

Keanekaragaman *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Taman Hutan Raya Kabupaten Karo

Damayani Panggabean^{1*}

¹Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Ilmu Keguruan, Universitas Tjut Nyak Dhien, Jl. Gatot Subroto / Gg. Rasmi No. 28, Sei Sikambing C. II, Kec. Medan Helvetia, Kota Medan.

E-mail: damayanipanggabeann95@gmail.com

*Corresponding Author



<https://doi.org/10.31004/jerkin.v5i1.7243>

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 04 Jul 2026

Revised: 10 Jul 2026

Accepted: 16 Jul 2026

Kata Kunci:

Bioindikator,
Keanekaragaman,
Lichen, Pencemaran
Udara.

Keywords:

Bioindicators,
Diversity, Lichens, Air
Pollution.

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman spesies Lichens pada Taman Hutan Raya Kabupaten Karo. Metode penelitian menggunakan perhitungan indeks keanekaragaman (H'), kepadatan lalu lintas, kelembaban udara dan morfologi Lichens. Hasil penelitian yang diperoleh adalah indeks keanekaragaman Lichen sedang, kepadatan lalu lintas 39,2 yakni tidak stabil, kelembaban udara 92% dengan kategori sangat lembab dan morfologi Lichens dengan thallus tidak menghitam. Taman Hutan Raya Kabupaten Karo memiliki keanekaragaman Lichens sedang yang membuktikan bahwa tingkat pencemaran udara di daerah ini rendah. Lichens merupakan Bioindikator pencemaran udara karena tidak tahan oleh zat pencemar udara. Semakin tinggi keanekaragaman Lichens maka semakin baik kualitas udara suatu daerah begitu juga, semakin sedikit keanekaragaman Lichens maka semakin buruk kualitas udara suatu daerah. Morfologi Lichens memiliki thallus yang tidak menghitam yang menegaskan bahwa kualitas udara di Taman Hutan Raya Kabupaten Karo masih tergolong baik.

This study aims to determine the species diversity of lichens in the Karo Regency Forest Park (Taman Hutan Raya Kabupaten Karo). The research method utilizes the calculation of the diversity index (H'), traffic density, air humidity, and lichen morphology. The results obtained indicate a moderate lichen diversity index, a traffic density of 39.2 (categorized as unstable), an air humidity of 92% (categorized as highly humid), and lichen morphology with non-blackened thalli. The Karo Regency Forest Park has a moderate diversity of lichens, proving that the level of air pollution in this area is low. Lichens serve as bioindicators of air pollution because they are intolerant to air pollutants. The higher the lichen diversity, the better the air quality of an area; conversely, the lower the lichen diversity, the poorer the air quality. The morphology of the lichens features non-blackened thalli, which confirms that the air quality in the Karo Regency Forest Park is still classified as good.



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

How to Cite: Damayani Panggabean, et al. (2026), Keanekaragaman *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Taman Hutan Raya Kabupaten Karo, 5(1). <https://doi.org/10.31004/jerkin.v5i1.7243>

PENDAHULUAN

Lichens merupakan tumbuhan tingkat rendah yang termasuk dalam *Divisio Thallophyta* yang merupakan tumbuhan komposit dan perpaduan fisiologik dari dua makhluk yakni antara fungi dan alga. Dua organisme tersebut hidup berasosiasi satu sama lain, sehingga muncul sebagai satu organisme. Penyusun komponen fungi disebut *Mycobiont*, sedangkan penyusun komponen alga disebut *Phycobiont* (Panggabean., et al, 2022).

Lichens membutuhkan air dan sinar matahari untuk tumbuh. Beberapa spesies dapat menyerap air hingga 20 kali berat tubuhnya. *Lichens* merupakan gabungan antara fungi dan alga sehingga secara morfologi dan fisiologi merupakan satu kesatuan. *Lichens* hidup secara epifit pada pohon-pohonan, di atas tanah terutama di daerah sekitar kutub utara, di atas batu cadas, di tepi pantai atau gunung-gunung yang tinggi. Tumbuhan ini tergolong tumbuhan perintis yang ikut berperan dalam pembentukan tanah. Tumbuhan ini bersifat endolitik

karena dapat masuk pada bagian pinggir batu. Dalam hidupnya *Lichens* tidak memerlukan syarat hidup yang tinggi dan tahan terhadap kekurangan air dalam jangka waktu yang lama (Hasairin., et al, 2023).

Lichens merupakan gabungan dua tanaman yang hidup bersama (bersimbiosis), yaitu antara fungi (jamur) dan yang berwarna hijau disebut ganggang (alga) sehingga secara morfologi dan fisiologi merupakan satu kesatuan. Ganggang membuat makanan untuk jamur. Sebab, warna hijau yang dimilikinya memungkinkan ganggang melakukan proses fotosintesis, memasak makanan. Sementara itu, tugas jamur adalah memberi perlindungan terhadap kekeringan (Sonia, 2024).

Di suatu ekosistem, *Lichens* berperan sebagai dekomposer yang mampu mempertahankan persediaan nutrient organik yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Tanpa dekomposer, elemen-elemen penting bagi tumbuhan seperti karbon, nitrogen, dan unsur lainnya akan terakumulasi di dalam bangkai dan sampah organik sehingga nutrient organik tidak tersedia bagi tumbuhan. Kemampuan tumbuhan di atas *substrat* yang cukup beragam yaitu di permukaan batang pohon, permukaan bebatuan dan tanah menjadikan *Lichens* sebagai salah satu dekomposer, jenis tumbuhan ini juga berperan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan (Anggraini., et al, 2021).

Tahura Bukit Barisan secara geografis terletak pada 0°01'16"-019°37" Lintang Utara dan 98°12'16"-9841'00" Bujur Timur. Sedangkan secara administratif termasuk Desa Tongkoh Kecamatan Dolat Rayat, Kabupaten Tanah Karo, Provinsi Sumatera Utara. Keadaan topografi lapangan Tahura Bukit Barisan sebagian datar, curam, berbukit-bukit dan hanya sebagian kecil bergelombang. Sebagian besar tanah Tahura Bukit Barisan terdiri dari tanah Litosol, Podsolik, Regosol dan Andosol. Di beberapa tempat terdapat pegunungan dan puncak tertinggi yaitu Gunung Sibayak dengan ketinggian 1.430 sampai 2.200 mdpl dengan curah hujan berkisar antara 1500- 4000 mm/ tahun dengan suhu udara tertinggi mencapai 320C dan terendah 160C. Kawasan Tahura Bukit Barisan berjarak kurang lebih 76 Km dari Ibu Kota Provinsi Sumatera Utara (Medan) atau sekitar dua jam perjalanan (Waruwu., et al, 2022).

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengamati kualitas udara di Taman Huta Raya Kabupaten Karo dengan Bioindikator Lichen. Lichens digunakan pada penelitian ini dikarenakan Lichens tidak memiliki kutikula pada thallusnya yang menyebabkan Lichens tidak tahan terhadap zat tercemar udara.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2026, di Taman Hutan Raya Sibolangit. Proses pengambilan data menggunakan *purposive sampling Lichens*, mengamati kondisi morfologi *Lichens*, menghitung luas permukaan *Lichens* dan indikator kualitas daerah tahura Sibolangit. Metode *purposive sampling* ini menggunakan teknik pengambilan data berdasarkan menetapkan lokasi plot secara sengaja sesuai dengan yang ditentukan. Plot yang digunakan berjumlah 60 plot dengan spesies pohon yang berbeda-beda. Untuk morfologi *Lichens* dibatasi sampai ke kondisi thallus *Lichens* dan untuk jumlah sampel *Lichens* yang di ambil hanya 2 meter dari permukaan tanah.

Adapun analisis data yang digunakan yakni:

Indeks keanekaragaman (H')

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman

P_i : $\frac{N_i}{N}$ (perbandingan antara jumlah individu spesies ke-i dengan jumlah total individu)

N_i : Jumlah individu per spesies

N : Jumlah total individu

Dengan kriteria:

Tabel 1. Kriteria keanekaragaman

$H' < 1$	Keanekaragaman rendah
$1 < H' < 3$	Keanekaragaman sedang
$H' > 3$	Keanekaragaman tinggi.

Apabila keanekaragaman *Lichens* suatu daerah rendah maka dapat dipastikan wilayah tersebut tercemar

Kondisi morfologi *Lichens*

Kondisi morfologi *Lichens* diamati dari kondisi thallus *Lichens*. Dengan keterangan, apabila thallus *Lichens* tidak segar dan menghitam maka dapat dipastikan bahwa daerah tersebut tercemar

Luas permukaan *Lichens*

Diperoleh dari panjang kali lebarnya permukaan *Lichens*. Dengan kriteria, apabila luas *Lichens* kecil maka dapat dipastikan daerah tersebut tercemar

Indikator kualitas daerah Tahura Sibolangit

Indikator kualitas daerah yakni dengan mengukur intensitas cahaya, kelembaban daerah, banyaknya kendaraan dan tingkat polusi di daerah tersebut.

➤ **Kelembaban udara:**

$$\frac{\text{Kelembaban Absolut}}{\text{Kapasitas Maksimum Udara}} \times 100\%$$

Tabel 2. Kriteria kelembaban udara

Hasil	Kriteria
<40%	Terlalu kering
40% - 60%	Normal
60% - 70%	Cukup lembab
>70%	Sangat lembab

➤ **Kepadatan lalu lintas:**

$$Q = \frac{N}{T}$$

Tabel 3. Kriteria kepadatan lalu lintas

Hasil	Kriteria
<10	Arus bebas
10-20	Arus stabil
20-30	Arus stabil mendekati batas
30-40	Arus mendekati tidak stabil
40-50	Arus tidak stabil
>50	Macet total

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh bahwa wilayah Sibolangit khususnya pada Taman Hutan Raya mulai terdampak polusi udara, jika ditelaah dari penelitian sebelumnya. Yakni hasil kepadatan lalu lintas 39, dengan jumlah kendaraan 2200 (mobil, bus, sepeda motor dan mini bus) serta jarak yang diambil dari Medan sampai Taman Hutan Raya Sibolangit yakni 56 km. Hasil diperoleh dari rumus: $Q = \frac{N}{T} \Rightarrow Q = \frac{2200}{56} \Rightarrow 39,2$. Hasil yang diperoleh mendapatkan kriteria arus mendekati tidak stabil, dengan ciri-ciri volume kendaraan pada Taman Hutan Raya Kabupaten Karo, kecepatan mulai menurun dan kenyamanan pengemudi berkurang secara nyata. Hasil ini diperoleh dari jam 08.00 WIB sampai 18.00 WIB (10 jam).

Untuk hasil kelembaban udara yakni 92%. Hal ini diperoleh dari hasil pencarian kelembaban absolut terlebih dahulu dengan rumus: $AH = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{8000}{87} = 91,95$. Maka diperoleh hasil, $\frac{\text{Kelembaban Absolut}}{\text{Kapasitas Maksimum Udara}} \times 100\% \Rightarrow \frac{92}{100} \times 100\% = 92\%$. Hal ini di dukung dari wilayah dekat dengan pegunungan dengan rata-rata suhu 18°C - 24°C. Walaupun kepadatan kendaraan mendekati tidak stabil dikarenakan kelembaban daerah Taman Hutan Raya Sibolangit dekat dengan gunung kelembaban tidak seperti diperkotaan. Kriteria yang didapat sangat lembab. Jika di hubungkan dengan Lichen, pertumbuhan Lichen seharusnya maksimal di daerah ini.

Total keanekaragaman Lichen yang diperoleh indeks keanekaragaman (H') yakni 2,85 dengan kriteria Sedang. Hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan salah satu contohnya adalah pencemaran udara, dengan faktor kepadatan lalu lintas. Banyaknya tempat wisata di daerah tanah karo menyebabkan lalu lintas meningkat drastis. Hal tersebut menyebabkan keanekaragaman Lichen berkurang, jika ditinjau dari penelitian sebelumnya. Kelembaban udara yang diperoleh adalah 90% tidak dapat menutupi pencemaran udara di wilayah ini. Kelembaban ini hanya mempengaruhi intensitas cahaya matahari yang masuk dan intensitas UV yang masuk. Keanekaragaman spesies Lichens dapat dilihat pada tabel 4.1:

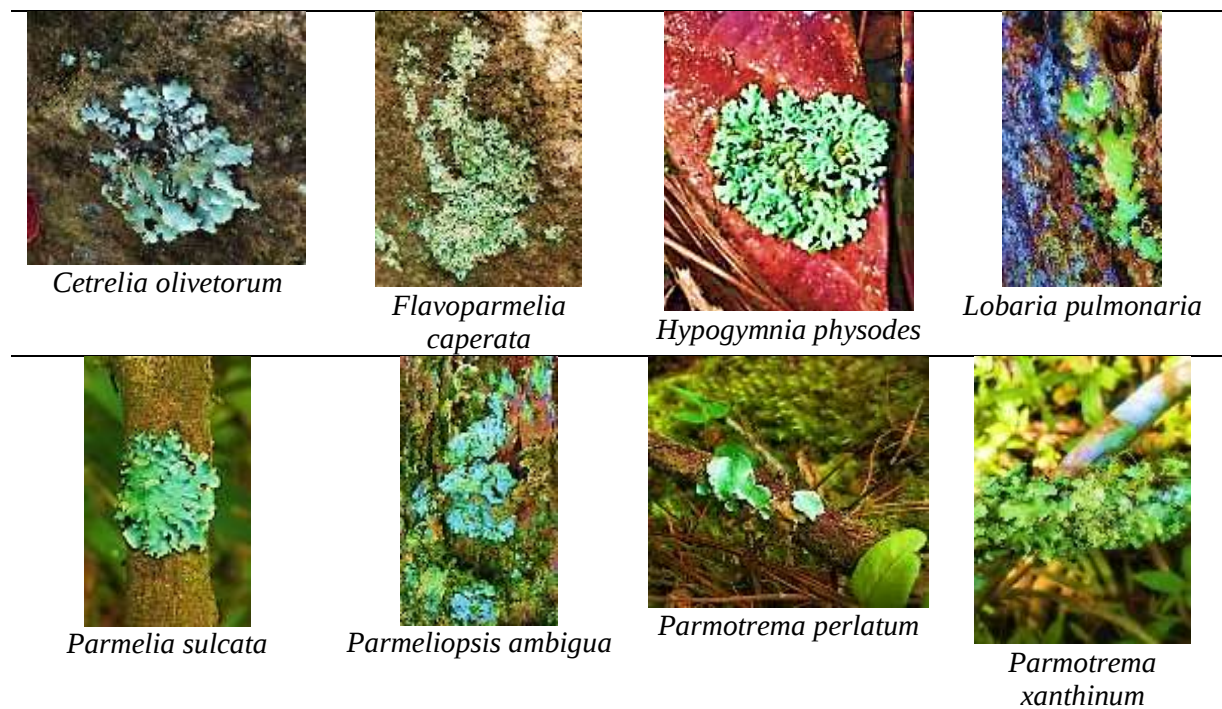
Tabel 4. Keanekaragaman Lichens di Tahura Kabupaten Karo

No.	Jenis	Spesies	Jumlah (Ni)	Total (N)	Pi	LN Pi	Pi LN Pi	H'	Indeks
1	Foliose	<i>Cetrelia olivetorum</i>	185	3450	0.0536	-2.9257	-0.1568	2.855	SEDA NG
2	Squamulose	<i>Chrysothrix candelaris</i>	35		0.0101	-4.5907	-0.0465		
3	Corticolous	<i>Dirinaria picta</i>	270		0.0782	-2.5477	-0.1993		
4	Fructicose	<i>Evernia prunastri</i>	80		0.0231	-3.7641	-0.0872		
5	Foliose	<i>Flavoparmelia caperata</i>	260		0.0753	-2.5854	-0.1948		
6	Crustose	<i>Graphis scripta</i>	380		0.1101	-2.2059	-0.2429		
7	Foliose	<i>Hypogymnia physodes</i>	178		0.0515	-2.9643	-0.1529		
8	Corticolous	<i>Lecanora confusa</i>	146		0.0423	-3.1625	-0.1338		
9	Foliose	<i>Lobaria pulmonaria</i>	125		0.0362	-3.3178	-0.1202		
10	Foliose	<i>Parmelia sulcata</i>	155		0.0449	-3.1027	-0.1393		
11	Foliose	<i>Parmeliopsis ambigua</i>	157		0.0455	-3.0898	-0.1406		
12	Foliose	<i>Parmotrema perlatum</i>	182		0.0527	-2.9421	-0.1552		
13	Foliose	<i>Parmotrema xanthinum</i>	130		0.0376	-3.2785	-0.1235		
14	Crustose	<i>Phlyctis argena</i>	132		0.0382	-3.2633	-0.1248		
15	Crustose	<i>Physcia stellaris</i>	133		0.0385	-3.2557	-0.1255		
16	Fructicose	<i>Ramalina farinacea</i>	75		0.0217	-3.8286	-0.0832		
17	Fructicose	<i>Usnea barbata</i>	25		0.0072	-4.9272	-0.0357		
18	Fructicose	<i>Usnea filipendula</i>	24		0.0069	-4.9680	-0.0345		
19	Squamulose	<i>Xanthoria parietina</i>	15		0.0043	-5.4380	-0.0236		
20	Crustose	<i>Graphis anguina</i>	360		0.1043	-2.2600	-0.2358		
21	Terricolous	<i>Lecanora perplexa</i>	15		0.0043	-5.4380	-0.0236		
22	Corticolous	<i>Phlyctis agelaea</i>	28		0.0081	-4.8139	-0.0390		
23	Terricolous	<i>Physcia stellaris</i>	360		0.1043	-2.2600	-0.2358		

Berdasarkan data yang di dapat jenis Lichen tipe Foliose lebih banyak ditemukan pada daerah ini, jenis Lichen ini hanya dapat hidup di udara dengan kelembaban tinggi. Lichens jenis ini terdapat 1 meter dari permukaan tanah. Jenis Lichens ini dapat hidup di daerah dengan kepadatan lalu lintas sedang. Pada penelitian yang dilakukan terdapat beberapa jenis Lichens Foliose, yakni:

1. *Cetrelia olivetorum* yang merupakan jenis Lichens sensitif. Spesies Lichens ini biasanya digunakan sebagai indikator utama untuk pencemaran udara. Jika pada suatu daerah jenis spesies Lichens ini tidak ditemukan maka dapat dipastikan kualitas udara di daerah tersebut buruk atau sangat buruk.
2. *Flavoparmelia caperata* merupakan jenis Lichens intermediat. Spesies Lichens ini masih dapat mentoleransi polusi udara tetapi memiliki batas. Spesies Lichens ini mampu bertahan di kualitas udara yang cenderung buruk.
3. *Hypogymnia physodes* merupakan jenis Lichens toleran. Spesies Lichens ini mampu mentoleransi polusi udara berupa logam. Spesies Lichens ini mampu bertahan di daerah dengan kualitas udara sangat buruk
4. *Lobaria pulmonaria* merupakan jenis Lichens sensitif. Spesies Lichens ini tidak dapat mentoleransi polusi udara, dan paling utama SO₂ yang menyebabkan hujan asam.
5. *Parmelia sulcata* merupakan jenis Lichens sensitif. Spesies Lichens ini tidak dapat mentoleransi polusi udara, dan paling utama SO₂ yang menyebabkan hujan asam.
6. *Parmeliopsis ambigua* merupakan jenis Lichens intermediat. Spesies Lichens ini masih dapat mentoleransi polusi udara tetapi memiliki batas. Jika pada suatu daerah Lichens ini tidak ditemukan dapat di simpulkan bahwa di daerah tersebut banyak ditemukan pabrik-pabrik dengan polusi udara asap yang mengandung SO₂
7. *Parmotrema perlatum* merupakan jenis Lichens intermediat. Spesies Lichens ini masih dapat mentoleransi polusi udara tetapi memiliki batas. Spesies ini tidak toleran terhadap Pb (timbal)
8. *Parmotrema xanthinum* merupakan jenis Lichens toleran. Spesies Lichens ini mampu mentoleransi polusi udara berupa logam. Spesies Lichens ini mampu bertahan di daerah dengan kualitas udara sangat buruk. Spesies Lichens ini sering dijadikan bahan penelitian untuk mengamati seberapa buruk kualitas udara di suatu daerah.

Untuk morfologi spesies Lichens Foliose dapat dilihat pada tabel 4.2:



Gambar 1. *Spesies Lichens Foliose*
Sumber gambar: Hasil penelitian penulis

Jenis *Lichens Foliose* ini memiliki struktur seperti daun yang tersusun oleh lobus-lobus. *Lichens Foliose* relatif lebih longgar melekat pada substratnya. Ciri-ciri thallusnya datar, lebar, banyak lekukan seperti daun yang mengerut dan berputar. Habitat dari *Lichens* ini melekat pada batu, ranting, dan rhizines. Rhizines ini juga berfungsi sebagai alat untuk mengabsorpsi makanan (Panggabean, 2020).

Untuk jenis *Lichens* terbanyak kedua diperoleh jenis *Fruticose* dan *Crustose*. *Lichens Fruticose* memiliki thallus berupa semak dan memiliki banyak cabang dengan bentuk seperti pita. Thallus tumbuh tegak atau menggantung pada batu, daun-daunan atau cabang pohon. Tidak terdapat perbedaan antara permukaan atas dan bawah. *Lichens Crustose* merupakan salah satu jenis *Lichens* yang memiliki thallus yang umumnya berukuran kecil, datar, tipis dan selalu melekat di permukaan batu, kulit pohon atau di tanah. Sehingga jenis *Lichenes* ini tidak mudah untuk dicabut tanpa merusak substratnya (Rohim., et al, 2024).

Untuk spesies *Lichens* jenis *Crustose* pada penelitian ini ditemukan 4 spesies, yakni: *Graphis scripta*, *Phlyctis argena*, *Physcia stellaris*, dan *Graphis anguina* merupakan spesies *Lichens* toleran yakni, *Lichens* yang dapat mengakumulasi polutan dalam jumlah tertentu sampai batas konsentrasi yang masih dapat di tolerir. Jenis *Lichens* ini dapat hidup walaupun udara tercemar tinggi. Apabila keempat jenis *Lichens* ini tidak terdapat di daerah maka dapat dipastikan daerah tersebut tercemar sangat tinggi.

Untuk spesies *Lichens* jenis *Fruticose* pada penelitian ini ditemukan 4 spesies, yakni:

1. *Evernia prunastri*, *Usnea barbata* dan *Usnea filipendula* merupakan jenis *Lichens* sensitif yakni, *Lichens* sebagai Bioindikator pencemaran udara yang jaraknya jauh dari sumber pencemaran
2. *Ramalina farinacea* merupakan jenis *Lichens* intermediat yakni, *Lichens* sebagai Bioindikator peka terhadap pencemaran udara. Jenis-jenis *Lichens* intermediat kebanyakan ditemukan pada daerah dengan kondisi curah hujan lebih tinggi, kepadatan lalu lintas cukup tinggi dan tingkat pencemaran rendah

Untuk morfologi spesies *Lichens Crustose* dan *Fruticose* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.





Evernia prunastri



Usnea barbata



Usnea filipendula



Ramalina farinacea

Gambar 2. Spesies Lichens Crustose dan Fruticose

Sumber gambar: Hasil penelitian penulis

Untuk jenis Lichens terbanyak ketiga yakni, jenis Lichens Corticolous. Corticolous adalah jenis *Lichens* yang hidup pada kulit pohon. Jenis ini sangat terbatas pada daerah tropis dan subtropis, yang sebagian besar kondisi lingkungannya lembab. *Lichens* ini ditemukan hidup sebagai epifit pada substrat kulit pohon. *Lichens* Corticolous merupakan komponen penting ekosistem hutan sebagai organisme autotroph penyumbang biomassa dalam ekosistem tersebut serta peka terhadap perubahan lingkungan akibat pencemaran udara dan perubahan iklim (Rasyidah, 2018).

Pada Lichens jenis Corticolous, ditemukan 3 spesies yakni: *Dirinaria picta*, *Lecanora confusa*, dan *Phlyctis agelaea*. Ketiga Lichens ini merupakan Lichens toleran yang sangat mentoleransi polusi udara dengan tingkatan tertentu. Untuk morfologi spesies Lichens Crustose dan Fruticose dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Dirinaria picta



Lecanora confusa



Phlyctis agelaea

Gambar 3. Spesies Lichens Corticolous

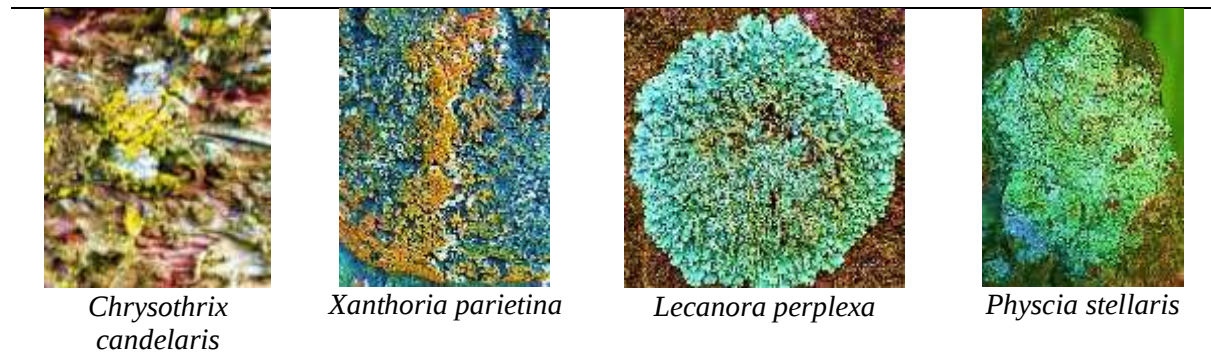
Sumber gambar: Hasil penelitian penulis

Untuk jenis Lichens paling sedikit ditemukan spesiesnya adalah Tericolous dan Squamulose. *Lichens* Tericolous merupakan jenis *Lichens* terrestrial, yang hidup pada permukaan tanah. Tanaman jenis ini biasanya membentuk kerak tanah biologis (juga dikenal sebagai microphytic, microbiotic atau cryptogamic crusts). Hal ini terjadi di daerah yang luas dari rangeland kering dan semi-kering di kedua belahan Utara dan Selatan, di daerah yang tidak banyak berpasir dan berbatu (Ardyansyah., et al, 2025).

Lichens jenis Squamulose ini memiliki lobus-lobus seperti sisik, lobus ini disebut squamulus yang biasanya berukuran kecil dan saling bertindih serta saling memiliki struktur tubuh buah yang disebut *podetia* (Ardyansyah., et al, 2025).

Untuk Lichens jenis Squamulose pada Taman Hutan Raya ini ditemukan 2 spesies: *Chrysothrix candelaris* dan *Xanthoria parietina*. Kedua spesies ini merupakan jenis Lichen toleran terhadap polusi udara atau pencemaran udara. Selain di daerah yang tidak terlalu tercemar, kedua spesies ini juga ditemukan diperkotaan yang tingkat pencemarannya tinggi.

Untuk Lichens jenis Terricolous pada Taman Hutan Raya ditemukan 2 spesies: *Lecanora perplexa* dan *Physcia stellaris*. Kedua spesies ini merupakan jenis Lichens sensitif, Lichens jenis ini tidak akan ditemukan pada wilayah yang polusi udaranya tinggi dan sangat tinggi. Untuk morfologi spesies Lichens Tericolous dan Squamulose dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. *Spesies Lichens Tericolous dan Squamulose*
Sumber gambar: Hasil penelitian penulis

Dari 23 spesies yang ditemukan pada Taman Hutan Raya Kabupaten Karo, tidak ditemukan thallus yang berwarna kehitaman. Thallus Lichens yang berwarna kehitaman dapat menjadi ciri-ciri Lichens sudah menyerap banyak polusi udara. Keadaan spesies Lichens yang ditemukan berkondisi segar semuanya. Hanya *Lecanora perplexa* yang memiliki thallus berwarna cokelat. Tetapi, tidak hitam. Karena kualitas udara di daerah ini masih bersih. Luas permukaan Lichens yang ditemukan juga besar-besar yang menunjukkan pencemaran udara pada daerah ini tidak tinggi.

Keanekaragaman Lichens yang ditemukan memiliki kriteria sedang dengan perhitungan 2,85. Hal ini dapat disebabkan karena meningkatnya kepadatan lalu lintas. Tetapi, dengan banyaknya pohon di daerah kabupaten Karo menyebabkan polusi udara dapat teratasi. Selain, faktor pohon yang banyak daerah ini juga memiliki kelembaban udara yang sangat tinggi yakni 92%. Kelembaban yang tinggi dapat mendukung pertumbuhan Lichens. Tidak hanya kelembaban udara dan banyaknya pepohonan di daerah ini, faktor tidak terlalu banyak pabrik menyebabkan Lichens dapat tumbuh sehat.

Menurut (Maryanto et al., 2014), di Indonesia kendaraan bermotor meningkat jumlahnya dari tahun ke tahun, gas buang yang di timbulkan dari kendaraan bermotor tersebut menimbulkan polusi udara sebesar 70 sampai 80 persen, sedangkan pencemaran udara akibat industri hanya 20-30 persen saja.

Lichens pada Taman Hutan Raya ini tidak hanya ditemukan pada pohon tetapi juga pada bebatuan yang menandakan daerah ini masih memiliki sedikit pencemaran udara. Lichens dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran udara dikarenakan tidak memiliki kutikula pada thallusnya dan Lichens tidak tahan terhadap paparan zat tercemar udara, salah satunya SO_2 yang dikeluarkan oleh pabrik.

Semakin tinggi keanekaragaman Lichens maka semakin baik kualitas udara suatu daerah begitu juga, semakin sedikit keanekaragaman Lichens maka semakin buruk kualitas udara suatu daerah. Hal ini juga dibuktikan oleh Widodo (2023), semakin banyak jenis dan jumlah lichen yang ditemukan di suatu daerah maka dapat disimpulkan bahwa daerah tersebut masih dalam keadaan sehat dan memiliki kualitas udara yang bagus dan tingkat polusi udara yang cenderung rendah.

Menurut (Yuliani et al., 2021), bioindikator memiliki sensitivitas atau toleransi terhadap suatu kondisi lingkungan sehingga kehadiran atau ketidakhadirannya mampu mencerminkan kondisi dan perubahan yang terjadi pada lingkungan tersebut. Pada konteks pencemaran udara oleh polusi, salah satu bioindikator yang dapat digunakan adalah lichen.

Logam berat dan polutan lainnya di udara harus ditangani secara teratur untuk mencegah kerusakan lebih lanjut dan dampak buruk lainnya. Salah satu tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pemantauan kualitas udara secara berkala untuk mengidentifikasi dan mengurangi polusi. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah biomonitoring menggunakan bioindikator (Pohan., et al, 2025).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian penulis dapat disimpulkan bahwa Taman Hutan Raya Kabupaten Karo memiliki keanekaragaman Lichens sedang yang membuktikan bahwa tingkat pencemaran udara di daerah ini rendah. Lichens merupakan Bioindikator pencemaran udara karena tidak tahan oleh zat pencemar udara. Semakin tinggi keanekaragaman Lichens maka semakin baik kualitas udara suatu daerah begitu juga, semakin sedikit keanekaragaman Lichens maka semakin buruk kualitas udara suatu

daerah. Morfologi Lichens memiliki thallus yang tidak menghitam yang menegaskan bahwa kualitas udara di Taman Hutan Raya Kabupaten Karo masih tergolong baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang membantu peneliti dalam menyelesaikan tulisan ini. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca agar senantiasa menjaga alam dan mengurangi tingkat pencemaran lingkungan.

REFERENSI

- Anggraini, F., et al. (2021). Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Di Gerbang Kota (Gateway) Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 4(1), 6-11. DOI: 10.33087/daurling.v4i1.61.
- Ardyansyah, M., et al., (2025). Diversity of Lichen as A Bioindicator of Air Quality at The University of Jember. *Jurnal Biology Science & Education*, 14(2), 144-151. DOI: 10.33477/bs.v14i2.8588.
- Hasairin, A., & Hartono, A. (2023). Phylogenetic relationship patterns of Lichenes on Styrax trees in Aek Nauli forest area, Parapat, Simalungun Regency. *In Proceedings of the National Seminar VII on Biology and Its Learning*.
- Maryanto, D., et al. (2014). Penurunan kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) dengan penambahan arang aktif pada kendaraan bermotor di Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Journal of Public Health)*, 3(3). DOI: <https://doi.org/10.12928/kesmas.v3i3.1110>.
- Panggabean, D. (2020). *Mengenai Lichens Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara (KIM 1 Mabur, Taman Beringin, dan T-Garden)*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Panggabean, D., et al. (2022). Development Of Lichens Nontext Book As A Research-Based Bioindicator Of Air Pollution In Medan City. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(3), 17-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.24114/jpb.v11i3.22606>.
- Pohan, M., & Hasairin, A. (2025). Correlation of Traffic Density with Sulfur Dioxide (SO₂) Levels and Thallus Chlorophyll of Lichens as Bioindicators on Angsana Trees (*Pterocarpus indicus* Willd.) in the Medan Industrial Area II. *Jurnal Ilmiah Biologi*. 18(2), 49-59. DOI: <https://doi.org/10.22437/biospecies.v18i2.46547>
- Rasyidah, R. (2018). Kelimpahan Lumut Kerak (Lichen) Sebagai Bioindikator Kualitas Udara Di Kawasan Perkotaan Kota Medan. *Jurnal Klorofil*. 1(2), 88-92. DOI: <http://dx.doi.org/10.30821/kfl:jibt.v1i2.1601>.
- Rohim, R., et al. (2024). Morfologi Tipe Thalys Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Taman Bundaran Cibiru Desa Cipadung Kecamatan Cibiru Kota Bandung. *Jurnal Ilmu Komputer dan Ilmu Pengetahuan Alam*. 2(4), 96-104. DOI: <https://doi.org/10.62383/polygon.v2i4.158>.
- Sonia, A. (2024). Keanekaragaman Jenis Lichen Di Tahura Gunung Menumbing Kabupaten Bangka Barat Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Berita Biologi*. 23(2), 215-225. DOI: 10.55981/beritabiologi.2024.3840.
- Widodo, A., et al. (2023). Keragaman Lichen di Kawasan Wisata Alam Kandung Kabupaten Tulungagung. *Radikula: Jurnal Ilmu Pertanian*. 2(1), 47-59. DOI: 10.33379/radikula.v2i01.2911.
- Waruwu, A., et al. (2022). Keanekaragaman Jenis Lichen (Lumut Kerak) di Kawasan Tahura Bukit Barisan. Surabaya: Global Aksara Pers
- Yuliani, R., et al. (2021). Lichen as bioindicator of air quality at buffer zone of Banjarbaru town. *Jurnal Galam*. 2(1), 54-65. DOI: <https://doi.org/10.20886/glm.2021.2.1.54-65>.