



## Keanekaragaman jenis Lichenes sebagai bioindikator kualitas udara di Cagar Alam Pananjung Pangandaran

**Desi Nurhayati<sup>1</sup>, Muhammad Reyhan Rabbani<sup>1</sup>, Galuh Daneswari As-Syifa<sup>1</sup>, Putri Fauziah<sup>1</sup>, Irma Syafiqoh<sup>1</sup>, Evi Mulyiah<sup>1\*</sup>, Yuke Mardiat<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Biologi

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

Jl. Ir. H. Juanda No. 95, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia. 15412

\*E-mail: evimulyah@uinjkt.ac.id

**Abstrak:** Lichen adalah organisme simbiotik antara jamur dan alga atau cyanobacteria yang sangat sensitif terhadap perubahan kualitas udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keanekaragaman jenis Lichenes sebagai indikator kualitas udara di Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat. Kawasan konservasi ini memiliki zonasi yang unik, yaitu bagian dalam (primer) dan luar (sekunder), yang berbatasan langsung dengan aktivitas wisata, sehingga potensi tekanan pencemaran udaranya perlu diukur. Namun, data mengenai kualitas udara berbasis bioindikator di kawasan ini masih terbatas. Metode yang digunakan adalah eksplorasi jelajah di dua lokasi, yaitu kawasan Cagar Alam Pangandaran bagian dalam dan luar. Data yang dikumpulkan meliputi jenis dan jumlah Lichenes, serta faktor abiotik seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya. Dari data tersebut dihitung indeks keanekaragamannya menggunakan rumus indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan dalam Cagar Alam memiliki keanekaragaman tinggi ( $H' = 2,95$ ), sedangkan di kawasan luar hanya ditemukan dua spesies yang toleran terhadap polusi, yaitu *Dirinaria picta* dan *Dirinaria applanata* dengan  $H' = 0,67$ . Temuan ini mengonfirmasi bahwa kawasan luar cagar alam mengalami tekanan kualitas udara yang lebih besar dibandingkan kawasan dalam. Studi ini secara praktis mengimplikasikan pentingnya pemantauan lingkungan berkelanjutan di kawasan penyangga cagar alam dan memperkuat peran Lichenes sebagai alat bioindikatoryang efektif dan murah dalam strategi konservasi.

**Kata Kunci:** Cagar Alam Pananjung Pangandaran, indeks keanekaragaman, kualitas udara, Lichenes, polusi udara

**Abstract:** Lichen is a symbiotic organism between fungi and algae or cyanobacteria that is highly sensitive to changes in air quality. This research aims to examine the diversity of Lichen species as an indicator of air quality in the Pananjung Pangandaran Nature Reserve, West Java. This conservation area has a unique zoning system, comprising an inner (primary) and an outer (secondary) zone, which borders directly on tourist activities, creating a potential need to assess air pollution pressure. However, data on bioindicator-based air quality in this area remains limited. The method used was an exploratory survey at two locations: the inner and outer areas of the Pangandaran Nature Reserve. The collected data included the species and quantity of Lichens, as well as abiotic factors such as temperature, humidity, and light intensity. The diversity index was calculated from this data using the Shannon-Wiener diversity index formula. The results showed that the inner area of the Nature Reserve had high diversity ( $H' = 2.95$ ), whereas the outer area had only two pollution-tolerant species, *Dirinaria picta* and *Dirinaria applanata*, with  $H' = 0.67$ . This finding confirms that the outer area of the nature reserve experiences greater air quality pressure compared to the inner area. Practically, this study implies the importance of continuous environmental monitoring in the buffer zone of the nature reserve and strengthens the role of Lichens as an effective and low-cost bioindicator tool in conservation strategies.

**Keywords:** Pananjung Pangandaran Nature Reserve, diversity index, air quality, Lichenes, air pollution

Cara Sitas:

Nurhayati, D., Rabbani, M. R., As-Syifa, G. D., Fauziah, P., Syafiqoh, I., Mulyiah, E., Mardiat, Y. (2025). Keanekaragaman jenis Lichenes sebagai bioindikator kualitas udara di Cagar Alam Pananjung Pangandaran. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 19(3), 296-304. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v19i3.60934>

## PENDAHULUAN

**I**ndonesia dikenal sebagai negara kepulauan tropis yang terletak di antara Benua Asia dan Australia serta diapit oleh Samudra Hindia dan Pasifik, memiliki sekitar 17.500 pulau dengan garis pantai sepanjang 95.181 km. Kondisi geografis ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan keanekaragaman hayati dan tingkat endemisitas tertinggi di dunia, termasuk dalam hal keanekaragaman jenis Lichen. Namun, eksplorasi terhadap keanekaragaman hayati, khususnya Lichen, masih terbatas dan kurang mendapat perhatian dari peneliti, sehingga informasi mengenai keanekaragamannya masih minim (Retnowati et al., 2019).

Wilayah Pangandaran menyimpan sebuah cagar alam (CA) luas berupa hutan dataran rendah berlokasi di Pantai Selatan Jawa Barat, yang disebut juga Cagar Alam Pananjung Pangandaran. Memiliki luas 929,3 ha, CA Pananjung mengelolanya menjadi 2 tempat, yaitu cagar alam darat yang seluas 459,3 ha, dan cagar alam laut seluas 470 ha (Susanto et al., 2019). Cagar Alam Pananjung Pangandaran tidak hanya sebagai kawasan konservasi, tetapi juga berupa kawasan pariwisata alam. Itu sebabnya pihak cagar alam membaginya menjadi 2 wilayah, yaitu bagian barat diperuntukkan sebagai hutan wisata, dan bagian timur diperuntukkan sebagai cagar alam terisolir yang bersifat relatif bagi wisatawan (Nurjaman et al., 2017).

Salah satu indikator penting untuk penilaian kesehatan suatu ekosistem adalah berdasarkan keanekaragaman hayatinya, khususnya pada kawasan konservasi (Sanjaya et al., 2021). Cagar Alam Pananjung Pangandaran merupakan kawasan yang menyimpan kekayaan flora dan fauna, serta memiliki kondisi ekosistem yang relatif stabil. Namun, aktivitas wisata yang terjadi di bagian barat kawasan ini turut menyumbang potensi gangguan terhadap kualitas udara lokal, akibat adanya lalu lintas kendaraan dan interaksi manusia yang intens. Kondisi ini mendorong pentingnya pemantauan kualitas udara di kawasan Cagar Alam Pananjung Pangandaran. Salah satu metode pemantauan yang efisien dan ekologis adalah dengan menggunakan bioindikator alami seperti Lichen. Lichen merupakan organisme simbiotik antara alga dan jamur yang sangat peka terhadap perubahan lingkungan, terutama terhadap kualitas udara (Ananda et al., 2023). Karena tidak memiliki struktur pelindung seperti kutikula atau stomata, Lichen menyerap zat langsung dari atmosfer, sehingga kehadiran dan keanekaragamannya dapat mencerminkan tingkat pencemaran udara suatu lokasi.

Keberadaan zat pencemar dalam udara dapat membahayakan makhluk hidup yang ada di bumi. Maka, upaya pemantauan kualitas udara sangat diperlukan. Lichen sangat peka terhadap kualitas udara karena tidak punya pelindung seperti kutikula atau stomata, sehingga mereka langsung menyerap zat dari udara sekitar. Karena itu, keberadaan Lichen bisa digunakan sebagai indikator pencemaran udara. Jika polutan meningkat, jumlah dan keragaman Lichen biasanya menurun (Rahardjanto & Husamah, 2019).

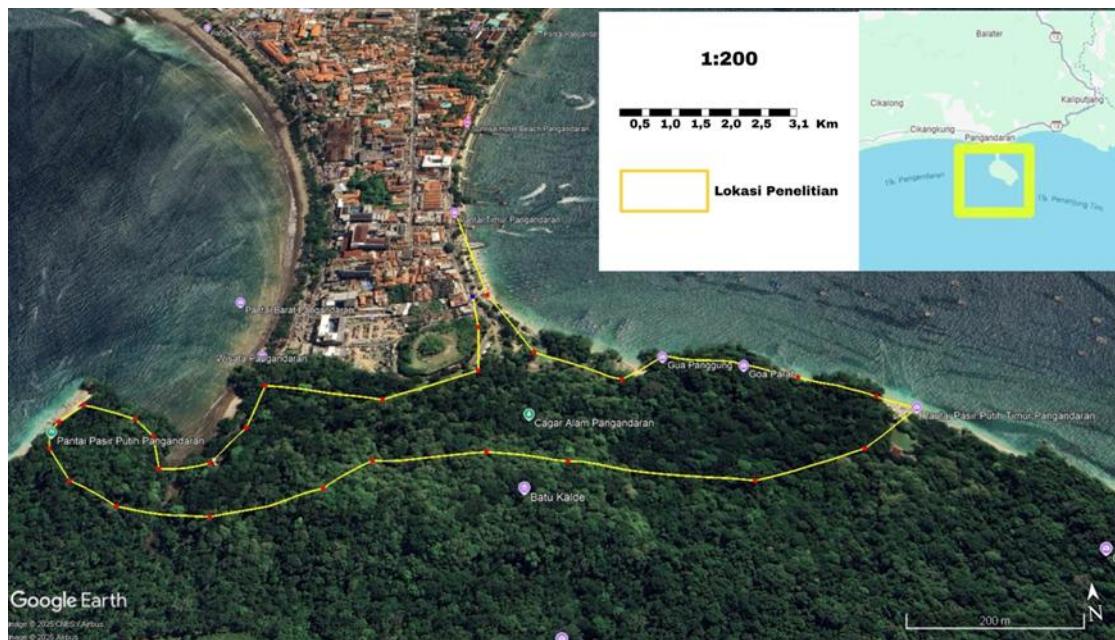
Lichen, yang dikenal sebagai lumut kerak, merupakan organisme simbiotik yang terbentuk dari interaksi antara jamur (mikobion) dengan mikroorganisme fotosintetik seperti alga atau sianobakteri (fotobion), dimana hubungan ini menghasilkan karakteristik fisiologis dan morfologis yang unik yang tidak dimiliki oleh masing-masing organisme secara individu (Nuryani, 2023). Organisme ini memiliki bentuk talus yang bervariasi, dengan jenis *crustose* sebagai yang paling umum karena kemampuannya menempel kuat pada beragam substrat seperti batu, batang pohon, dan tanah (Fithri et al., 2018). Meskipun pertumbuhannya lambat, Lichen memiliki peran ekologis yang penting, antara lain menghasilkan oksigen, menyerap polutan, dan mendukung suksesi ekologis,

sehingga keanekaragaman jenisnya sering dijadikan sebagai bioindikator alami kualitas udara di mana keragaman yang tinggi menandakan udara yang bersih (Widodo et al., 2023). Selain fungsi ekologisnya, Lichen juga memiliki potensi medis yang signifikan karena mengandung senyawa bioaktif dengan sifat antibakteri, antijamur, antivirus, antioksidan, dan antiinflamasi, yang dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional untuk berbagai gangguan kesehatan dan menjanjikan untuk dikembangkan menjadi obat modern (Suharno et al., 2021).

Pengamatan terhadap keanekaragaman jenis Lichen di hutan dataran rendah seperti Pananjung Pangandaran sangat penting untuk menilai kualitas udara di kawasan konservasi yang juga berfungsi sebagai objek wisata. Dengan mengetahui distribusi dan jumlah koloni Lichen, dapat ditentukan sejauh mana aktivitas manusia, khususnya di zona wisata, mempengaruhi kualitas udara. Hasil ini diharapkan dapat menjadi dasar pengelolaan dan kebijakan pelestarian lingkungan yang lebih baik di kawasan tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman jenis Lichenes sebagai bioindikator kualitas udara di dua lokasi berbeda di Cagar Alam Pangandaran. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah yang berguna dalam upaya pemantauan dan pengelolaan kualitas lingkungan secara berkelanjutan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei tahun 2025 yang berlokasi di area Cagar Alam Pangandaran, Jawa Barat (Gambar 1).



Gambar 1. Cagar Alam Pangandaran melalui Google Earth

Penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan untuk mendukung kegiatan di lapangan, antara lain alat ukur Lutron LM-8000 4 in 1, lup, lensa makro untuk memperjelas Lichen yang didapat, serta kamera HP untuk dokumentasi. Selain itu, digunakan juga kompas atau aplikasi *Google Maps* sebagai penunjuk arah, kalkulator untuk membantu perhitungan, dan *Google Document* untuk menaruh data hasil spesimen yang didapat.

Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif agar dapat menghitung secara langsung jumlah sampel (Sudirman et al., 2023). Penelusuran Lichen dilakukan dengan metode jelajah, yaitu dengan menelusuri area yang terdapat Lichen. Penelitian dilakukan dengan membagi dua lokasi pengamatan, yaitu lokasi pertama yang berada di dalam Cagar Alam, dan lokasi kedua berada di luar Cagar Alam, yaitu di sekitar kawasan padat wisatawan. Pemilihan lokasi ini bertujuan untuk membandingkan kondisi lingkungan yang berbeda dan pengaruhnya terhadap keberadaan Lichen. Eksplorasi dilakukan dengan jarak masing-masing 4 km. Lichen yang diamati berada pada ketinggian pohon 100–200 cm di atas tanah. Observasi Lichen dilakukan dengan mengamati bentuk dan warna talus Lichen (Ananda et al., 2023). Faktor abiotik seperti suhu udara, kelembaban udara, dan intensitas cahaya diukur dengan menggunakan alat ukur Lutron LM-8000 4 in 1.

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan perhitungan tiga indeks utama, yaitu indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ). Untuk mengukur variasi Lichen digunakan formula Shannon-Wiener yang didasarkan pada penelitian Roziaty et al. (2021), seperti yang ditunjukkan berikut:

$$H' = -\sum Pi \ln Pi, \quad Pi=ni/N$$

Keterangan :

- $H'$  = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener
- $Pi$  = Jumlah individu suatu spesies/jumlah total seluruh spesies
- $ni$  = Jumlah individu spesies ke-1
- $N$  = Jumlah total individu

Klasifikasi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener didasarkan pada kriteria berikut:

- $H' < 1$  = Keanekaragaman rendah
- $1 < H' < 3$  = Keanekaragaman sedang
- $H' > 3$  = Keanekaragaman tinggi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Keanekaragaman jenis Lichen di Kawasan Luar Cagar Alam Pangandaran

Berdasarkan hasil penelitian yang tertera dalam Tabel 1, dapat dilihat bahwa kawasan dalam Cagar Alam Pangandaran memiliki 22 spesies Lichen dengan jumlah individu sebanyak 335 dan jumlah suku sebanyak 16. Diantaranya, beberapa spesies Lichen berasal dari suku Arthoniaceae, Graphidaceae, Lecanoraceae, Phlyctidaceae, dan Stereocaulaceae.

Tabel 1. Keanekaragaman Lichen di kawasan dalam Cagar Alam Pangandaran

No.	Spesies Lichen	Suku	Pohon Inang	Jumlah (ni)	$H'$
1	<i>Phlyctis argena</i>	Phlyctidaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	8	0,089
2	<i>Chrysothrix candelaris</i>	Chrysotrichaceae	<i>Pterospermum javanicum</i>	11	0,112
3	<i>Biscogniauxia atropunctata</i>	Graphostromataceae	<i>Pterospermum javanicum</i>	9	0,097
4	<i>Lecidella elaeochroma</i>	Lecanoraceae	<i>Psychotria spp.</i>	12	0,119
5	<i>Myelochroa aurulenta</i>	Parmeliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	14	0,132
6	<i>Hematoma ochroleucum</i>	Haematommataceae	<i>Pterospermum javanicum</i>	7	0,081
7	<i>Caloplaca arcis</i>	Teloschistaceae	<i>Tectona grandis</i>	6	0,072
8	<i>Caloplaca obamae</i>	Teloschistaceae	<i>Tectona grandis</i>	3	0,042
9	<i>Verrucaria aethiobola</i>	Verrucariaceae	<i>Croton argyraeus</i>	10	0,104

10	<i>Trapelia placodiooides</i>	Trapeliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	18	0,157
11	<i>Lepraria incana</i>	Stereocaulaceae	<i>Mangifera indica</i>	33	0,228
12	<i>Lepraria lobificans</i>	Stereocaulaceae	<i>Mangifera indica</i>	14	0,132
13	<i>Cryptothecia striata</i>	Arthoniaceae	<i>Pterospermum javanicum</i>	32	0,224
14	<i>Graphis cincta</i>	Graphidaceae	<i>Pterospermum javanicum</i>	10	0,104
15	<i>Graphis handelii</i>	Graphidaceae	<i>Pterospermum javanicum</i>	19	0,162
16	<i>Pyrenula pseudobufonia</i>	Pyrenulaceae	<i>Oroxylum indicum</i>	8	0,089
17	<i>Pyrenula mamillana</i>	Pyrenulaceae	<i>Calophyllum brasiliense Cambess.</i>	15	0,139
18	<i>Pertusaria amara</i>	Pertusariaceae	<i>Drypetes oblongifolia</i>	24	0,188
19	<i>Xanthoria parietina</i>	Teloschistaceae	<i>Mangifera indica</i>	22	0,178
20	<i>Pyrenula concatervans</i>	Pyrenulaceae	<i>Calophyllum brasiliense Cambess.</i>	17	0,151
21	<i>Candelariella vitellina</i>	Candelariaceae	<i>Calophyllum brasiliense Cambess.</i>	30	0,216
22	<i>Porpidia krustasea</i>	Lecideaceae	<i>Pterospermum javanicum</i>	13	0,126
<b>Jumlah</b>				<b>335</b>	<b>2,949</b>

Hasil analisis menunjukkan bahwa indeks Shannon-Wiener untuk Lichen di kawasan ini adalah 2,949. Nilai indeks Shannon-Wiener yang diperoleh menunjukkan bahwa keanekaragaman Lichen di Kawasan Cagar Alam memiliki kategori sedang. Indeks Shannon-Wiener yang lebih tinggi dari 2 menunjukkan bahwa komunitas Lichen di kawasan ini memiliki keanekaragaman yang baik dan stabil. Hal ini sesuai dengan Anwari et al. (2021), bahwa jika  $1 < H' < 3$ , maka dapat dikatakan keanekaragaman terbilang sedang. Tetapi, jika  $H' < 1$ , maka tingkat keanekaragamannya terbilang rendah.

Spesies Lichen di kawasan dalam Cagar Alam Pangandaran banyak dijumpai pada pohon mahoni (*Swietenia macrophylla*), pohon mangga (*Mangifera indica*), pohon jati (*Tectona grandis*), pohon bayur (*Pterospermum javanicum*), dan pohon kipancar (*Oroxylum indicum*). Jumlah spesies Lichen di pohon bayur lebih banyak dibandingkan pohon lainnya dengan jumlah individu sebanyak 101. Perbedaan jumlah spesies Lichen ini disebabkan karena pengaruh intensitas cahaya yang dapat diserap oleh pohon tersebut. Di kawasan dalam Cagar Alam, intensitas cahaya berkisar sebesar 110 lux. Hal ini sesuai dengan pernyataan menurut Muvidha (2020) bahwa faktor utama yang menyebabkan keanekaragaman Lichen pada beberapa wilayah yaitu cahaya. Kemudian, Murningsih dan Mufazaa (2016) menjelaskan bahwa kondisi tempat tumbuh yang berbeda menyebabkan beragam jenis Lichen. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi kulit batang pohon yang akan membentuk talus pada Lichen.

*Lepraria incana* dan *Cryptothecia striata* merupakan jenis spesies Lichen yang memiliki jumlah individu paling banyak di kawasan dalam Cagar Alam Pangandaran. Lichen jenis Lepraria incana banyak ditemukan pada jaringan tumbuhan. Pada kawasan dalam Cagar Alam Lichen ini banyak dijumpai pada tumbuhan mangga. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Kamaluddin et al. (2023) yang menyatakan bahwa suku yang paling banyak ditemukan di pohon mangga diantaranya ada Stereocaulaceae dengan jenis spesies *Lepraria incana*. Menurut Roziaty et al. (2021), pohon mangga memiliki permukaan substrat yang kasar dan lembab, sehingga didominasi oleh Lichen sebagai inangnya. Nururrahmani et al. (2023) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pohon yang memiliki permukaan batang yang lembab dapat mempengaruhi kestabilan pertumbuhan Lichen.

Jenis Lichen epifit yang banyak dijumpai di kawasan dalam Cagar Alam Pangandaran selanjutnya adalah *Cryptothecia striata*. Spesies ini banyak menempel di

pohon yang tumbuh di dalam kawasan CA terutama di pohon bayur (*Pterospermum javanicum*) dengan tekstur kulit pohon yang kasar. *Cryptothecia striata* memiliki distribusi yang luas dan banyak ditemukan di berbagai substrat kulit pohon dengan tekstur halus hingga kasar. Hal ini sejalan dengan Fithri et al (2018) bahwa spesies *Cryptothecia striata* merupakan jenis Lichen yang paling banyak ditemukan dan paling mendominasi di lokasi penelitian karena spesies ini memiliki distribusi yang luas di daerah tropis dan mampu hidup pada berbagai substrat pada kulit pohon serta memiliki toleransi yang tinggi terhadap kualitas udara lingkungan.

*Caloplaca obamae* merupakan spesies yang paling jarang dijumpai di kawasan dalam Cagar Alam Pangandaran, yaitu hanya 3 individu. Spesies ini tumbuh di pohon Mahoni. Spesies ini memiliki talus yang berbentuk seperti kerak (*crustose*) dengan warna yang khas, yaitu kekuningan dan orange kemerahan. Selain itu, spesies ini juga memiliki struktur reproduktif yang disebut apothecia berwarna orange (Nazira et al., 2020).

## 2. Keanekaragaman jenis Lichen di Kawasan Luar Cagar Alam Pangandaran

Berdasarkan hasil yang tertera dalam Tabel 2, dapat dilihat bahwa kawasan luar Cagar Alam Pangandaran memiliki jumlah spesies Lichen lebih sedikit dibandingkan dengan kawasan dalam CA Pangandaran, yaitu sebanyak 64 individu yang terdiri atas 2 spesies *Dirinaria picta* dan *Dirinaria applanata*. Keduanya merupakan spesies yang berasal dari suku Physciaceae.

Tabel 2. Keanekaragaman Lichen di kawasan luar Cagar Alam Pangandaran

No.	Spesies Lichen	Suku	Pohon Inang	Jumlah (ni)	H'
1	<i>Dirinaria picta</i>	Physciaceae	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L	38	0,309
2	<i>Dirinaria applanata</i>	Physciaceae	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L	26	0,365
<b>Jumlah</b>				<b>64</b>	<b>0,675</b>

Berdasarkan Tabel 2, nilai dari indeks keanekaragaman Shannon-Wiener pada wilayah CA yaitu 0,675. Indeks Shannon-Wiener untuk Lichen di kawasan luar Cagar Alam adalah 0,675, yang menunjukkan bahwa keanekaragaman Lichen di kawasan ini relatif rendah. Nilai indeks yang rendah ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu adanya dominasi oleh beberapa spesies Lichen tertentu juga dapat menyebabkan nilai indeks keanekaragaman menjadi rendah. Menurut Ardiansyah et al. (2024), keanekaragaman suatu komunitas ditentukan oleh jumlah individu pada setiap spesiesnya. Semakin banyak spesies dengan jumlah individu yang relatif seimbang, maka keanekaragaman komunitas tersebut akan semakin tinggi. Artinya, komunitas dengan jumlah spesies yang banyak dan distribusi individu yang merata akan memiliki nilai keanekaragaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan komunitas yang didominasi oleh beberapa spesies saja.

Kawasan luar cagar alam, banyak didominasi oleh tumbuhan waru (*Hibiscus tiliaceus* L). Lichen dari suku Physciaceae tersebut cenderung lebih banyak tumbuh di pohon berkayu dengan karakteristik kulit yang keras, seperti pohon waru. Hal ini sesuai dengan teori Roziaty et al. (2021), bahwa Lichen jenis ini tumbuh dengan baik pada permukaan batang pohon yang kasar karena tekstur tersebut mampu menangkap spora atau bagian vegetatif lainnya, serta mempertahankan kelembaban dalam jangka waktu yang relatif lama.

Berdasarkan hasil pengamatan Nasriyati et al. (2018), morfologi talus *Dirinaria picta* dapat mengalami perubahan seiring dengan perbedaan tingkat kepadatan lalu lintas. Selain berfungsi sebagai bioindikator kualitas udara, jenis Lichen ini juga berkontribusi

dalam siklus nutrisi dengan menguraikan materi organik dan menyediakan unsur hara bagi tumbuhan lain. Persebaran dan habitat *Dirinaria* dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk jenis pohon inang serta karakteristik permukaan kulit batang yang menjadi substrat pertumbuhannya.

Hasil pengamatan di wilayah luar Cagar Alam menunjukkan adanya aktivitas manusia yang tinggi di sekitar kawasan dengan menggunakan kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor menghasilkan polutan udara seperti nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ), sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ), dan partikulat logam berat yang dapat menurunkan kualitas lingkungan dan mengganggu keseimbangan ekosistem mikro tempat Lichen hidup. Lichen dikenal sangat sensitif terhadap perubahan kualitas udara, sehingga area dengan tekanan aktivitas manusia tinggi menjadi habitat yang kurang mendukung bagi pertumbuhannya. Penelitian oleh Roziaty et al. (2021) menguatkan temuan ini, di mana wilayah dengan kepadatan kendaraan dan pemukiman menunjukkan penurunan drastis dalam jumlah dan cakupan Lichen.

### 3. Kondisi lingkungan di Kawasan Cagar Alam Pangandaran

Berdasarkan hasil pengukuran yang sudah dilakukan, faktor abiotik di kawasan CA Pangandaran tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Faktor abiotik kawasan Cagar Alam Pangandaran

No.	Stasiun	Parameter Abiotik		
		Suhu udara (°C)	Kelembaban udara (%)	Intensitas cahaya (Lux)
1	Kawasan dalam CA	29,1	84,1	110
2	Kawasan luar CA	33,2	67,7	401

Faktor abiotik seperti suhu udara, kelembaban udara, dan intensitas cahaya di kawasan CA Pangandaran sangat mempengaruhi persebaran Lichen epifit. Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh, semakin rendah suhu udara pada suatu wilayah maka pertumbuhan keanekaragaman Lichen sangat banyak dibandingkan dengan kondisi suhu lingkungan yang cukup tinggi. Kelembaban udara dan intensitas cahaya sangat mempengaruhi pertumbuhan Lichen di CA Pangandaran. Semakin tinggi kelembaban udara dan cahaya pada suatu wilayah maka jumlah Lichen epifit yang ditemukan semakin banyak, hal ini dapat dilihat bahwa pada kawasan dalam dengan kelembaban 84,1% memiliki indeks keanekaragaman Lichen sebesar 2,949, lebih tinggi jika dibandingkan kawasan luar yang memiliki kelembaban 67,7%. Menurut Anwar et al. (2024) beberapa spesies Lichen menyukai kelembaban yang tinggi, karena hal tersebut merupakan kondisi ideal untuk pertumbuhan Lichen dan membuat Lichen mudah menyerap air, sehingga mempengaruhi proses fotosintesis dan metabolisme Lichen.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Roziaty & Aini (2023), bahwa Lichen memiliki suhu optimal untuk pertumbuhan di bawah  $40^{\circ}\text{C}$ , dengan rentang suhu ideal antara  $12^{\circ}\text{C}$  hingga  $24^{\circ}\text{C}$ . Selain itu, kelembaban yang optimal untuk pertumbuhan Lichen adalah sekitar 85%. Namun, jika kelembaban terlalu tinggi (di atas 85%), efektivitas pertumbuhan Lichen kurang optimal. Kondisi ini sangat sesuai dengan karakteristik habitat hutan, yang umumnya memiliki suhu dan kelembaban relatif stabil dan mendukung pertumbuhan Lichen. Dengan demikian, hutan menjadi lingkungan yang ideal bagi Lichen untuk tumbuh dan berkembang.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa tingkat keanekaragaman spesies Lichen di Cagar Alam Pananjung Pangandaran bervariasi antara dua lokasi pengamatan. Pada kawasan dalam cagar alam, ditemukan 22 spesies Lichen dengan nilai indeks keanekaragaman yang menunjukkan kategori keanekaragaman sedang. Sementara itu, kawasan luar hanya ditemukan dua spesies, yaitu *Dirinaria picta* dan *Dirinaria applanata*, dengan nilai indeks keanekaragaman yang menunjukkan keanekaragaman rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat keanekaragaman Lichen, semakin baik kualitas udara di suatu wilayah, karena Lichen sangat peka terhadap polusi dan hanya dapat tumbuh optimal pada lingkungan yang memiliki udara bersih. Dengan demikian, Lichen dapat digunakan sebagai bioindikator efektif dalam memantau kondisi lingkungan di kawasan konservasi yang juga berfungsi sebagai objek wisata.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pengelola Cagar Alam Pananjung Pangandaran atas izin dan dukungan selama pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, T. T., Fibria, K., & Rivanna C, R. (2023). Keanekaragaman jenis Lichenes sebagai bioindikator kualitas udara di Objek Wisata Wono Sreni Indah Kota Jepara. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 9(2), 39–45. <https://doi.org/10.26877/jitek.v9i2.Nov.16773>.
- Anwar, R., Rahmaninda, A., Welani, D., Pargita, M. A., & Azzahra, K. L. (2025). Identifikasi keanekaragaman Lichen di Hutan Evergreen Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Biologi* 8, 4 (2), 1073–1086. <https://doi.org/10.24036/prosemnasbio/vol4/1091>.
- Anwari, W., Sutjihati, S., & Munarti, M. (2021). Keanekaragaman Lichen di Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 7(2), 89-100. <https://doi.org/10.20886/jped.2021.7.2.89-100>.
- Ardiansyah, I., Rahardjanto, A., & Waluyo, L. (2024). Keanekaragaman Lichenes sebagai indikator kualitas udara di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Pujon Kabupaten Malang. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 671-688. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i1.10894>.
- Fithri, N., Sari, R. N., & Putri, R. E. (2018). Keanekaragaman Lumut Kerak (Lichenes) di Gunung Marapi. *Jurnal Biologi UNAND*, 7(2), 541–550.
- Fithri, S., Zuraidah, & Eriawati. (2018). Identifikasi Lichenes di Brayeun Kecamatan Leupung Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 6(1), 151-156. <https://doi.org/10.22373/pbio.v6i1.4248>.
- Kamaluddin., Asep, Ikhsan Gumelar., & Hernur, Yoga Priyambodo. (2023). Inventory of Epiphytic Lichenes of Mango (*Mangifera indica* L) in Sallu Village, District West Miomaffo. *Agroprimatech*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.34012/agroprimatech.v6i2.4220>.
- Murningsih., & Mufazaa, H. (2016). Jenis-jenis Lichen di Kampus Undip Semarang. *Proceeding Biology education Conference*, 18(1), 20-29. <https://doi.org/10.14710/bioma.18.2.20-29>.
- Muvidha, A. (2020). *Lichen di Jawa Timur. Tulung Agung*: Akademia Pustaka.
- Nasriyati, T., Murningsih, M., Utami, S. (2018). Morfologi talus Lichen *Dirinaria picta* (Sw.) Schaer. ex Clem pada tingkat kepadatan lalu lintas yang berbeda di Kota Semarang. *Jurnal Akademika Biologi*, 7(4), 20-27.
- Nazira, A. M., Nurmaliah, C., Hasanudin., Wardiah., & Djufri. (2020). Inventarisasi jenis lumut kerak epifit (Lichenes) di Kawasan Leu Ue (Mata Ie) Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*, 5(4), 68-76.
- Nurjaman, D., Kusmoro, J., Santoso, P. (2017). Perbandingan struktur dan komposisi vegetasi Kawasan Rajamantri dan Batumeja Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat. *Jurnal Biodjati*, 2(2), 167-179. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v2i2.1304>.
- Nururrahmani, A., Nisa, K. K., Apriliani, N. I., Alfaris, R. I., Sakinah, R., Saefudin., & Suwandi, T. (2023). Inventarisasi Lichen di Kawasan Kampus Bumi Siliwangi, Universitas Pendidikan Indonesia.

- MAHACITA: Jurnal Pecinta Alam dan Lingkungan*, 2(1), 31–36.
- Nuryani, E. (2023). Keanekaragaman lumut kerak (Lichenes) di Resort 6 Taman Nasional Batang Gadis (TNBG) Sumatera Utara. *Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 6(1), 138–150. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v6i1.5776>.
- Rahardjanto, A., & Husamah. (2019). *Bioindikator (Teori dan Aplikasi dalam Biomonitoring)*. Malang: UMM Press.
- Retnowati, A., et. al. (2019). Keanekaragaman jenis Lichen di Tahura Gunung Tunak Lombok Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Ilmu Hayati*, 23(2): 215 – 225. 10.55981/beritabiologi.2024.3840.
- Roziaty, E., & Aini, L. (2023). Keragaman Lumut Kerak sebagai Bioindikator Kualitas Hutan Di Kawasan Cemoro Sewu Magetan Jawa Timur. *Bioscientiae*, 20(2), 95-101. <https://doi.org/10.20527/b.v20i2.11523>.
- Roziaty, E., Santhyami, Kusumadhani, A. I., & Asy'ari, M. I. B. (2021). Keanekaragaman Lichen sebagai bioindikator kualitas udara di Kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah. *Bioeksperimen*, 7(2): 66-73. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v7i2.16523>.
- Sanjaya, F. A., Rahmat, S., & Gunardi, D, W. (2021). Keanekaragaman jenis pohon sebagai salah satu indikator kesehatan hutan konservasi. *Indonesian Journal of Conservation*, 10(2), 53–57. <https://doi.org/10.15294/ijc.v10i2.28895>.
- Sudirman., Kondolayuk, M.L., Cahaya, I.M.E., Astuti, N.L.S., Setiawan, J., Tandirerung, W.Y., Rahmi, S., Nusantari, D.O., Indrawati, F., Fitriya, N.L., Aziza, N., Kurniawati, N., Wardhana, A., & Hasanah, T. 2023. *Metodologi Penelitian 1*. Bandung: CV Media Sains Indonesia.
- Suharno, S., Tanjung, R. H. R., & Sufaati, S. (2021). Potensi Lichen sebagai sumber bahan obat. *Jurnal Biologi Udayana*, 15(1), 45–52.
- Susanto, D., Faida, L. R. W., & Sunarto. (2019). Pemodelan efektivitas hutan pantai di Cagar Alam Pananjung Pangandaran sebagai buffer tsunami. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 13(1), 4–14. <https://doi.org/10.22146/jik.46139>.
- Widodo, D., et al. (2023). Identifikasi lumut kerak (Lichen) di Sekitaran FMIPA Universitas Negeri Medan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik*, 8(2), 138–150.