

KEANEKARAGAMAN JENIS LIKEN SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN UDARA DI AREA PABRIK PEMECAH BATU DESA SIDOMULYO KABUPATEN JEMBER

Bayuda Luqman Al-Farisi*, Didin Ari Aprilia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Annuqayah

Jl. Bukit Lancaran Guluk-guluk, Sumenep 69451 Indonesia

e-mail: biobayy@gmail.com

Abstrak

Liken merupakan tumbuhan indikator yang peka terhadap pencemaran udara, karena organisme ini bersifat akumulator dan sangat adaptif terhadap perubahan lingkungan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui spesies apa saja yang ditemukan di area pabrik pemecah batu serta untuk mengetahui tingkat keanekaragaman liken di area pabrik pemecah batu serta indikasinya sebagai bioindikator pencemaran udara. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode garis transek. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik purposive sampling. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh 4 spesies liken dengan jumlah total 121 individu. Spesies liken yang ditemukan yaitu, spesies *Flavoparmelia caperata*, spesies *Diorygma poitaei*, spesies *Graphis scripta*, dan spesies *Cryptothecia striata*. Spesies yang paling banyak ditemukan adalah spesies *Flavoparmelia caperata* dengan jumlah 66 individu. Sedangkan spesies yang paling sedikit ditemukan yaitu *Cryptothecia striata* dengan jumlah 9 individu. Tingkat keanekaragaman liken di area pabrik pemecah batu berdasarkan Shannon-Wiener tergolong sedang yaitu H' 1,14. Hasil ini menunjukkan adanya potensi penurunan kualitas udara sebagai dampak aktivitas pabrik pemecah batu Desa Sidomulyo Kabupaten Jember.

Kata kunci: Bioindikator; Polusi Udara; Liken

Abstract

*Lichen is an indicator plant that is sensitive to air pollution, because this organism is accumulator and very adaptive to environmental changes. The purpose of this study was to find out what species are found in the stone crusher factory area and to determine the level of lichen diversity in the stone crusher factory area and its indication as air pollution bioindicator. This research uses a quantitative approach with line transect method. Sampling was carried out using purposive sampling technique. The result of the research carried out obtained 4 species of lichen with a total of 121 individuals. There are 4 species of lichen found in the stone crusher factory area, namely *Flavoparmelia caperata*, *Diorygma poitaei*, *Graphis scripta*, and *Cryptothecia striata*. The most found species is *Flavoparmelia caperata* species with a total of 66 individuals. Meanwhile, the fewest lichen species are the *Cryptothecia striata* species with 9 individuals. The level of lichen diversity in the stone crushing factory area based on Shannon-Wiener is classified as moderate, namely H' 1,14. These results indicate the potential for a decline in air quality as an impact of the activities of the stone crushing factory in Sidomulyo Village, Jember Regency.*

Keywords: Bioindicator; Air Pollution; Lichen

1. PENDAHULUAN

Tumbuhan liken merupakan tumbuhan indikator yang peka terhadap pencemaran udara, karena organisme ini bersifat akumulator dan sangat adaptif terhadap perubahan lingkungan. Struktur morfologi tumbuhan liken yang tidak memiliki lapisan kutikula, stomata, dan organ absorptif, memaksa tumbuhan liken untuk bertahan hidup di bawah cekaman polutan yang terdapat di udara. Sensitivitas tumbuhan liken terhadap pencemaran udara dapat dilihat melalui perubahan keanekaragamannya dan akumulasi polutan pada talusnya (Muvidha, 2020). Berdasarkan hasil penelitian (Andrea, Zuhri, & Marlina, 2018), menyatakan bahwa tingkat kepadatan lalu lintas dapat menentukan keanekaragaman jenis tumbuhan liken yang ditemukan. Artinya semakin rendah tingkat kepadatan lalu lintas, maka akan semakin tinggi keanekaragaman jenis tumbuhan liken yang ditemukan pada suatu tempat. Sementara itu jenis tumbuhan liken yang sensitif biasanya tidak dapat ditemukan pada daerah dengan kualitas udara buruk. Liken dapat mempengaruhi komponen ekosistem lain dan juga keberadaanya sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan (Tripp, 2019).

Menurut Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 35 Tahun 2010 tentang Pedoman Teknis Kawasan Industri dinyatakan bahwa ada beberapa kriteria dalam penentuan lokasi kawasan industri, diantaranya adalah jarak terhadap pemukiman minimal 2 kilometer (km), kemudian peruntukan lahan merupakan lahan non-pertanian, non-pemukiman, dan non-konservasi. Namun pada kenyataanya tidak semua kawasan industri yang ada sesuai dengan ketentuan yang berlaku, salah satunya pabrik pemecah batu yang terdapat di Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember Jawa Timur. Faktanya, di sekitar area kawasan industri ini banyak ditemukan pemukiman warga yang jaraknya cukup dekat dengan kawasan pabrik, bahkan kurang dari 2 km. Kondisi semacam ini memiliki resiko yang dapat mempengaruhi penurunan kualitas udara pada daerah tersebut (Kim, 2025).

Berbagai macam polutan udara seperti emisi gas yang dihasilkan dari cerobong asap yang berasal dari pabrik pemecah batu ini berpotensi menyebabkan berbagai

gangguan kesehatan bagi masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan tersebut. Gas atau asap, partikulat, dan debu yang dikeluarkan oleh pabrik ke udara akan terbawa oleh angin, sehingga dapat memperluas jangkauan pemaparannya. Limbah industri tersebut bersifat stasioner sehingga lingkungan sekitarnya menerima pencemaran yang paling tinggi (Widhiyanti, Widowati, & Febriana, 2015). Studi lain (Swangjang, Dantrakul, & Panishkan, 2025) menunjukkan data bahwa *Total Suspended Particulate* (TSP) dan *Particulate Matter* (PM10) mengalami peningkatan secara signifikan di daerah dekat industri pemecah batu, yang dapat beresiko menyebabkan gangguan kesehatan bagi penduduk di kawasan tersebut. Berbagai penyakit paru seperti penurunan fungsi paru, penyakit kardiovaskular atau bahkan kematian dini dapat terjadi akibat paparan jangka panjang kandungan debu PM10 yang masuk ke saluran napas (Fu Chen, 2024). Penelitian ini bertujuan untuk pemantauan kualitas udara di area pabrik pemecah batu di Desa Sidomulyo melalui keanekaragaman jenis liken, serta indikasinya sebagai bioindikator lingkungan sebagai upaya pencegahan dampak jangka panjang akibat aktivitas industri yang berpotensi menyebabkan berbagai gangguan kesehatan bagi masyarakat yang tinggal dekat kawasan tersebut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bertempat di lokasi sekitar Area Pabrik Pemecah Batu, Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur.

2.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara deskriptif kuantitatif, dengan metode pengumpulan data melalui transect line, yaitu membuat garis lurus di lokasi penelitian untuk mengambil sampel liken secara purposive sampling. Adapun alat dan bahan yang digunakan berupa: lup (kaca pembesar), meteran, tali rafia, pisau, kompas, kamera digital, alat tulis dan logbook, kertas label, selotip, serta buku kunci determinasi liken. Adapun bahan yang digunakan yaitu sampel liken yang ditemukan di daerah area

pabrik pemecah batu di Desa Sidomulyo.

Prosedur identifikasi dilakukan dengan mempelajari sampel liken yang didapatkan disertai gambar hasil dokumentasi lapangan, yang kemudian diidentifikasi secara morfologi melalui buku panduan kunci determinasi liken. Adapun perhitungan indeks keanekaragaman jenis liken dihitung menggunakan rumus indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H')

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i \ln p_i)$$

Keterangan

H' : indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

p_i : proporsi individu jenis ke- i (n_i / N)

n_i : jumlah individu spesies ke- i

N : jumlah total individu seluruh jenis

\ln : logaritma natural (log basis e)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

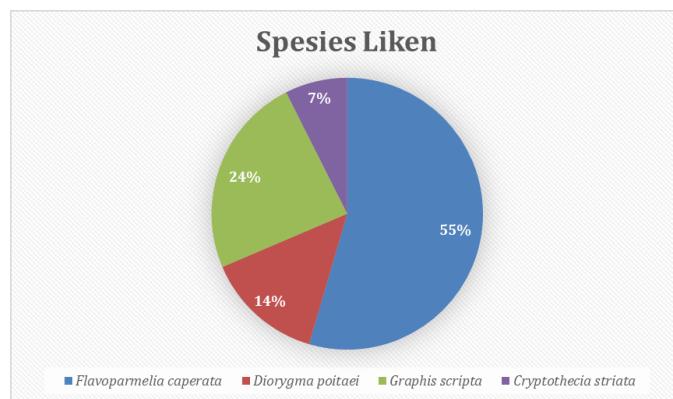
Hasil pengumpulan data keanekaragaman jenis liken yang telah dilakukan di area pabrik pemecah batu Desa Sidomulyo diperoleh sebanyak 4 jenis spesies liken dari famili yang berbeda, yaitu famili Parmeliaceae, Graphidoideae, Graphidaceae, dan Arthoniaceae dengan jumlah total 121 individu. Adapun rincian jenis spesies, jumlah spesies, substrat/habitat liken, dan lokasi ditemukannya liken, disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Spesies Liken di Area Pabrik Pemecah Batu Desa Sidomulyo

No	Nama Spesies	Plot					\sum Individu	Substrat/Habitat Liken	
		1	2	3	4	5			
1.	<i>Flavoparmelia caperata</i>	25	17	8	12	4	66	Pohon	Johar, mahoni, sengon,
2.	<i>Diorygma poitaei</i>	3	0	5	3	6	17	Pohon	alpukat, Mahoni, Johar
3.	<i>Graphis scripta</i>	0	5	9	0	15	29	Pohon	sengon, johar,
4.	<i>Cryptothecia striata</i>	2	4	0	3	0	9	Pohon	mahoni
Jumlah Total								121	

Tabel 1. menunjukkan bahwa jenis liken yang ditemukan pada setiap plot di lokasi penelitian berbeda-beda. *Flavoparmelia caperata* merupakan liken yang paling banyak dijumpai pada setiap plot dengan jumlah total sebanyak 66 individu dan menempel pada substrat pohon johar, pohon mahoni, dan pohon sengon. *Diorygma poitaei* ditemukan pada plot 1 sebanyak 3 individu, plot 3 sebanyak 5 individu, plot 4 sebanyak 3 individu, dan plot 5 sebanyak 6 individu menempel pada substrat pohon alpukat, pohon mahoni, dan pohon johar. Adapun *Graphis scripta* ditemukan pada plot 2 sebanyak 5 individu, plot 3 sebanyak 9 individu, dan plot 5 sebanyak 15 individu menempel pada pohon johar dan pohon sengon. *Cryptothecia striata* ditemukan pada plot 1 sebanyak 2 individu, plot 2 sebanyak 4 individu, dan plot 4 sebanyak 3 individu menempel pada substrat pohon mahoni. Keberadaan vegetasi berkayu yang terdapat pada plot pengamatan menjadi tempat tumbuh atau habitat bagi liken. Dalam hal ini (Murningsih & Mafaza, 2016) menyatakan bahwa keberadaan vegetasi pohon peneduh menjadi faktor biotik yang mempengaruhi terhadap persebaran liken. Pada penelitian ini pohon johar merupakan vegetasi berkayu yang paling banyak ditemukan di area pabrik pemecah batu dan ditempel pada substrat, hal ini dikarenakan pohon johar adalah jenis tumbuhan yang banyak dimanfaatkan sebagai pohon perindang atau pohon peneduh karena memiliki batang yang tinggi dan daun yang rimbun.

Persentase spesies liken yang terdapat di area pabrik pemecah batu di Desa Sidomulyo, pada seluruh lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Spesies Liken di Area Pabrik Pemecah Batu Desa Sidomulyo

Gambar 1. menunjukkan bahwa penyebaran spesies liken yang paling banyak ditemui adalah dari spesies *Flavoparmelia caperata* dengan persentase 55%, dimana spesies tersebut merupakan jenis liken yang toleran terhadap pencemaran udara dan biasanya ditemukan di daerah yang kualitas udaranya tercemar (Pratama & Trianto, 2020). Adapun spesies liken yang paling sedikit ditemui adalah spesies *Cryptothecia striata* dengan persentase terendah yaitu 7%, dimana liken jenis ini merupakan liken yang banyak ditemukan di daerah dengan kandungan CO₂ yang tinggi, karena peningkatan kosentrasi kandungan CO₂ akan mempengaruhi pertumbuhan liken jenis ini, selain itu jenis liken ini merupakan liken yang resisten terhadap pencemaran udara (Abas, Awang, & Aiyub, 2018). Spesies *Graphis scripta* merupakan liken yang ditemukan dengan persentase 24% dan spesies *Diorygma poitaei* ditemukan dengan persentase 14%, dimana keduanya merupakan jenis liken yang sensitif terhadap polutan atau pencemaran udara. Secara umum liken sangat sensitif terhadap polutan namun meskipun begitu ada jenis spesies liken yang toleran terhadap polutan (Handoko, 2015).

Flavoparmelia caperata merupakan jenis liken dari famili Parmeliaceae yang termasuk liken yang paling banyak ditemukan di area pabrik pemecah batu, yaitu berjumlah 66 individu dan ditemukan pada seluruh plot penelitian. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Pratama & Trianto, 2020), yang menyatakan bahwa spesies liken *Flavoparmelia caperata* merupakan liken yang tidak membutuhkan syarat-syarat hidup yang tinggi dan mampu bertahan dalam keadaan kekurangan air dalam jangka waktu yang sangat lama serta relatif toleran terhadap polusi atau pencemaran udara dan pada umumnya spesies ini sering ditemui di hutan yang terganggu kualitas udaranya serta di daerah perkotaan. Bentuk talus yang membulat dengan lobus yang tersusun menyerupai daun dan tidak menempel begitu erat pada substratnya serta membentuk koloni yang banyak, rata-rata luas liken spesies ini ditemukan adalah 1,2 cm. (Ningtyas & Lukitasari, 2017) menyatakan bahwa spesies liken ini biasa menempel pada substrat kulit kayu, jarang sekali ditemui pada bebatuan dan termasuk liken dengan jenis talus

foliose yang berwarna putih kehijauan dengan ukuran 2 cm.

Spesies *Diorygma poitaei* yang ditemukan pada lokasi penelitian memiliki bentuk talus seperti lingkaran dan tidak beraturan dengan ukuran rata-rata 4,5 cm. Talus yang ditemukan sangat melekat pada substrat kayu sehingga sangat sulit dipisahkan dengan substratnya. *Diorygma poitaei* merupakan spesies liken dari famili Graphidoideae, dengan jenis talus crustose yang memiliki warna keabu-abuan, hijau atau bahkan berwarna kebiruan tergantung pada kondisi cahaya tertentu, kontinu atau retak, seringkali dengan retakan halus disepanjang permukaan (Ningtyas & Lukitasari, 2017). Pada permukaannya terdapat garis-garis (lirellae) berwarna abu-abu pucat. (Roziaty, 2016) menambahkan bahwa pada permukaan adaksial spesies *Diorygma poitaei* terdapat apothecia berupa lirellae berwarna abu-abu pucat, abu-abu kehijauan pucat atau berwarna krem, kusam, seringkali paria atau sedikit kasar, tidak rata, tanpa soralia dan isidia. Margin talus rata dan protalus berwarna putih dengan tipe talus crustose. Spesies liken ini biasanya ditemukan pada substrat batang pohon di bawah naungan dataran rendah. Pada penelitian ini spesies *Diorygma poitaei* ditemukan sebanyak 17 individu dan tidak ditemui pada plot 2. Hal ini dikarenakan pada plot 2 vegetasi berkayu yang ditemukan lebih sedikit dibandingkan dengan plot yang lain, yaitu 6 individu. Dalam hal ini (Ronyah, 2023) menjelaskan dalam penelitiannya bahwa pertumbuhan liken dipengaruhi oleh banyaknya tanaman inang dan umur tumbuhan, semakin banyak vegetasi berkayu atau tanaman inang maka persebaran liken akan semakin luas. Menurut (Handoko, 2015), intensitas cahaya juga merupakan faktor penting yang membantu menentukan penyebaran dan pembentukan keanekaragaman liken.

Graphis scripta merupakan spesies liken dari famili Graphidaceae yang habitatnya di kulit batang pohon. Spesies ini merupakan salah satu liken yang identik dengan garis-garis hitam yang timbul atau biasa disebut lirellae yang terdapat pada talusnya. Liken ini memiliki tipe talus crustose serta memiliki warna talus putih keabu-abuan (Waruwu, Arlin, Hasairin, & Sudibyo, 2022). Talus ini memiliki bentuk yang cenderung membulat dan membentuk koloni yang besar dalam jumlah yang tidak terlalu banyak.

Pada talus ini terdapat bintik-bintik hitam pada bagian tengah talus yang menonjol dari bagian kortex bagian atas yang biasa dinamakan isidia. Spesies tersebut mempunyai apothecia yang disebut lirellae yang berukuran memanjang, melengkung, bercabang serta memiliki warna hitam. Spesies *Graphis scripta* merupakan liken yang melekat erat pada substratnya, sehingga sulit untuk dipisahkan tanpa merusak substrat (Hasanuddin & Mulyadi, 2014). Spesies *Graphis scripta* yang ditemukan pada lokasi penelitian memiliki bentuk yang cenderung bulat dan tidak beraturan yang membentuk koloni besar namun tidak terlalu banyak. Pada permukaan talus terdapat garis (lirellae) yang berwarna hitam. Talus yang ditemukan menempel erat pada substrat.

Cryptothecia striata merupakan liken dari famili Arthoniaceae yang paling sedikit ditemukan pada lokasi penelitian, yaitu 9 individu dan hanya ditemukan pada plot 1, plot 2, dan plot 4. Menurut (Abas, Awang, & Aiyub, 2018) jenis liken *Cryptothecia striata* merupakan liken yang paling banyak ditemukan pada area yang terpapar CO₂ yang tinggi. Hal ini dibuktikan pada hasil penelitian dimana spesies liken ini ditemukan pada plot 1 yang lokasinya sangat dekat dengan sumber pencemar yaitu cerobong asap pabrik pemecah batu serta berada di dekat jalan lintas Banyuwangi, sehingga sangat berpotensi kadar CO₂ yang terakumulasi dari gas buang cerobong asap dan kendaraan bermotor yang melintas. *Cryptothecia striata* yang ditemukan memiliki bentuk talus lonjong memanjang dengan rata-rata luas permukaan talusnya adalah 1,8 cm, talus yang ditemukan menempel sangat erat pada substratnya. Adapun karakteristik jenis liken ini memiliki warna putih keabu-abuan dan kehijauan pada permukaan adaksialnya, terdapat soredia bubuk berwarna hijau keabuan yang tersebar di permukaan talus, protalus berwarna putih dan menempel pada substrat membentuk kerak, warna talusnya berwarna hijau muda dengan margin berwarna putih. Jenis liken *Cryptothecia Striata* biasanya tumbuh di batang pohon (Fithri, 2017).

Penyebaran jenis liken di area penelitian memberikan gambaran spesifik mengenai tingkat polusi udara, khususnya terkait akumulasi gas karbon dioksida (CO₂). Spesies *Cryptothecia striata* menjadi indikator penting dalam konteks ini, meskipun frekuensi

penemuannya tergolong yang paling rendah, yakni hanya sebesar 7% atau sebanyak 9 individu. Rendahnya angka temuan ini berbanding lurus dengan lokasinya yang sangat spesifik, di mana spesies ini hanya ditemukan pada area yang terpapar konsentrasi CO₂ tinggi, seperti di sekitar cerobong asap pabrik pemecah batu dan jalur lalu lintas kendaraan bermotor yang padat. Karakteristik biologis *Cryptothecia striata* menunjukkan resistensi yang kuat terhadap pencemaran udara; peningkatan kadar CO₂ di lingkungan justru menjadi stimulan yang memengaruhi pertumbuhan talusnya yang bertipe *crustose* dan melekat erat pada kulit pohon. Hal ini mengkonfirmasi bahwa keberadaan jenis ini dapat dijadikan penanda biologis bagi area dengan kualitas udara yang telah terdegradasi oleh emisi gas buang industri maupun transportasi. Di sisi lain, dominasi spesies *Flavoparmelia caperata* sebesar 55% memperkuat bukti bahwa lingkungan tersebut secara umum merupakan daerah yang tercemar, mengingat sifatnya yang sangat toleran terhadap polutan dan mampu bertahan dalam kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan dalam jangka waktu lama.

Indeks keanekaragaman liken di area pabrik pemecah batu Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember Jawa Timur dihitung dengan menggunakan rumus indeks Shanon - Wiener (H'). Hasil perhitungan indeks keanekaragaman liken dapat dilihat pada data Tabel 4.3 dengan nilai H' sebesar 1,14 yang menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman liken tergolong pada kategori sedang.

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman Liken

No	Spesies	Famili	\sum Individu	Pi(ni/N)	LnPi	PiLnPi	H'
1.	<i>Flavoparmelia caperata</i>	Parmeliaceae	66	0,55	-0,61	-0,33	
2.	<i>Diorygma poitaei</i>	Graphidoideae	17	0,14	-1,96	-0,28	
3.	<i>Graphis scripta</i>	Graphidaceae	29	0,24	-1,43	-0,34	1,14
4.	<i>Cryptothecia striata</i>	Arthoniaceae	9	0,07	-2,60	-0,19	

Pemantauan kualitas udara dapat dilakukan dengan menggunakan 3 indikator, yaitu indikator kimia, fisika, dan biologi. Indikator biologi merupakan kelompok organisme yang saling berhubungan dan keberadaannya atau perlakunya sangat erat berhubungan dengan kondisi pada lingkungan tertentu (Muvidha, 2020). Karakteristik parameter biologis, yaitu komposisi jenis, tubuh yang terkontaminasi polutan dan gejala kerusakan suatu organisme. Organisme yang dapat digunakan sebagai acuan atau petunjuk pencemaran dikenal sebagai indikator biologis (Husamah & Rahardjanto, 2019). Liken dapat digunakan sebagai indikator biologis pencemaran udara karena liken memiliki sifat mudah menyerap bahan kimia di udara dan air hujan. Hal ini disebabkan karena talus liken tidak memiliki kutikula sehingga mendukung liken untuk menyerap semua unsur kimia di udara, termasuk SO₂ yang akan terakumulasi didalam talus dan menunjukkan pertanda yang khas untuk bahan beracun tertentu (Waruwu, Arlin, Hasairin, & Sudibyo, 2022). Selain itu organisme ini juga bersifat akumulator dan sangat adaptif terhadap perubahan lingkungan (Roziaty, 2016).

Pada penelitian ini liken dipilih karena dapat hidup pada tempat ekstrim. Oleh karena itu, dengan kemampuan tersebut, maka liken dapat dijadikan sebagai indikator yang baik untuk parameter kualitas udara. Liken dapat mempengaruhi komponen ekosistem lain dan keberadaan liken dipengaruhi oleh keadaan lingkungan (Andrea, Zuhri, & Marlina, 2018). Liken yang tumbuh di tempat yang tercemar akan menunjukkan respon pertumbuhan yang kurang baik jika dibandingkan dengan liken yang tumbuh di tempat yang udaranya tidak tercemar (Handoko, 2015). Pemanfaatan liken sebagai bioindikator lingkungan dapat dilakukan dengan tanpa melakukan pengujian laboratorium karena dapat dilihat salah satunya dari tingkat keanekaragaman jenis liken, dimana dengan adanya pencemaran udara akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan liken dan penurunan jumlah jenis spesies, hanya yang resisten yang akan tetap bertahan pada kondisi tersebut (Yurnalizha, 2017).

Salah satu cara untuk mengetahui tingkat pencemaran udara pada suatu wilayah dapat dilihat dari tingkat keanekaragaman liken. Baik buruknya kualitas udara di suatu

wilayah akan berpengaruh pada tingkat keanekaragaman jenis liken. Pada keadaan wilayah yang tingkat polusinya tinggi, tingkat keanekaragaman liken semakin rendah. Akibat dari kontaminasi yang disebabkan oleh paparan zat-zat buangan yang tidak dapat terurai seperti emisi cerobong asap (Nasriyat & Utami, 2018). Banyaknya jumlah polutan di udara seperti CO_2 , SO_2 , NO_2 , dan debu yang berasal dari gas buangan cerobong asap pabrik ataupun kendaraan bermotor, akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan penurunan jumlah jenis liken (Abas, Awang, & Aiyub, 2018). Hal tersebut yang menyebabkan jumlah liken yang ditemukan pada lokasi penelitian sedikit. Semakin buruk kualitas udara di suatu wilayah maka tingkat keanekaragaman liken semakin rendah.

Perubahan tingkat keanekaragaman, kelimpahan, morfologi dan fisiologi liken merupakan bentuk respon terhadap perubahan lingkungan akibat peningkatan polusi pada suatu daerah (Kuldeep & Prodyut, 2015). Tingkat polusi udara yang tinggi akan menyebabkan hilangnya spesies liken tertentu atau perubahan komposisi komunitas liken (Kurniasih, 2020). Cerobong asap pabrik pemecah batu merupakan sumber polusi pencemaran udara, karena dari cerobong asap mengeluarkan gas buang yang mengandung zat-zat berbahaya seperti Nitrogen Oksida (NO_x) dan bahan partikulat lainnya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa indeks keanekaragaman jenis liken yang ditemukan pada lokasi penelitian menunjukkan tingkat keanekaragaman liken kategori sedang. Spesies liken yang ditemukan juga sangat sedikit, yaitu hanya ditemukan 4 spesies yang ditemukan di area pabrik pemecah batu. Spesies liken yang banyak ditemukan juga termasuk jenis liken yang resisten terhadap polusi udara. Selain itu ditemukan juga jenis liken yang sensitif terhadap pencemaran udara. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi udara di area pabrik pemecah

batu Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember Jawa Timur tergolong kurang baik. Hasil temuan ini dapat dijadikan pertimbangan bagi berbagai pihak. Pemerintah setempat dirasa perlu memberikan edukasi kepada masyarakat untuk memperhatikan jarak tinggal dengan kawasan pabrik ataupun alternatif solusi dengan merelokasi pemukiman warga ke kawasan yang lebih ideal. Pihak Pemerintah juga dapat memberikan sanksi penegakan hukum bagi pihak pabrik apabila terbukti melanggar regulasi yang semestinya.

4.2 Saran

Penelitian ini hanya berfokus pada pengamatan tingkat keanekaragaman jenis liken sebagai parameter biologis kualitas udara di area kawasan pabrik pemecah batu Desa Sidomulyo. Penelitian-penelitian berikutnya diharapkan dapat memantau kualitas udara dengan parameter-parameter lain, seperti parameter fisik maupun kimiawi.

5. REFERENSI

- Abas, A., Awang, A., & Aiyub, K. (2018). Lichen As Bio-Indicator For Air Poluutionin Klang Selangor. Artikel Poll Res, 7-14.
- Andrea, Zuhri, & Marlina. (2018). Identifikasi Jenis Lichen Di Kawasan Objek Wisata Teluk Wang Sakti. Jurnal Pendidikan Biologi Dn Biosaisns, 7-14.
- Fithri, S. (2017). Keanekaragaman Lichen Di Brayeun Kecamatan Leupung Aceh Besar . Banda Aceh: Uin Ar-Raniry Press.
- Fu Chen, „. E. (2024). Breathing In Danger: Understanding The Multifaceted Impact Of Air Pollution On Health Impacts. Ecotoxicology And Environmental Safety. <Https://Doi.Org/10.1016/J.Ecoenv.2024.116532>
- Handoko. (2015). Keanekaragaman Lumut Kerak (Lichen) Sebagai Bioindikator Kualitas Udara Di Kawasan Asrama Internasional Ipb. Angewandte Chemie, 5-24.
- Hasanuddin, & Mulyadi. (2014). Botani Tumbuhan Rendah. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Husamah, & Rahardjanto. (2019). Bioindikator (Teori Dan Aplikasi Dalam Biomonitoring). Malang : Umm Press.
- Kim, H.-H. (2025). The Direct Effects Of Air Pollutant Exposure From Industrial Complexes On Chronic Respiratory Diseases In Local Residents: A Population-Based Cohort Study. Nternational Journal Of Environmental Research And Public Health, 22. <Https://Doi.Org/10.3390/Ijerph22050666>

- Kuldeep, S., & Prodyut, B. (2015). Lichen As A Bio-Indicator Tool For Assessment Of Climate And Air Pollution Vulnerability. International Research Journal Of Environment Sciences, 107-177.
- Kurniasih, S. (2020). Potensi Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara Di Kawasan Sentul Bogor. Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterkarpa, 17-24. <Https://Doi.Org/10.20886/Jped.2020.6.1.17-24>
- Murningsih, & Mafaza, H. (2016). Jenis-Jenis Lichen Di Kampus Undip Semarang. Jurnal Bioma, 20-29. <Https://Doi.Org/10.14710/Bioma.18.2.20-29>
- Muvidha, A. (2020). Liken Di Jawa Timur. Tulungagung: Akademia Pustaka.
- Nasriyat, T., & 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, 20-27.
- Ningtyas, N. P., & Lukitasari, M. (2017). 2017. Prosiding Seminar Nasional Symbiosis II, 422-433.
- Pratama, A., & Trianto. (2020). Keanekaragaman Lichen Di Hutan Mangrove Desa Tomoli Kabupaten Parrigi Montong. Jurnal Pendidikan Biologi, 140-150.
- Ramadhani. (2020). Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Di Kecamatan Jebres Kota Surakarta. Jurnal Ilmu Lingkungan, 207-221. Doi 10.31258/Jil.16.2.P.207-221
- Ronyah, I. (2023). Invetarisasi Lichen Crustose Pada Tanaman Teh Di Kecamatan Ngargoyoso Kabupaten Karanganyar. Jurnal Ilmiah Biologi, 592-605. <Https://Doi.Org/10.33394/Bioscientist.V11i1.7889>
- Roziaty, E. (2016). Lichen: Karakteristik Anatomis Dan Reproduksi Vegetatifnya. Jurnal Pena Sains, 44-53.
- Swangjang, K., Dantrakul, A., & Panishkan, K. (2025). Potential Health Risk Of Dust From Stone Mill Industries. Atmosphere, 230. <Https://Doi.Org/10.3390/Atmos16020230>
- Tripp, E. L. (2019). Habitat Quality And Disturbance Drive Lichen Species Richness In A Temperate Biodiversity Hotspot. Oecologia <Https://Doi.Org/10.1007/S00442-019-04413-0>, 445-457.
- Waruwu, Arlin, F. B., Hasairin, A., & Sudibyo, M. (2022). Keanekaragaman Jenis Liken (Lumut Kerak) Di Kawasan Tahura Bukit Barisan. Surabaya: Global Aksara Pers.
- Widhiyanti, E., Widowati, E., & Febriana, A. (2015). Perbedaan Jarak Tempat Tinggal Dari Lokasi Industri Genteng Terhadap Penurunan Fungsi Paru Penduduk Di Desa Kedawung. Unnes Journal Of Public Health, 40-47.
- Yurnalizha. (2017). Lichenes (Karakteristik, Klasifikasi Dan Kegunaan). Medan: Usu Digital.