cryptothecia* adalah *Cryptothecia* sp. Spesies-spesies yang ditemukan pada genus *Hypotrachyna* yaitu *Hypotrachyna britannica* (D. Hawksw. & P. James) Coppins dan *Hypotrachyna revoluta* (Flörke) Hale. Spesies-spesies yang ditemukan pada genus *Xanthoparmelia* adalah *Xanthoparmelia mougeotii* (Schaer.) Hale. Spesies yang ditemukan pada genus *Platismatia* adalah *Platismatia glauca*.

Tabel 2. Spesies *lichen* di Treetop dan Umbul Sanga

No	Species	TreeTop	Umbul Sanga
1	<i>Cryptothecia</i> sp.	✓	
2	<i>Lepraria neglecta</i> (Nyl.) Erichsen	✓	✓
3	<i>Candelaria</i> sp.	✓	
4	<i>Lecanora expallens</i> Ach.	✓	✓
5	<i>Lepraria nivalis</i> J. R. Laundon	✓	
6	<i>Lepraria lobificans</i> Nyl.	✓	
7	<i>Lecanora conizaeoides</i> Nyl. ex Crombie.	✓	✓
8	<i>Parmelia</i> sp.	✓	
9	<i>Hypotrachyna britannica</i> (D. Hawksw. & P. James) Coppins		✓

No	Species	TreeTop	Umbul Sanga
10	<i>Hypotrachyna revoluta</i> (Flörke) Hale		✓
11	<i>Parmelia tiliacea</i> (Hoffm.) Hale		✓
12	<i>Platismatia glauca</i> (L.) Culb. & C. Culb.		✓
13	<i>Parmotrema perlatum</i> (Hudson) M. Choisy		✓
14	<i>Parmotrema crinitum</i> (Ach.)		✓
15	<i>Xanthoparmelia mougeotii</i> (Schaer.) Hale		✓
16	<i>Parmelia sulcata</i> Taylor		✓
17	<i>Parmotrema</i> sp.		✓
18	<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.		✓
19	<i>Diploicia canescens</i> (Dickson) A. Massal.		✓

Analisis Taksonomi

1. *Cryptothecia* sp.



Gambar 2. *Cryptothecia* sp.

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
 Phylum : Ascomycota
 Class : Arthoniomycetes
 Order : Arthoniales
 Family : Arthoniaceae
 Genus : *Cryptothecia*
 Species : *Cryptothecia* sp.
 (Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *crustose*; warna talus pada permukaan atas berwarna hijau keabu-abuan dengan permukaan talus yang retak-retak (*cracking*); soredia ditemukan menyebar pada permukaan talus dengan distribusi tidak padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K-, P+hitam, dan KC+hijau kekuningan.

Keterangan:

Cryptothecia ditemukan menempel pada substrat kulit pohon. Hanya ada satu spesimen yang ditemukan dalam penelitian yaitu spesimen NIS 01. Spesies ini hanya ditemukan di Treetop (Gambar 2).

2. *Lepraria neglecta* (Nyl.) Erichsen



Gambar 3. *L. neglecta*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
 Phylum : Ascomycota
 Class : Lecanoromycetes
 Order : Lecanorales
 Family : Stereocaulaceae
 Genus : *Lepraria*
 Species : *Lepraria neglecta* (Nyl.) Erichsen
 (Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *leprose*; permukaan talus memiliki warna hijau keabu-abuan dengan permukaan

talus yang retak-retak (*cracking*); soredia yang ditemukan menyebar di permukaan talus dan distribusinya bersifat padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+kuning, P+oranye, C+kuning, dan KC+kuning.

Keterangan:

L. neglecta ditemukan pada substrat yang menempel pada kulit pohon. Pada saat pengambilan spesimen, ditemukan tiga spesimen yaitu spesimen NIS 02, 03, dan 21. Spesies ini ditemukan pada Treetop dan Umbul Sanga (Gambar 3).

3. *Candelaria* sp.



Gambar 4. *Candelaria* sp.

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Candelariomycetes
Order : Candelariales
Family : Candelariaceae
Genus : *Candelaria*
Species : *Candelaria* sp.
(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *leprose*; warna permukaan talus hijau keabu-abuan, permukaan talus tidak memiliki lobus; soredia tersebar dan distribusinya tidak padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K-, P-, C, dan KC-.

Keterangan:

Candelaria sp. ditemukan pada substrat bebatuan. Pada saat dilakukan pengambilan

spesimen, hanya ditemukan satu spesimen *Candelaria* sp. yaitu spesimen NIS 04. Spesies ini hanya ditemukan pada Treetop (Gambar 4).

4. *Lecanora expallens* Ach.



Gambar 5. *L. expallens*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoramycetes
Order : Lecanorales
Family : Lecanoraceae
Genus : *Lecanora*
Species : *Lecanora expallens* Ach.
(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *crustose*; warna talus hijau keabu-abuan, permukaan talus halus tanpa adanya *cracking*, talus memiliki lobus; soredia yang menyebar dengan distribusi yang padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+kuning, P+hitam, C+hijau kekuningan, dan KC+kuning.

Keterangan:

L. expallens ditemukan pada kulit pepohonan. Spesies ini memiliki distribusi yang relatif melimpah karena terdapat beberapa spesimen *L. expallens* yang ditemukan. Spesimen yang dipelajari dari species ini terdiri dari lima spesimen lichens yaitu NIS 05, 06, 10, 33, dan 36. Spesies ini ditemukan baik di Treetop maupun Umbul Sanga (Gambar 5).

5. *Lepraria nivalis* J. R. Laundon



Gambar 6. *L. nivalis*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes
Order : Lecanorales
Family : Stereocaulaceae
Genus : *Lepraria*
Species : *Lepraria nivalis* J. R. Laundon
(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *crustose*; talus memiliki warna hijau keabu-abuan dengan permukaan talus yang halus, talus juga tidak memiliki lobus; soredia menyebar di permukaan talus dengan distribusi yang padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+kuning, P+merah tua, C+kuning, dan KC+kuning.

Keterangan:

L. nivalis ditemukan menempel pada substrat kulit pohon. Terdapat dua spesimen *L. nivalis* yaitu spesimen NIS 07 dan 08. Spesies ini hanya ditemukan pada Treetop dan tidak ditemukan pada Umbul Sanga (Gambar 6).

6. *Lepraria lobificans* Nyl.



Gambar 7. *L. lobificans*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes
Order : Lecanorales
Family : Stereocaulaceae
Genus : *Lepraria*
Species : *Lepraria lobificans* Nyl.
(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *crustose*; talus berwarna hijau keabu-abuan dengan permukaan yang halus dan tidak memiliki lobus; soredia menyebar pada bagian tengah talus dengan distribusi yang padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+hijau tua, P+hijau tua, C- dan KC+kuning.

Keterangan:

L. lobificans ditemukan menempel pada substrat dari ranting pohon. Spesimen ini hanya ditemukan pada Treetop dengan hanya satu spesimen NIS 09 (Gambar 7).

7. *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Crombie.



Gambar 8. *L. conizaeoides*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes
Order : Lecanorales
Family : Lecanoraceae
Genus : *Lecanora*
Species : *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Crombie.

(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *crustose*; warna talus hijau keabu-abuan, talus memiliki *cracking*; soredia yang ditemukan menyebar di permukaan talus dan terletak pada bagian tengah talus, distribusi soredia yang ditemukan padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+kuning, P+cokelat oranye, C-, dan KC+kuning.

Keterangan:

Spesimen *L. conizaeoides* ditemukan menempel pada substrat kulit pohon. *L. conizaeoides* teridentifikasi ada di dua spesimen yaitu NIS 11 dan 25. Spesies ini ditemukan pada Treetop dan Umbul Sanga (Gambar 8).

8. *Parmelia* sp.



Gambar 9. *Parmelia* sp.

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes
Order : Lecanorales
Family : Parmeliaceae
Genus : *Parmelia*
Species : *Parmelia* sp.

(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *foliose*; talus permukaan atas berwarna hijau keabu-abuan, permukaan talus halus dan berlobus; permukaan bawah talus, berwarna cokelat muda di bagian tepi talus dan mengalami perubahan warna secara gradasi dari cokelat ke hitam, pada permukaan bawah ditemukan *rhizine* berwarna hitam yang tidak padat dan menyebar; soredia menyebar dengan distribusi yang padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+hijau muda, P-, C+oranye, dan KC+kuning.

Keterangan:

Spesies ini ditemukan menempel pada kulit pohon. *Parmelia* sp. ditemukan [ada spesimen NIS 12. Spesimen ini hanya ditemukan terdapat Treetop (Gambar 9).

9. *Hypotrachyna britannica* (D. Hawksw. & P. James) Coppins



Gambar 10. *H. britannica*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes
Order : Lecanorales
Family : Parmeliaceae
Genus : *Hypotrachyna*
Species : *Hypotrachyna britannica* (D. Hawksw. & P. James) Coppins
(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *foliose*; talus permukaan atas berwarna hijau keabu-abuan; pada permukaan atas talus tidak ditemukan talus yang pecah-pecah (*cracking*) dan bersifat halus; pada permukaan bawah talus memiliki warna cokelat tua menuju hitam, terdapat *rhizine* yang bercabang, menyebar, dan berwarna hitam; isidia menyebar pada permukaan talus dan distribusinya padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+oranye, P+hijau gelap, C+merah, dan KC+cokelat.

Keterangan:

H. britannica ditemukan menempel pada substrat kulit kayu. Spesies ini hanya ditemukan satu spesimen yaitu NIS 14. Spesimen ini ditemukan pada Umbul Sanga (Gambar 10).

10. *Hypotrachyna revoluta* (Flörke) Hale



Gambar 11. *H. revoluta*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes
Order : Lecanorales
Family : Parmeliaceae
Genus : *Hypotrachyna*
Species : *Hypotrachyna revoluta* (Flörke) Hale (Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *foliose*; warna permukaan atas hijau keabu-abuan, permukaan talus retak-retak (*cracking*) dan berlobus-lobus; pada permukaan bawah talus berwarna hitam dengan *rhizine* berwarna hitam dan bercabang-cabang; isidia yang menyebar pada permukaan atas talus dengan distribusi padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+kuning, P+hitam, C+merah, dan KC+oranye.

Keterangan:

H. revoluta ditemukan menempel di substrat kulit pohon. Spesies ini ditemukan tiga spesimen yaitu spesimen NIS 15, 16, dan 17. *H. britannica* hanya ditemukan pada Umbul Sanga (Gambar 11).

11. *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale



Gambar 12. *P. tiliacea*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
 Phylum : Ascomycota
 Class : Lecanoromycetes
 Order : Lecanorales
 Family : Parmeliaceae
 Genus : *Parmelina*
 Species : *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale
 (Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *foliose*; warna permukaan atas hijau keabu-abuan dan tidak berlobus; pada permukaan bawah berwarna hitam, tidak ditemukan *rhizine*; soredia menyebar di bagian tengah permukaan talus dan distribusinya padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+hijau gelap, P+hitam, C+merah, dan KC+oranye.

Keterangan:

P. tiliacea ditemukan menempel pada substrat kulit kayu. Spesies ini ditemukan pada dua spesimen yaitu NIS 18 dan 20. *P. tiliacea* hanya ditemukan di Umbul Sanga (Gambar 12).

12. *Platismatia glauca* (L.) Culb. & C. Culb.



Gambar 13. *P. glauca*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
 Phylum : Ascomycota
 Class : Lecanoromycetes
 Order : Lecanorales
 Family : Parmeliaceae
 Genus : *Platismatia*
 Species : *Platismatia glauca* (L.) Culb. & C. Culb.
 (Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *foliose*; permukaan atas talus berwarna hijau keabu-abuan, permukaan halus tanpa lobus; pada permukaan bawah berwarna hitam, permukaan bawah memiliki *rhizine* yang berwarna hitam, sangat banyak, serupa serabut, warna hitam; soredia yang menyebar pada bagian tepi talus dengan distribusi padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+cokelat, P+hitam, C+kuning, dan KC+oranye.

Keterangan:

P. glauca ditemukan menempel pada substrat kulit pohon. Spesies ini ditemukan dua spesimen yaitu spesimen NIS 19 dan hanya ditemukan di Umbul Sanga (Gambar 13).

13. *Parmotrema perlatum* (Hudson) M. Choisy



Gambar 14. *P. perlatum*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes
Order : Lecanorales
Family : Parmeliaceae
Genus : *Parmotrema*
Species : *Parmotrema perlatum* (Hudson)
M. Choisy
(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *foliose*; permukaan atas talus berwarna hijau tua, permukaan atas halus; permukaan bawah berwarna cokelat di bagian tepi warna secara gradasi menuju ke tengah menjadi warna hitam, terdapat *rhizine* berwarna hitam dan sangat jarang; soredia menyebar di bagian tengah talus dan terdistribusi padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+hijau muda, P-, C-, dan KC+hijau muda.

Keterangan:

P. perlatum ditemukan menempel pada substrat kulit pohon. Spesies ini ditemukan hanya satu spesimen yaitu spesimen NIS 23. Spesies ini ditemukan pada Umbul Sanga (Gambar 14).

14. *Parmotrema crinitum* (Ach.) Choisy



Gambar 15. *P. crinitum*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes
Order : Lecanorales
Family : Parmeliaceae
Genus : *Parmotrema*
Species : *Parmotrema crinitum* (Ach.)
Choisy
(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *foliose*; pada permukaan atas talus berwarna hijau keabu-abuan, talus berlobus dan permukaanya halus; permukaan bawah talus berwarna hitam, permukaan bawah talus memiliki *rhizine* berwarna hitam dan bercabang-cabang; soredia menyebar di permukaan atas talus dan distribusinya padat; isidia menyebar di permukaan atas talus dan distribusinya padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K-, P+hijau, C+kuning, dan KC+oranye.

Keterangan:

P. crinitum ditemukan pada substrat kulit kayu pohon. Spesies ini diidentifikasi pada dua spesimen yaitu NIS 24 dan 29. Spesies ini hanya ditemukan di Umbul Sanga (Gambar 15).

15. *Xanthoparmelia mougeotii* (Schaer.) Hale



Gambar 16. *X. mougeotii*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes
Order : Lecanorales
Family : Parmeliaceae
Genus : *Xanthoparmelia*
Species : *Xanthoparmelia mougeotii*
(Schaer.) Hale
(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *foliose*; permukaan atas talus berwarna hijau keabu-abuan dengan permukaan yang retak-retak (*cracking*), talus berlobus; pada permukaan bawah talus berwarna coklat di tepi dan akan berubah secara gradasi menuju warna hitam ke bagian tengah; *rhizine* berwarna hitam dan bercabang-cabang; soredia menyebar di tepi talus dan distribusinya padat; isidia menyebar di bagian tepi dan terdistribusi padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+cokelat, P+hitam, C+kuning, dan KC+cokelat.

Keterangan:

X. mougeotii ditemukan menempel pada substrat di kulit pohon. Spesies ini ditemukan di tiga spesimen yaitu NIS 13, 26, dan 31. Spesies ini terdapat di Treetop dan Umbul Sanga (Gambar 16).

16. *Parmelia sulcata* Taylor



Gambar 17. *P. sulcata*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes
Order : Lecanorales
Family : Parmeliaceae
Genus : *Parmelia*
Species : *Parmelia sulcata* Taylor
(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *foliose*; permukaan atas berwarna hijau keabu-abuan dengan permukaan yang retak-retak (*cracking*); talus berlobus; permukaan bawah berwarna hitam; *rhizine* berwarna hitam dan tidak bercabang; soredia menyebar di bagian tepi talus dan distribusinya padat; ditemukan isidia menyebar di bagian tengah permukaan talus dan terdistribusi padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+oranye, P-, C+kuning, dan KC+oranye.

Keterangan:

P. sulcata ditemukan menempel pada substrat kulit pohon. Spesies ini ditemukan di tiga spesimen yaitu NIS 27, 28, dan 37. Spesies hanya ditemukan di Umbul Sanga (Gambar 17).

17. *Parmotrema* sp.



Gambar 18. *Parmotrema* sp.

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes
Order : Lecanorales
Family : Parmeliaceae
Genus : *Parmotrema*
Species : *Parmotrema* sp.
(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *placodioid*; permukaan atas talus berwarna hijau keabu-abuan dengan permukaan talus yang retak-retak (*cracking*); permukaan bawah talus berwarna kecokelatan tua; *rhizine* berwarna putih, bercabang, terdistribusi jarang; soredia menyebar di permukaan talus dan terdistribusi padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+kuning, P+hijau tua, C-, dan KC-.

Keterangan:

Parmotrema sp. ditemukan menempel pada substrat kulit pohon. Spesies ini hanya ditemukan satu spesimen yaitu NIS 30. Spesies ini hanya ditemukan pada Umbul Sanga (Gambar 18).

18. *Graphis scripta* (L.) Ach.



Gambar 19. *G. scripta*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes
Order : Graphidales
Family : Graphidaceae
Genus : *Graphis*
Species : *Graphis scripta* (L.) Ach.
(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *crustose*; permukaan atas talus berwarna hijau keabu-abuan dengan permukaan talus yang retak-retak (*crackings*); soredia menyebar di bagian tengah; lirellae berwarna hitam, berbentuk lonjong, bercabang.

Uji kimia sederhana pada talus: K+cokelat, P+hitam, C-, dan KC-.

Keterangan:

G. scripta ditemukan menempel di ranting pohon. Spesies ini hanya ditemukan di satu spesimen yaitu NIS 32. Spesies ini hanya terdapat di Umbul Sanga (Gambar 19).

19. *Diploicia canescens* (Dickson) A. Massal.



Gambar 20. *D. canescens*

Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Lecanoromycetes

Pembahasan

Sampling *lichen* dilakukan di area Treetop dan Umbul Sanga yang berada di area wisata Kopeng. Treetop berada di ketinggian 1380 – 1389 mdpl., dengan suhu udara berada pada range antara 23.0 – 25.2°C, serta intensitas cahaya yang bervariasi. Treetop merupakan kawasan wisata yang memiliki struktur berupa hutan kanopi. Vegetasi kanopi tersebut membuat intensitas cahaya yang ada di pengambilan spesimen bervariasi. *Lichen* diambil dari substratnya yang berupa kulit luar pohon dan bebatuan yang ada di sekitar sana. Pada spesimen yang diambil di Treetop didominasi oleh spesimen *crustose* dan *leprose*, dan satu spesimen *foliose*. Sementara itu, di Umbul Sanga, *lichen* yang dijumpai di sana lebih bervariasi dengan talus *foliose*, *crustose*, *placodioid*, maupun *leprose*. Di Umbul Sanga, Pohon Pinus merupakan habitat bagi berbagai jenis *lichen* yang menempel pada kulit batang. *Lichen crustose* merupakan *lichen* yang banyak dijumpai pada hutan bagian primer dan dapat dijumpai pada area-area yang tercemar (Perlmutter, 2010). Hal ini dikarenakan *lichen crustose* seperti *Lecanora conizaeoides* memiliki

Order : Caliciales
Family : Caliciaceae
Genus : *Diploicia*
Species : *Diploicia canescens* (Dickson) A. Massal.

(Bungartz & Perlmutter, 2024)

Deskripsi:

Talus *placodioid*; pada permukaan atas talus berwarna hijau tua, permukaan talus halus dan berlobus; permukaan bawah talus berwarna hijau pucat dan tidak memiliki *rhizine*; soredia ditemukan menyebar di permukaan atas talus dan terdistribusi padat.

Uji kimia sederhana pada talus: K+oranye, P+hitam, C+kuning, dan KC+oranye.

Keterangan:

D. canescens ditemukan menempel pada kulit pohon. *Diploicia canescens* ditemukan dua spesimen yaitu NIS 34 dan 35. Spesies ini hanya ditemukan di Umbul Sanga (Gambar 20).

tingkat toleransi polutan yang cukup tinggi. Struktur *lichen crustose* memiliki luas permukaan yang relatif kecil sehingga mampu bertahan di kondisi udara yang cukup tercemar. Hal yang berbeda dengan *lichen fruticose*. *Lichen fruticose* merupakan bioindikator dari lingkungan yang bersih, dikarenakan *lichen* ini memiliki tingkat toleransi polusi yang rendah. Pada penelitian tidak ditemukan *lichen fruticose* dikarenakan lokasi sampling yang dekat dengan pemukiman dan aktivitas manusia sehingga dimungkinkan area berpolusi yang cukup tinggi. Menurut Das et al. (2019), pada saat polusi meningkat maka *lichen fruticose* yang paling pertama akan menghilang. Lalu disusul dengan *lichen foliose* dan *lichen crustose*.

Identifikasi berdasarkan atas karakter morfologi dan uji kimia. Karakter morfologi diamati secara makroskopis yaitu warna talus. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskopis untuk mengamati bentuk talus dan karakter reproduksi. Karakter reproduksi yang diamati dapat berupa keberadaan soredia atau isidia (Roziaty 2016). Pada bentuk talus *placodioid* dan *foliose*,

dilakukan pengamatan pada bagian permukaan bawah yang dimana diamati warna permukaan bawah dan karakter *rhizine*. *Rhizine* pada *lichen* merupakan suatu struktur yang menyerupai akar dibawah permukaan talus (Bousbih *et al.*, 2025). Fungsi dari *rhizine* adalah untuk perlekatan pada substrat. Karakter *rhizine* yang diamati yaitu bentuk, persebaran, dan percabangan *rhizine*.

Karakter kimia yang diamati pada *lichen* adalah dengan menggunakan uji *spot test* yang dimana terdiri atas uji K, C, dan P. Tabel 3 menjelaskan mengenai deteksi sederhana berdasarkan perubahan warna dengan metabolit sekunder yang dihasilkan setiap species *lichen*. Setiap species dapat menghasilkan beberapa macam metabolit sekunder.

Tabel 3. Reaksi Kimia dan kemungkinan kandungan metabolit sekunder (Nash, 2012)

Uji	Reagen	Warna positif	Metabolit sekunder
K	KOH	Kuning, merah	Kuning menandakan aldehida aromatik dengan <i>o-hydroxyl</i> Merah menandakan pigmen anthraquinone
C	<i>Bleach</i>	Merah, hijau	Merah menandakan ada <i>m</i> -dihidroksi phenols kecuali yang digantikan dengan gugus -CHO dan -CO ₂ H Hijau menandakan dihidroksi dibenzofurans
KC	KOH + <i>Bleach</i>	Kuning, biru, merah	Kuning menandakan <i>usnic acid</i> Biru menandakan dihidroksi dibenzofuran Merah dengan C-depside dan depsidone yang akan mengalami hidrolisis cepat untuk menghasilkan senyawa <i>m-dihydroxy phenolic</i>
P	PPD	Kuning, oranye, dan merah	Kuning, oranye, dan merah menandakan aldehida aromatik

Kesimpulan

Berdasarkan *lichen* ' growth form dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman species *lichen* di Treetop dan Umbul Sanga terdiri atas *crustose* (enam spesies), *leprose* (dua spesies), *placodioid* (dua spesies), dan *foliose* (sembilan spesies). Spesies-spesies yang ditemukan yaitu *Cryptothecia* sp., *Lepraria neglecta* (Nyl.) Erichsen, *Candelaria* sp., *Lecanora expallens* Ach., *Lepraria nivalis* J. R. Laundon, *Lepraria lobificans* Nyl., *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex

Crombie., *Parmelia* sp., *Hypotrachyna britannica* (D. Hawksw. & P. James) Coppins, *Hypotrachyna revoluta* (Flörke) Hale, *Parmelia tiliacea* (Hoffm.) Hale, *Platismatia glauca* (L.) Culb. & C. Culb., *Parmotrema perlatum* (Hudson) M. Choisy, *Parmotrema crinitum* (Ach.), *Xanthoparmelia mougeotii* (Schaer.) Hale, *Parmelia sulcata* Taylor, *Parmotrema* sp., *Graphis scripta* (L.) Ach., dan *Diploicia canescens* (Dickson) A. Massal.

Referensi

- Astuti, F. K., Murningsih, M. & Jumari, J. (2017). Keanekaragaman Jenis tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Jalur Pendakian Selo Kawasan Taman Nasional Gunung Merbabu, Jawa Tengah. *Jurnal Akademika Biologi*, 6(2), 1-6. <https://doi.org/10.14710/bioma.20.1.25-30>
- Augusto, S., Máguas, C., & Branquinho, C. (2013). Guidelines for Biomonitoring Persistent Organic Pollutants (Pops), using Lichens and Aquatic Mosses – A Review. *Environmental pollution*, 180, 330-338. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.05.019
- Bungartz, F. & Perlmutter, G. (2024). *Central Taxonomic Thesaurus of Accepted Names and Their Synonyms, Maintained by The Consortium of Lichen Herbaria*. Arizona State University, Field Museum of Natural History, and New York Botanical Garden. [https://lichenportal.org/portal//taxa/taxonomy/taxonomydisplay.php](https://lichenportal.org/portal//taxa/taxonomy/taxonomydisplay.php;); (Access on December 27, 2024).
- Bousbih, M., Lamhamedi, M. S., Abassi, M., Khasa, D. P. & Bejaoui, Z. (2025). Integration of Mosses (*Funaria hygrometrica*) and Lichens (*Xanthoria parietina*) as Native Bioindicators of Atmospheric Pollution by Trace Metal Elements in Mediterranean Forest Plantations. *Environments*, 12(6), 191. DOI: 10.3390/environments12060191
- Das, K., Nikita, B. P., Rani, A., & Uniyal, P. L. (2021). Lichen as Bioindicators and Biomonitoring Agents. *Environ Intl J Sci Technology*, 15, 18-25. <http://www.ewijst.org/>
- Galinato, M. G. M., Mangubat, C. B., Leonor, D. S., Cababa, G. R. C., Cipriano, B. P. S., & Santiago, K. A. A. (2017). Identification and Diversity of the Fruticose Lichen *Usnea* in Kalinga, Luzon Island, Philippines. *Current Research in Environmental and Applied Mycology*, 7(4), 249-257. DOI: 10.5943/cream/7/4/1
- Jannah, M. & Untari, L.F. (2019). Taxonomy of Crustose Lichen in The Forest of Tahura R. Soeryo, Batu, East Java. *Biotropic : The Journal of Tropical Biology*, 3(1), 1–12. DOI:10.29080/biotropic.2019.3.1.1-12
- Jones, E. R., Cedeño Laurent, J. G., Young, A. S., Coull, B. A., Spengler, J. D. & Allen, J. G. (2022). Indoor Humidity Levels and Associations with Reported Symptoms in Office Buildings. *Indoor air*, 32(1), e12961. DOI: 10.1111/ina.12961
- Kuncari, E. S. (2011). Keanekaragaman Tumbuhan Pangan di Hutan Dataran Rendah Ketambe, Taman Nasional Gunung Leuser. *Berk. Penel. Hayati*, 5, 21-24.
- Monge-Nájera, J. (2019). Relative Humidity, Temperature, Substrate Type, and Height of Terrestrial Lichen in A Tropical Paramo. *Revista de Biología Tropical*, 67(1), 206–212. DOI: 10.15517/rbt.v67i1.33948
- Nash, T.H. (2012). *Lichen Biology*. 2nd ed. Cambridge University Press.
- Nayaka, S. (2014). Methods and Techniques in Collection, Preservation and Identification of Lichen. *Plant Taxonomy and Biosystematics: Classical and Modern Methods*, (January), 101–128.
- Noor, S., Tajik, O. & Golzar, J. (2022). Simple Random Sampling. *International Journal of Education & Language Studies*, 1(2), 78–82. DOI: 10.22034/ijels.2022.162982
- Perlmutter, G.B. (2010). Bioassessing Air Pollution Effects with Epiphytic Lichen in Raleigh, North Carolina, U.S.A. *The Bryologist*. 113(1), 39-50. <https://www.jstor.org/stable/40732259>
- Roziaty, E. (2016). Lichen : Karakteristik Anatomis dan Reproduksi Vegetatifnya. *Jurnal Pena Sains*, 3(1), 44–53. DOI: 10.21107/jps.v3i1.1118
- Santos, L. A. D., Aptroot, A., Lücking, R., & Cáceres, M. E. D. S. (2023). Lecanora S. Lat. (Ascomycota, Lecanoraceae) in Brazil: DNA Barcoding Coupled with Phenotype Characters Reveals Numerous Novel Species. *Journal of Fungi*, 9(4), 415. DOI: 10.3390/jof9040415
- Singh, S., Arya, M., & Vishwakarma, S. K. (2019). Advancements in Methods Used for Identification of Lichens. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(8), 1450-1460. DOI: 10.20546/ijcmas.2019.808.169
- Spribille, T., Resl, P., Stanton, D.E. & Tagirdzhanova, G. (2022). Evolutionary Biology of Lichen Symbioses. *New*

- Phytologist*, 234(5), 1566–1582.
DOI: 10.1111/nph.18048
- Untari, L.F. (2024) The Biology of Lichen.
Chemistry, Biology and Pharmacology of Lichen, pp. 13–19. DOI:
10.1002/9781394190706.ch2
- Wardiah, W., Ratnasari, D., Iswadi, I.,
Samingan, S. & Andayani, D. (2021)
Composition of Ascolichen in Gayo
Highland. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi
Teknologi dan Kependidikan*, 9(1), 24.
DOI: 10.22373/biotik.v9i1.9385