

Identifikasi jenis liken potensial sebagai bioindikator udara di Kampus II UIN Alauddin Makassar

Kurnia Makmur^{1*}, Masriany¹, Melisa Nur Qalbi¹

¹Program Studi Biologi

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
Jl. Sultan Alauddin No. 63, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia. 92113

*E-mail: kurnia.makmur@uin-alauddin.ac.id

Abstrak: Lichen merupakan tumbuhan yang berasal dari simbiosis antara cendawan dengan alga yang memiliki fungsi penting bagi lingkungan. Peranannya sebagai bioindikator untuk mengidentifikasi adanya polutan yang berada di udara. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui keadaan lingkungan di area kampus II UIN Alauddin Makassar dengan menggunakan liken sebagai bioindikator. Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel, identifikasi, analisis data keanekaragaman serta analisis PCA (*Principal Component Analysis*) dan CCA (*Cannonical Correlation Analysis*). Hasil penelitian menunjukkan liken ditemukan sebanyak 28 spesies di Kampus II UIN Alauddin Makassar dengan tingkat keragaman sedang yaitu 2,59, tingkat keseragaman stabil yaitu 0,77 dan tingkat dominansi tergolong rendah yaitu 0,11. Berdasarkan hasil analisis, ditemukan beberapa jenis liken yang potensial dijadikan sebagai bioindikator udara yakni *Parmelia saxatilis*, *Lecanora thysanophora*, *Graphis* sp.1, *Physconia isiidigera* dan *Parmelia* sp.2.

Kata Kunci: analisis PCA, analisis CCA, bioindikator, keanekaragaman, liken

Abstract: Lichen is a plant that originates from a symbiosis between fungi and algae which has an important function for the environment. Its role as a bioindicator to identify the presence of pollutants in the air. The aim of this research is to determine the environmental conditions in the area of campus II UIN Alauddin Makassar. Research stages include sampling, identification, diversity data analysis and PCA (Principal Component Analysis) and CCA (Cannonical Correlation Analysis) analysis. The results of the research showed that 28 lichen species were found at Campus II UIN Alauddin Makassar with a moderate level of diversity, namely 2.59, a stable level of uniformity, namely 0.77 and a relatively low level of dominance, namely 0.11. Based on the results of the analysis, several types of lichen were found that have the potential to be used as air bioindicators, namely *Parmelia saxatilis*, *Lecanora thysanophora*, *Graphis* sp.1, *Physconia isiidigera* and *Parmelia* sp.2.

Keywords: PCA analysis, CCA analysis, bioindicators, diversity, lichen

PENDAHULUAN

Lingkungan merupakan tempat bagi organisme untuk hidup, tinggal, beraktivitas dan saling berinteraksi sehingga memunculkan hubungan timbal balik dari keberadaan makhluk hidup yang menempatnya, manusia merupakan salah satu yang memiliki peran nyata dalam lingkungan, sehingga dapat dikatakan lingkungan merupakan media keseluruhan komponen hidup dan tinggal dalam melakukan berbagai bentuk kehidupan (Riskanita, 2019). Kerusakan lingkungan merupakan suatu bentuk perilaku yang dilakukan oleh manusia yang menyebabkan terjadinya perubahan fisik, hilangnya karakteristik terhadap sifat yang dimiliki, sehingga terlampaunya kriteria baku mutu kerusakan lingkungan hidup. Problem krusial menyangkut lingkungan salah satunya yakni masalah pencemaran seperti pencemaran udara akibat polutan. Udara merupakan salah satu bagian dari lingkungan yang sangat penting dalam kehidupan karena merupakan komponen yang mendukung kelangsungan dan kualitas hidup

Cara Sitasi:
Makmur, K., Masriany, M., Qalbi, M. N. (2024). Identifikasi jenis liken potensial sebagai bioindikator udara di Kampus II UIN Alauddin Makassar. *Teknosains: Media Informasi dan Teknologi*, 18(2), 241-248. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v18i2.46715>

Diajukan 26 April 2024; Ditinjau 14 Juni 2024; Diterima 17 Desember 2024; Diterbitkan 2 Februari 2025

Copyright © 2025. The authors. This is an open access article under the CC BY-SA license

organisme yang berada di lingkungan tersebut. Pencemaran udara yang terjadi dikarenakan adanya komponen lain yang masuk ke udara yang dapat disebabkan aktivitas manusia sehingga udara yang telah tercemar dan terkontaminasi oleh zat pencemar akan menyebabkan rusaknya lingkungan dan kualitas hidup manusia akan menurun (Abidin, 2019).

Salah satu cara untuk mengetahui kualitas udara yakni dengan mengamati bioindikator yang berada di lingkungan. Bioindikator merupakan organisme hidup yang keberadaannya dapat digunakan dalam proses identifikasi serta penentuan kondisi. Bioindikator akan menunjukkan adanya perubahan baik perubahan keadaan, ketahanan serta akan menunjukkan reaksi dengan berubahnya kondisi lingkungan (Anggraini, 2021). Terdapat beberapa tumbuhan yang memiliki potensi sebagai bioindikator pencemaran udara yakni *Ficus benjamina*, *Aglaonema* sp., dan *Piper betle* L.. Namun, tanaman yang banyak direkomendasikan sebagai bioindikator udara yakni tumbuhan liken (lumut kerak) (Ergantara, 2020). Lumut kerak atau liken berasal dari bahasa Yunani, menunjukkan adanya pertumbuhan yang dangkal pada suatu permukaan kulit pohon. Theophrastus yang merupakan bapak botani adalah orang pertama yang memperkenalkan istilah liken (Mishra, 2016).

Liken merupakan tumbuhan yang berasal dari simbiosis antara cendawan (*mycobiont*) yakni *Ascomycota* dan *Basidiomycota* dengan alga (*phycobiont*) yakni kelompok *Cyanobacteria*. Karena liken merupakan hasil dari simbiosis dua organisme, liken juga disebut dengan organisme simbiosis. Kedua organisme yang bersimbiosis ini memiliki peran masing-masing yakni cendawan dapat memberikan asupan air dan mineral yang dibutuhkan, sedangkan alga memberikan nutrisi untuk mendukung pertumbuhan liken sehingga hubungan kedua organisme tersebut yakni simbiosis mutualisme atau saling menguntungkan (Murningsih, 2016). Terdapat beberapa pembagian kelas liken, yakni berdasarkan cendawan penyusunnya terdiri dari tiga kelas, yakni kelas *Basidiolichen*, *Ascholichen* dan liken *Imperfectii*. Berdasarkan bentuk talusnya liken memiliki beberapa tipe diantaranya tipe *crustose* memiliki tubuh seperti lapisan kulit, yang biasanya dapat ditemukan pada bagian kulit pohon maupun pada permukaan batu, *foliose* liken tipe ini memiliki bentuk lobus yang mirip dengan pita serta memiliki banyak cabang dengan talus yang tumbuh tegak pada batu, dedaunan atau pada cabang pohon, *fruticose* pada tubuh permukaan atas dan bawah pada tipe liken ini tidak memiliki perbedaan dan memiliki talus berbentuk pita (Roziaty, 2017). Biasanya dapat ditemukan pada bebatuan, dedaunan serta pada bagian cabang pohon. *Squamulose*, liken dengan tipe ini memiliki talus yang tipis dan mendatar pada bagian kulit pohon atau pada permukaan batu (Roziaty, 2016).

Liken dapat tumbuh di berbagai tempat sehingga dapat dikelompokkan berdasarkan habitatnya yakni *Terricolous* yang merupakan jenis liken yang hidup pada permukaan tanah, *Corticolous* yakni jenis liken yang hidup pada permukaan kulit pohon bagian kulit pohon yang kasar berfungsi sebagai tempat melekatnya spora, *Saxicolous* yakni liken yang hidup di bebatuan yang mana pertumbuhannya ditentukan oleh jenis batu dan pH, *Folliculus* merupakan jenis liken yang hidup di permukaan daun dan *Musicolous* yakni kelompok liken yang tumbuh dengan lumut (Andrea, 2018).

Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi pertumbuhan liken, seperti suhu, sinar matahari, curah hujan, suhu, dan kemiringan suatu lingkungan yang merupakan faktor utama dari pembentukan distribusi komunitas liken. Sinar matahari memiliki peran dalam membantu proses fotosintesis dan menghasilkan energi pada sebagian besar jenis liken. Setiap jenis liken membutuhkan intensitas cahaya matahari yang berbeda berdasarkan

keadaan morfologinya, sehingga terdapat beberapa liken yang sangat rentan terhadap cahaya matahari sedangkan terdapat pula jenis yang dapat tumbuh pada daerah yang memiliki sedikit naungan. Untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, maka diperlukan keseimbangan intensitas cahaya matahari dan kelembapan agar terhindar dari kekeringan dan kematian (Chung, 2021).

Liken memiliki struktur morfologi yang berbeda dengan tumbuhan lain yakni tidak memiliki kutikula sehingga dengan mudah polutan diserap oleh klorofil dan menyebabkan jaringan liken rusak. Selain itu, liken tidak memiliki stomata dan organ absorptif sehingga menjadikan liken terpaksa bertahan dalam keadaan kondisi lingkungan yang tercemar akibat polusi udara. Talus pada liken sangat tipis dan memiliki permukaan yang sempit sehingga keadaan tersebut menyebabkan penguapan air yang lebih sedikit dan dapat menghemat cadangan air dalam tubuh liken. Kemampuan liken yang sangat sensitif terhadap polusi udara menjadi salah satu indikator dalam menganalisa keadaan pada suatu lingkungan. Pada tiap jenis liken memiliki tingkat sensitivitas dan akumulasi pencemaran udara yang berbeda. Terdapat beberapa liken toleran yang dapat bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang tercemar polusi udara serta terdapat jenis liken yang sensitif sehingga tidak dapat bertahan dalam kondisi udara yang tercemar (Murningsih, 2016).

Liken merupakan salah satu jenis tumbuhan yang tidak membutuhkan syarat hidup yang tinggi, sehingga liken dapat dengan mudah ditemukan di berbagai kondisi lingkungan, namun dengan tingkat indeks ekologi yang berbeda. Secara umum, liken ditemukan melimpah pada lingkungan yang lembab. Berdasarkan uraian latar belakang dilakukan penelitian mengenai liken sebagai bioindikator pencemaran udara. Hingga saat ini belum terdapat penelitian mengenai keanekaragaman liken di Kampus II UIN Alauddin Makassar. Penelitian ini merupakan salah satu usaha dalam menjaga kelestarian dan untuk kedepannya dapat dijadikan sebagai referensi atau acuan untuk penelitian berkelanjutan di lokasi penelitian tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei tahun 2022 di seluruh area kampus II UIN Alauddin Makassar. Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian bersifat kuantitatif dengan pendekatan deskriptif, menggunakan metode survei eksploratif (jelajah) yakni dengan melakukan pengamatan langsung pada lokasi penelitian yang telah ditetapkan untuk mendapatkan informasi mengenai keanekaragaman liken, kemudian sampel yang tidak diketahui dapat diidentifikasi menggunakan deskriptor dan penelitian terdahulu.

Sebelum melakukan pengamatan pada sampel, terlebih dahulu dilakukan pengamatan pada keadaan dan faktor lingkungan pada lokasi penelitian dengan menggunakan *envirometer* yakni meliputi suhu, kelembaban serta intensitas cahaya. Pengambilan sampel dilakukan sampai ketinggian ± 150 cm. Identifikasi diawali dengan pendokumentasian, kemudian dilakukan pengoleksian dengan mengambil sampel liken pada substratnya dan dimasukkan dalam plastik yang telah disediakan. Spesies liken yang telah diperoleh, selanjutnya diidentifikasi dengan menggunakan deskriptor dan penelitian terdahulu. Karakter morfologi yang diamati meliputi habitat, tipe talus, warna talus dan korteks.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan parameter lingkungan di Kampus II Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar meliputi beberapa pengamatan yakni pengamatan suhu, kelembapan udara serta

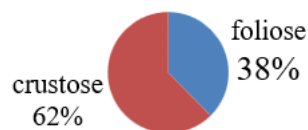
ketinggian tempat yang dilakukan sebanyak tiga kali pengukuran yakni pada pagi hari pukul 08.00 WITA, siang hari pada pukul 12.00 WITA dan pada sore hari pukul 17.00 WITA. Adapun hasil penelitian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi lingkungan di Kampus II UIN Alauddin Makassar

Ketinggian (mdpl)	Waktu (WITA)	Suhu (°C)	Kelembapan udara (%RH)	Intensitas cahaya (Lux)
65	08.00	26,5	90,6	994,3
	12.00	36,5	60,5	1152
	17.00	29,6	77,7	129,7
Rata-rata		29,7	79,8	758,66

Keragaman liken di kampus II Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, ditemukan dua jenis berdasarkan tipe talus yakni *Crustose* 62% dan *Foliose* 38% (Gambar 1). Berdasarkan hasil persentase, diketahui liken dengan tipe talus *Crustose* lebih dominan dibandingkan dengan tipe talus lain, hal tersebut diperkirakan karena mayoritas liken yang ditemukan hidup pada habitat pohon (*Corticolous*). Liken dengan tipe talus *Crustose* memiliki kemampuan melekat yang lebih kuat dibandingkan dengan tipe lain.

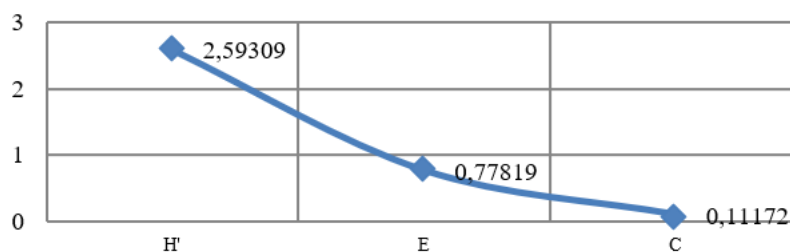
Persentase Jumlah Spesies Liken Berdasarkan Tipe Talus



Gambar 1. Persentase keragaman liken berdasarkan tipe talus

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan mengenai keragaman liken, ditemukan sebanyak 28 spesies dengan tingkat keragaman sedang yaitu 2,59, tingkat keseragaman stabil yaitu 0,77, dan tingkat dominansi tergolong rendah yaitu 0,11 disajikan pada gambar 2

Indeks Ekologi



Gambar 2. Indeks ekologi liken di kampus II UINAM

Adapun spesies yang paling banyak ditemukan yakni *Parmelia* sp. 2 dan spesies yang memiliki jumlah paling sedikit yakni *Arthonia* sp.1 Hasil pengamatan spesies liken ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Keragaman liken di kampus II UIN Alauddin Makassar

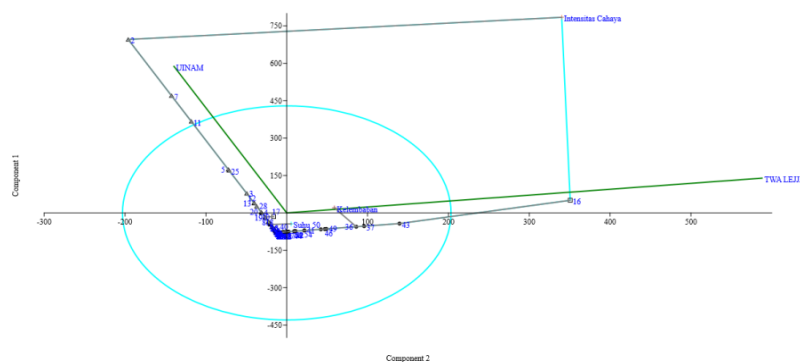
NO	Tipe Talus	Nama Spesies	Jumlah Koloni
1	Foliose	<i>Parmelia</i> sp.1	45
2		<i>Parmelia saxatilis</i>	796
3		<i>Parmelia</i> Sp.2	161
4		<i>Dirinaria applanata</i>	64
5		<i>Physconia isidiigera</i>	260
6		<i>Pyxine Coccoes</i>	6
7	Crustose	<i>Lecanora thysanophora</i>	564
8		<i>Lecanora carpinea</i>	43
9		<i>Bacidia viridifarinoso</i>	9
10		<i>Opegrapha atra</i>	81
11		<i>Graphis</i> sp.1	458
12		<i>Phaeographis neotricosa</i>	122
13		<i>Chrysothrix candelaris</i>	121
14		<i>Pertusaria hymenea</i> (Ach.) Schaer	25
15		<i>Graphis scripta</i>	35
16		<i>Cryptothecia striata</i>	42
17		<i>Phlyctis argena</i>	63
18		<i>Lecanora conizaeoides</i>	60
19		<i>Lecanora</i> sp.	60
20		<i>Graphis</i> sp.2	84
21		<i>Trypethelium</i> sp. 1	11
22		<i>Lecidella elaeochroma</i>	8
23		<i>Lepraria</i> Sp. 1	5
24		<i>Phlyctis</i> sp.	15
25		<i>Bacidia schweinitzii</i>	256
26		<i>Verrucaria Baldensis</i>	37
27		<i>Arthonia</i> sp. 1	1
28		<i>Trypethelium</i> sp. 2	108

Keanekaragaman jenis liken yang ditemukan memiliki kaitan dengan keadaan lingkungan tersebut. Seperti pada hasil pengukuran yang disajikan pada Tabel 1, dapat diketahui ketinggian tempat yakni 65 mdpl, menunjukkan daerah tersebut termasuk dataran rendah. Selain itu, didapatkan pula perbedaan suhu, kelembapan dan intensitas cahaya pada tiga waktu pengukuran yang dapat dilihat pada siang hari suhu udara dan intensitas cahaya akan meningkat drastis dan akan menurun pada sore hari. Jika dilihat dari rata-rata pengukuran harian, maka diketahui rata-rata suhu pada lingkungan tersebut yakni 29,7°C dan rata-rata intensitas cahaya yakni 758,66 lux. Berbanding terbalik dengan kelembapan, meningkatnya suhu dan intensitas cahaya pada siang hari menyebabkan penurunan kelembapan pada lingkungan tersebut yakni pada pagi hari setelah dilakukan pengukuran diketahui kelembapan mencapai 90,6% dan turun drastis 60,5% pada siang hari dan setelah dirata-ratakan, kelembapan pada lingkungan tersebut yaitu 79%.

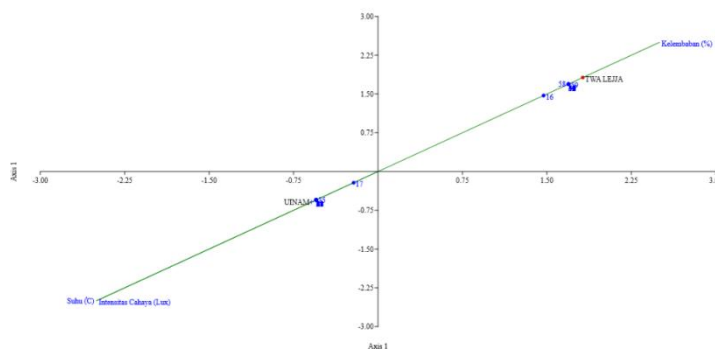
Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan diketahui parameter lingkungan saling memiliki keterkaitan dan saling memengaruhi, yakni jika intensitas cahaya meningkat, maka suhu pada lingkungan tersebut akan meningkat pula dan akan menyebabkan kelembapan pada lingkungan tersebut menurun. Liken memiliki keadaan yang optimal agar tumbuh dengan baik, yakni kisaran suhu di bawah 40°C dengan kelembapan udara yakni 40-69% dengan kata lain liken lebih menyukai tumbuh pada tempat kering (Yuliani, 2021), sehingga jika kondisi faktor lingkungan lebih tinggi ataupun sebaliknya, maka akan menyebabkan terganggunya metabolisme alga dan akan merusak medula pada fungi. faktor-faktor lingkungan saling berpengaruh, kecepatan angin, kerapatan vegetasi, intensitas cahaya sangat mempengaruhi kelembapan udara pada suatu lingkungan (Fandani, 2019). Jika suatu lingkungan memiliki kerapatan vegetasi yang cukup berjarak, maka akan mempercepat laju penguapan air dan menyebabkan kelembapan udara rendah (Roziaty, 2016).

Selain empat parameter di atas, terdapat faktor yang memiliki pengaruh terhadap keberadaan liken pada suatu lingkungan yakni faktor kecepatan angin merupakan salah satu keadaan lingkungan yang mempengaruhi perkembangan dan penyebaran liken yakni membantu dalam penyebaran spora, kelembapan serta suhu udara menentukan keberhasilan kolonisasi (Nunes, 2019). Hasil pengukuran yang telah dilakukan pada penelitian ini menunjukkan lingkungan di kampus II masih terbilang baik untuk pertumbuhan liken karena hasil pengukuran faktor lingkungan tidak berbeda jauh dari kondisi lingkungan optimal pertumbuhan liken.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, yakni *Principal Components (PCA)* (Gambar 3) dan *Canonical Correspondence (CCA)* (Gambar 4) menunjukkan adanya keterkaitan antara dua variabel, yakni faktor lingkungan yang meliputi suhu udara, kelembapan udara dan intensitas cahaya matahari dengan spesies dan jumlah koloni liken yang ditemukan pada lokasi penelitian. Jika dilihat pada grafik tersebut dapat diketahui spesies yang mendominasi pada lokasi penelitian pertama yakni di kampus II UIN Alauddin Makassar adalah spesies 2 (*Parmelia saxatilis*), 7 (*Lecanora thysanophora*), 11 (*Graphis* sp.1), 5 (*Physconia isiidigera*), dan 3 (*Parmelia* sp.2) serta beberapa spesies lain, sedangkan faktor lingkungan yang paling berpengaruh yakni suhu udara, dikarenakan kerapatan vegetasi yang cukup berjarak. Jika suatu lingkungan memiliki kerapatan vegetasi yang cukup berjarak, maka akan mempercepat laju penguapan air dan menyebabkan kelembapan udara rendah dan suhu akan meningkat. Berdasarkan hasil pengukuran faktor lingkungan, suhu udara di kampus II cukup tinggi sehingga sangat memengaruhi jenis liken yang dapat tumbuh pada lingkungan tersebut.



Gambar 3. *Principal Components Analysis (PCA)*



Gambar 4. Canonical Correlation Analysis (CCA)

Selain analisis PCA, dilakukan pula analisis CCA yang berfungsi untuk mengetahui korelasi antara dua variabel yang diujikan. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diketahui faktor lingkungan pada lokasi penelitian memiliki hubungan dengan tingkat keanekaragaman dari jenis liken yang ditemukan di kampus II UIN Alauddin Makassar. Suhu dan intensitas cahaya berpengaruh pada spesies 17 yaitu *Phlyctis argena*. Berdasarkan hasil dari kedua analisis yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa faktor lingkungan sangat memengaruhi keberadaan dan keanekaragaman liken pada suatu lingkungan. Selain melihat keterkaitan antara dua variabel, dapat pula diketahui mengenai jenis liken yang memiliki potensi sebagai bioindikator udara pada lingkungan. Adanya beberapa jenis liken yang memiliki jumlah koloni yang mendominasi pada suatu lingkungan menunjukkan kemampuan adaptasi yang tinggi dan mampu bertahan pada kondisi lingkungan yang kemungkinan telah tercemar oleh polutan. Adapun jenis liken yang potensial sebagai bioindikator udara berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan yaitu *Parmelia saxatillis*, *Lecanora thysanophora*, *Graphis* sp.1, *Physconia isiidigera* dan *Parmelia* sp.2.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa hasil pengamatan keragaman liken di Kampus II UIN Alauddin Makassar ditemukan sebanyak 28 spesies liken dengan tingkat keragaman sedang yaitu 2,59, tingkat keseragaman stabil yaitu 0,77 dan tingkat dominansi tergolong rendah yaitu 0,11. Berdasarkan hasil analisis, ditemukan beberapa jenis liken yang potensial dijadikan sebagai bioindikator udara yakni *Parmelia saxatillis*, *Lecanora thysanophora*, *Graphis* sp.1, *Physconia isiidigera* dan *Parmelia* sp.2.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A., & Hasibuan, F. A. (2019). Pengaruh dampak pencemaran udara terhadap kesehatan untuk menambah pemahaman masyarakat awam tentang bahaya dari polusi udara. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV*, 978–979.
- Anggraini, F. J., Oktapiani, R. R., Ilfan, F., & Rodhiyah, Z. (2021). Lichen sebagai bioindikator pencemaran udara di gerbang kota (gateway) Kota Jambi. *J. Daur Lingkung.*, 4(1), 6–11. <http://dx.doi.org/10.33087/daurling.v4i1.61>.
- Cung, K., Galvan, L., Osborne, H., & Spiegel, S. (2021). The effects of sunlight and slope on the lichen community of the sweeney granite mountains reserve. *Calif. Ecol. Conversat. Res.*, 5(2), 1–7. | <https://doi.org/10.21973/N3066N>.
- Ergantara, E., & Khikmawati, E. (2020). Analisis pemilihan jenis tanaman penyerap emisi udara dalam mendukung ruang terbuka hijau privat di Kecamatan Kemiling Kota Bandar Lampung. *J. Rekayasa*,

Teknol. dan Sains, 4(1), 7–12.

- Fandani, S. T., Sulistiyowati, H., & Setiawan, R. (2019). Tingkat pencemaran udara di Desa Silo dan Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember dengan menggunakan lichen sebagai indikator. *Berkala Sainstek*, 7(2), 39–42. <https://doi.org/10.19184/bst.v7i2.6861>.
- Mishra, G. K., & Upreti, D. K. (2016). Diversity and distribution of marco-lichen in Kumaun Himalaya Utarakhand. *Int. J. Advenced Res.*, 4(2), 912–925.
- Murningsih, M., & Husna, M. (2016). Jenis-jenis lichen di Kampus Undip Semarang. *J. Bioma*, 18(1), 20–29. <https://doi.org/10.14710/bioma.18.2.20-29>.
- Nunes, L., Burle, G., Gumboski, E. L., & Dechoum, M. (2019). Abiotic effects on the cover and richness of corticolous lichens on Araucaria Angustifolia Trunks. *Acta Bot. Brasilica*, 33(1), 21–28. <https://doi.org/10.1590/0102-33062018abb0095>.
- Riskanita, R., & Widowaty, Y. (2019). Upaya pemerintah daerah mengatasi kerusakan lingkungan akibat alih fungsi lahan berdasarkan konsep negara kesejahteraan. *J. Penelit. Huk.*, 28(2), 123–134. <https://doi.org/10.33369/jsh.28.2.123-135>.
- Roziaty, E. (2016). Review lichen : Karakteristik anatomis dan reproduksi,” *J. Pena Sains*, 3(1), 44–53. <https://doi.org/10.21107/jps.v3i1.1118>.
- Roziaty, E., & Utari, R. T. (2017). Jenis dan morfologi lichen fruticose di Kawasan Hutan Sekipan Desa Kalisoro Tawangmangu Karanganyar Jawa Tengah. *Proceeding Biology Conference*, 14: 114–117.
- Yuliani, R., Imaningsih, W., & Yuwati, T. W. (2021). Lichen sebagai bioindikator kualitas udara di kawasan penyangga Kota Banjarbaru. *J. Galam*, 2(1), 54–65. <https://doi.org/10.20886/Glm.2021.2.1.54-65>.
- Zuhri, A. R., & Marlina, L. (2018). Identifikasi jenis lichen di Kawasan Objek Wisata Teluk Wang Sakti. *J. Pendidik. Biol. Dan Biosains*, 1(2), 7–14.