

KEANEKARAGAMAN LUMUT KERAK (*LICHEN*) SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN UDARA

Lichen Diversity as A Bioindicator of Air Pollution

Karisma Cahyani¹, Elsa Fitriani², Slamet Mardiyanto Rahayu³

^{1,2,3}Universitas Islam Al-Azhar, Mataram, Indonesia

Email: cahyaniayis@gmail.com

Email: elsafitri564@gmail.com

Email: slametmardiyantorahayu84@gmail.com

Abstract

Air pollution is becoming an increasingly common environmental problem, driven by increasing human activity, such as transportation, industrial activity, and the use of fossil fuels. This condition can degrade air quality and potentially negatively impact the environment and the health of living things. Therefore, air quality monitoring is necessary to determine the level of pollution in an area. One approach that can be used is biomonitoring using bioindicator organisms. Lichens, or lichens, are organisms resulting from a symbiosis between fungi and algae that are known to be highly sensitive to changes in environmental conditions, particularly air quality. This study aims to examine the use of lichens as biomonitoring in detecting air pollution levels through a literature review method. The results of the study indicate that the presence, diversity, and morphological types of lichens are significantly influenced by air quality conditions in a region. Areas with good air quality generally have a higher lichen diversity than areas with high levels of pollution. Thus, lichens can be used as quite effective and relatively easy-to-implement biological indicators in environmental air quality monitoring.

Keywords: Air Pollution, Air Quality, Bioindicators, Biomonitoring, Lichen

Abstrak

Pencemaran udara menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang semakin sering terjadi seiring meningkatnya aktivitas manusia, seperti transportasi, kegiatan industri, serta penggunaan bahan bakar fosil. Kondisi tersebut dapat menurunkan kualitas udara dan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan maupun kesehatan makhluk hidup. Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi di suatu wilayah. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah biomonitoring dengan memanfaatkan organisme bioindikator. Lichen atau lumut kerak merupakan organisme hasil simbiosis antara jamur dan alga yang diketahui memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan, khususnya kualitas udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan lichen sebagai biomonitoring dalam mendeteksi tingkat pencemaran udara melalui metode studi literatur. Hasil kajian menunjukkan bahwa keberadaan, keanekaragaman, serta tipe morfologi lichen sangat dipengaruhi oleh kondisi kualitas udara pada suatu wilayah. Daerah dengan kualitas udara yang baik umumnya memiliki

keragaman lichen yang lebih tinggi dibandingkan wilayah dengan tingkat pencemaran yang tinggi. Dengan demikian, lichen dapat digunakan sebagai indikator biologis yang cukup efektif serta relatif mudah diterapkan dalam pemantauan kualitas udara lingkungan.

Kata Kunci: *Bioindikator, Biomonitoring, Kualitas Udara, Lichen, Pencemaran Udara*

PENDAHULUAN

Udara merupakan elemen vital dalam lingkungan yang sangat berperan penting bagi kelangsungan hidup, kualitas udara yang baik dapat menjadikan organisme berkembang dan menjalankan fungsi hidupnya secara maksimal. Menjaga dan meningkatkan kualitas udara menjadi suatu keharusan agar dapat memberikan dukungan optimal bagi kehidupan makhluk hidup (Dewi et al., 2021). Pencemaran udara telah menjadi masalah lingkungan yang serius di berbagai negara termasuk Indonesia.

Pencemaran udara adalah kondisi ketika udara mengandung zat, energi, atau komponen lain dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan, kehidupan makhluk hidup, serta mengganggu kenyamanan dan keseimbangan lingkungan. Menurut World Health Organization (2021), pencemaran udara merupakan kontaminasi udara luar maupun dalam ruangan oleh agen kimia, fisik, atau biologis yang mengubah sifat alami atmosfer. WHO juga menekankan bahwa polusi udara merupakan risiko lingkungan terbesar terhadap kesehatan manusia. Oleh karena itu, pemantauan dan penilaian kualitas udara menjadi sangat penting untuk mengetahui tingkat pencemaran dan mengambil tindakan yang tepat (Vandyck et al., 2020). Metode konvensional untuk mengukur kualitas udara seringkali memerlukan peralatan yang mahal dan kompleks. Namun, penggunaan bioindikator seperti Lichen telah terbukti menjadi alternatif yang efektif dan ekonomis untuk menilai kualitas udara (Winatama & Syafrudinn., 2023).

Pulau Lombok, yang terletak di kepulauan Sunda Kecil, dikenal karena kekayaan keanekaragaman hayatinya (Rahayu et al., 2025; Rahayu, et al., 2024; Rahayu et al., 2023; Rahayu et al., 2022) termasuk tumbuhan. Lichens merupakan organisme hasil persilangan dari bentuk simbiosis mutualisme antara jamur dengan alga dan helotisme yang dapat membentuk kesatuan morfologi yang berbeda antara satu organisme dengan organisme yang lain (Pratama & Trianto., 2020). Ascomycetes merupakan golongan fungi yang banyak menyusun tubuh dari lumut kerak ini, sedangkan alga yang ikut berperan dalam penyusunan tubuh lichens adalah alga golongan ganggang biru (Chanophyceae) dan ganggang hijau (Chlorophyceae) (Tjitrosoepomo., 2005). Fungi dan alga dalam tubuh Lichen mempunyai fungsinya masing masing. Fungi dalam lichen mempunyai peran sebagai penyedia struktur dan massa serta perlindungan terhadap tubuh Lichen, sedangkan alga mempunyai fungsi atau peran untuk menyediakan karbohidrat untuk tubuh Lichen (Mulyadi & Hasanuddin., 2014).

Terdapat beberapa metode dalam biomonitoring udara yaitu dengan mengetahui perubahan komunitas dan perubahan fisiologi. Beberapa organisme

baik hewan maupun tumbuhan yang dapat menjadi bioindikator pencemaran udara. Salah satu indicator biologi yang sering digunakan dalam biomonitoring udara ialah lichen. Lichen termasuk organisme yang sensitive terhadap polutan. Lichen mampu menyerap zat-zat kimia yang ada di udara dan dari air hujan. Terdapat berbagai lichen yang mampu berfungsi sebagai indikator pasif atau aktif, hal ini menjadikan lichen dapat dijadikan sebagai petunjuk dalam menelusuri polutan (Roziaty, 2021). Pada beberapa penelitian juga menyebutkan bahwa lichen memiliki manfaat sebagai indikator pencemaran udara. Semakin banyak jenis dan jumlah pada suatu daerah. Maka dapat dikatakan bahwa daerah tersebut memiliki tingkat polusi rendah dan juga sebaliknya (Susilawati, 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan kajian ini yang bertujuan untuk mengetahui biomonitoring pencemaran udara menggunakan lumut kerak (*lichen*).

METODE

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode tinjauan pustaka (*literature review*) sebagai desain utama kajian. Pemilihan metode ini didasarkan pada tujuan penelitian untuk mengumpulkan, menelaah, dan mensintesis berbagai pengetahuan serta temuan-temuan terdahulu yang relevan dengan topik yang diangkat. Melalui pendekatan ini, kajian diharapkan mampu membangun fondasi teoretis yang komprehensif sekaligus memberikan gambaran utuh mengenai perkembangan isu yang sedang diteliti dari waktu ke waktu.

Dalam proses pengumpulan data, kajian ini memanfaatkan secara maksimal berbagai referensi ilmiah yang bersumber dari tingkat nasional maupun internasional. Sumber-sumber literatur tersebut mencakup, namun tidak terbatas pada, artikel jurnal bereputasi, buku teks, prosiding konferensi, serta laporan penelitian terkait. Penggunaan literatur lintas negara dan skala ini bertujuan untuk memperluas perspektif kajian, membandingkan ragam temuan dari berbagai konteks, serta memastikan bahwa informasi yang dikumpulkan memiliki tingkat validitas dan kebaruan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Data dan informasi yang telah diseleksi dari berbagai literatur tersebut kemudian dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif. Pada tahapan ini, hasil kajian tidak diukur menggunakan instrumen statistik atau uji kuantitatif, melainkan diuraikan, dikategorikan, dan dikomparasikan secara sistematis dan naratif. Proses analisis deskriptif ini memungkinkan peneliti untuk memetakan pola, menemukan benang merah antar-referensi, serta menarik kesimpulan yang logis sehingga hasil temuan dapat dipahami dengan jelas dan mendalam oleh pembaca.

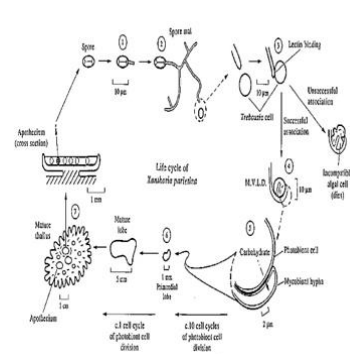
HASIL DAN PEMBAHASAN

Lichen merupakan salah satu organisme yang sering dimanfaatkan dalam kegiatan biomonitoring untuk menilai kondisi kualitas udara. Hal ini berkaitan dengan tingkat sensitivitasnya yang cukup tinggi terhadap berbagai jenis polutan

yang terdapat di atmosfer. Berbeda dengan tumbuhan tingkat tinggi, lichen tidak memiliki jaringan pelindung seperti kutikula maupun sistem perakaran. Akibatnya, proses penyerapan unsur hara dan zat kimia dari lingkungan berlangsung secara langsung melalui seluruh permukaan talusnya. Kondisi tersebut menyebabkan lichen mudah terpengaruh oleh perubahan kualitas udara, termasuk oleh keberadaan logam berat, sulfur dioksida, nitrogen oksida, maupun partikel debu yang banyak dihasilkan dari aktivitas industri dan transportasi. Oleh karena itu, perubahan pada struktur komunitas lichen sering dimanfaatkan sebagai indikator biologis untuk menggambarkan tingkat pencemaran udara di suatu wilayah.

Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan lichen sebagai bioindikator telah dilakukan di beberapa wilayah di Indonesia. Secara umum, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa daerah dengan kualitas udara yang relatif baik memiliki tingkat keanekaragaman lichen yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah yang memiliki aktivitas manusia yang intensif, seperti kawasan industri maupun daerah dengan lalu lintas kendaraan yang padat. Selain itu, bentuk morfologi talus lichen juga dapat memberikan gambaran mengenai kondisi lingkungan. Lichen dengan tipe foliose dan fruticose biasanya ditemukan pada wilayah yang memiliki tingkat polusi udara yang rendah. Sebaliknya, lichen dengan tipe crustose diketahui memiliki kemampuan toleransi yang lebih tinggi terhadap kondisi lingkungan yang tercemar. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa komposisi komunitas lichen dapat digunakan sebagai salah satu parameter biologis dalam menilai kualitas udara suatu wilayah.

Selain dipengaruhi oleh tingkat pencemaran udara, keberadaan lichen juga berkaitan dengan berbagai faktor lingkungan lainnya, seperti kelembapan udara, intensitas cahaya, suhu lingkungan, serta ketersediaan substrat sebagai tempat tumbuh. Penurunan kualitas udara dapat menyebabkan berkurangnya jumlah individu maupun variasi jenis lichen yang mampu bertahan hidup di suatu area. Pada kondisi lingkungan yang mengalami pencemaran tinggi, umumnya hanya beberapa jenis lichen yang memiliki tingkat toleransi tinggi terhadap polutan yang dapat bertahan. Oleh karena itu, analisis komunitas lichen dapat menjadi salah satu metode yang cukup efektif untuk menggambarkan kondisi kualitas udara secara alami tanpa memerlukan peralatan pemantauan yang rumit ataupun biaya yang besar.



Gambar 1. Lichen pada pohon jambu air di Kampus Universitas Islam Al-Azhar

Kemampuan lichen sebagai bioindikator berkaitan dengan cara organisme ini memperoleh nutrisi dari lingkungannya. Berbeda dengan tumbuhan tingkat tinggi yang menyerap unsur hara dari tanah melalui akar, lichen memperoleh sebagian besar nutrisi dari udara dan air hujan. Penyerapan tersebut terjadi melalui permukaan talus sehingga berbagai senyawa yang terdapat di atmosfer dapat dengan mudah masuk ke dalam jaringan tubuhnya. Akibatnya, berbagai zat pencemar seperti logam berat, sulfur dioksida, nitrogen oksida, maupun partikel debu dapat terakumulasi pada jaringan lichen.

Akumulasi zat pencemar tersebut kemudian dapat memengaruhi pertumbuhan, perubahan warna talus, hingga tingkat kelangsungan hidup lichen pada suatu wilayah. Ketika tingkat pencemaran udara meningkat, beberapa jenis lichen yang sensitif terhadap polutan akan mengalami penurunan pertumbuhan bahkan dapat menghilang dari suatu area. Sebaliknya, jenis lichen yang memiliki toleransi lebih tinggi terhadap kondisi tercemar masih dapat bertahan hidup meskipun jumlahnya relatif terbatas. Oleh karena itu, keberadaan serta variasi jenis lichen dapat memberikan gambaran mengenai kondisi kualitas udara di suatu wilayah. Semakin tinggi tingkat keanekaragaman lichen yang ditemukan, maka kualitas udara pada daerah tersebut cenderung semakin baik. Sebaliknya, rendahnya jumlah maupun variasi jenis lichen dapat menunjukkan bahwa lingkungan tersebut telah mengalami pencemaran udara.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa lichen (lumut kerak) memiliki potensi yang besar untuk digunakan sebagai bioindikator dalam pemantauan kualitas udara. Hal ini berkaitan dengan karakteristik lichen yang mampu menyerap berbagai senyawa dari atmosfer melalui permukaan talusnya, sehingga organisme ini sangat responsif terhadap keberadaan polutan di lingkungan. Zat pencemar seperti logam berat, sulfur dioksida, nitrogen oksida, maupun partikel debu dapat terakumulasi dalam jaringan lichen dan memengaruhi pertumbuhan serta keberlangsungan hidupnya. Keberadaan dan tingkat keanekaragaman lichen pada suatu wilayah dapat memberikan gambaran mengenai kondisi kualitas udara di lingkungan tersebut. Wilayah dengan kualitas udara yang relatif baik umumnya menunjukkan keragaman jenis lichen yang lebih tinggi. Sebaliknya, pada daerah dengan tingkat pencemaran udara yang tinggi, jumlah serta variasi jenis lichen cenderung lebih sedikit karena hanya beberapa jenis yang memiliki toleransi terhadap polutan yang mampu bertahan hidup. Pemanfaatan lichen sebagai bioindikator dapat menjadi salah satu pendekatan biomonitoring yang efektif dalam menilai kualitas udara.

Selain mudah diterapkan, metode ini juga relatif lebih ekonomis dibandingkan dengan penggunaan alat pemantauan udara yang bersifat teknis dan kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Firza Waliyyani Rimanda. (2025). Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Wonosalam dan Krian. *Environmental Pollution Journal*, 4 (3), 1075-1084.
- Jahja, S. D., Fitriyane Lihawa, & Dewi Wahyuni K. Baderan. (2024). Peran Lichen sebagai Bioindikator Pencemaran Logam berat Timbal (Pb) di udara. *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2 (1), 01-10.
- Rahayu, S.M., Batoro, J., Sukenti, S., Hakim, L. (2023). Ethnobotanical study of peraq api ritual in Sasak Tribe of Lombok Island, Indonesia and its potential for sustainable tourism. *Biodiversitas*, 24 (10), 5485-5494.
- Rahayu, S.M., Hakim, L., Batoro, J., Sukenti, K. (2022). Ethnobotany and conservation of Araceae of Sasak community in Ende, Sengkol Village, Central Lombok. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1097, 012044.
- Rahayu, S.M., Hakim, L., Batoro, J., Sukenti, K. (2024). Plant Diversity, Structure, and Composition of Vegetation in Kemal Muluq Forest, Lombok Island, Indonesia. *Applied Ecology and Environmental Research*, 22 (3), 2439-2453.
- Rahayu, S.M., Syuhriatin, Isti Dari Sofianti, Hakim, L. (2025). Wild Edible Plants Diversity and Its Potential for Supporting Food Security in Lombok Island, Indonesia. *Journal of Marine and Island Cultures*, 14 (3), 87-103.
- Rimanda, F.W. (2024). Lichen sebagai bioindikator kualitas udara di Wonosalam dan Krian. *Environmental Pollution Journal*, 4 (3), 1075-1084.
- Rofida, R. (2025). Modul Pembelajaran Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Roziaty, E., Santhyami, S., & Kusumadhani, A. I. (2021). Keanekaragaman lichen sebagai bioindikator kualitas udara di kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 7 (2).