

## BIOMONITORING PENCEMARAN UDARA MENGGUNAKAN LUMUT DAUN (*Bryopsida*)

### *Biomonitoring Air Pollution Using Leaf Moss (Bryopsida)*

Siratul Aini<sup>1</sup>, M. Zuhilmi<sup>2</sup>, Slamet Mardiyanto Rahayu<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Islam Al-Azhar, Mataram, Indonesia

<sup>1</sup>Email: [siratulaini092@gmail.com](mailto:siratulaini092@gmail.com)

<sup>2</sup>Email: [muhamadzuhilmi@gmail.com](mailto:muhamadzuhilmi@gmail.com)

<sup>3</sup>Email: [slamet.mardiyantorahayu84@gmail.com](mailto:slamet.mardiyantorahayu84@gmail.com)

#### **Abstract**

Air pollution is an increasing environmental problem due to human activities, such as industry and transportation, which produce various hazardous pollutants. One method that can be used to monitor air quality is biomonitoring using living organisms, such as bryophytes (*Bryopsida*). This study aims to determine the role and working mechanism of bryophytes as bioindicators of air pollution. The method used is a literature review by examining various relevant national and international scientific references, then analyzed descriptively. The results of the study indicate that bryophytes have the ability to absorb and accumulate air pollutants such as heavy metals (Pb, Cd, Hg) and pollutant gases (SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub>) directly through their entire body surface. In addition, bryophytes are also very sensitive to environmental changes, so changes in their condition and presence can reflect the level of air pollution. Thus, bryophytes can be used as effective, efficient, and accurate bioindicators in air quality monitoring.

**Keywords:** Bioindicator, Leaf moss, Pollution

#### **Abstrak**

Pencemaran udara merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin meningkat akibat aktivitas manusia, seperti industri dan transportasi, yang menghasilkan berbagai polutan berbahaya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memantau kualitas udara adalah biomonitoring menggunakan organisme hidup, seperti lumut daun (*Bryopsida*). Kajian ini bertujuan untuk mengetahui peran dan mekanisme kerja lumut daun sebagai bioindikator pencemaran udara. Metode yang digunakan adalah literature review dengan mengkaji berbagai referensi ilmiah nasional dan internasional yang relevan, kemudian dianalisis secara deskriptif. Hasil kajian menunjukkan bahwa lumut daun memiliki kemampuan menyerap dan mengakumulasi polutan udara seperti logam berat (Pb, Cd, Hg) serta gas pencemar (SO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub>) secara langsung melalui seluruh permukaan tubuhnya. Selain itu, lumut juga sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, sehingga perubahan kondisi dan keberadaannya dapat mencerminkan tingkat pencemaran udara. Dengan demikian, lumut daun dapat digunakan sebagai bioindikator yang efektif, efisien, dan akurat dalam pemantauan kualitas udara.

**Kata Kunci:** Bioindikator, Lumut daun, Pencemaran

## **PENDAHULUAN**

Lombok merupakan salah satu pulau yang terletak di Kepulauan Sunda Kecil, menyimpan kekayaan keanekaragaman hayati (Rahayu et al., 2025; Rahayu, et al., 2024; Rahayu et al., 2023; Rahayu et al., 2022) termasuk lumut.

Pencemaran atau polusi adalah masuk atau dimasukkannya mahluk hidup, zat, energi dan/ atau komponen lain ke dalam air atau udara. Pencemaran juga bisa berarti berubahnya tatanan (komposisi) air atau udara oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas air/ udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran terhadap lingkungan dapat terjadi di mana saja dengan laju yang sangat cepat, dan beban pencemaran yang semakin berat akibat limbah industri dari berbagai bahan kimia termasuk logam berat. Pencemaran lingkungan terjadi bila daur materi dalam lingkungan hidup mengalami perubahan sehingga keseimbangan dalam hal struktur maupun fungsinya terganggu. Ketidakeimbangan struktur dan fungsi daur materi terjadi karena proses alam atau juga karena perbuatan manusia. Definisi Pencemaran Tanah (contributors, 2026).

Pertumbuhan aktivitas ekonomi dan urbanisasi yang cukup tinggi baik diperkotaan dan subperkotaan berpo tensi besar dalam peningkatan pengunaan konsumsi energi, seperti pada kebutuhan bahan bakar guna pembangkit tenaga listrik, tungku-tungku induksi dan transportasi. Pembakaran bahan bakar ini merupakan sumber-sumber pencemar utama yang dilepaskan ke udara, seperti CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, SPM (suspended particulate matter), O<sub>x</sub> dan berbagai logam berat. Dari studi-studi literatur digambarkan bahwa secara global sektor transportasi sebagai tulang punggung aktifitas manusia mempunyai kontribusi yang cukup besar bagi pencemaran udara, 44 % TSP [total suspended particulate), 89 % hidrokarbon, 100 % PB, dan 73 % NO<sub>x</sub> Sementara dari data inventarisasi Bapedal menunjukkan bahwa di Jakarta emisi yang dilepaskan ke udara sebagai dampak penggunaan konsumsi energi mencakup 15 % TSP, 16 % NO<sub>x</sub>, dan 63 % SO<sub>x</sub>. Berlebihnya tingkat konsentrasi zat pencemar seperti tersebut di atas, hingga melampaui ambang batas toleransi yang diperkenankan akan mempunyai dampak negatif yang berbahaya terhadap lingkungan, baik bagi manusia, tumbuhan-tumbuhan, hewan dan rusaknya benda-benda (material) serta berpengaruh pada kualitas air hujan (hujan asam), yang berakibat pada mata rantai berikutnya yaitu pada ekosistem flora dan fauna (Siregar, 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan kajian ini yang bertujuan untuk mengetahui biomonitoring pencemaran udara menggunakan lumut daun (*Bryopsida*). Lumut daun dipilih karena memiliki kemampuan menyerap dan mengakumulasi polutan udara, seperti logam berat dan partikel berbahaya, secara langsung dari atmosfer melalui seluruh permukaan tubuhnya. Selain itu, tidak adanya kutikula dan sistem akar sejati membuat lumut sangat sensitif terhadap perubahan kualitas udara di sekitarnya. Oleh karena itu,

keberadaan, kelimpahan, serta kandungan zat pencemar dalam jaringan lumut dapat dijadikan indikator biologis untuk menilai tingkat pencemaran udara di suatu wilayah.

## **METODE**

Kajian ini merupakan *literature review* yang bertujuan untuk mengkaji biomonitoring pencemaran udara menggunakan lumut daun (Bryopsida) dengan memanfaatkan berbagai referensi ilmiah baik dari sumber nasional maupun internasional. Referensi yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, buku teks, serta laporan penelitian yang relevan dan memiliki kredibilitas tinggi. Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara menelaah, membandingkan, dan mensintesis hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan kemampuan lumut daun dalam menyerap dan mengakumulasi polutan udara. Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dengan cara menguraikan, menjelaskan, serta menginterpretasikan informasi secara sistematis sehingga diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai peran lumut daun sebagai bioindikator dalam menilai tingkat pencemaran udara.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Peran Penting Lumut Daun Sebagai Bioindikator**

Lumut daun (Bryopsida) memiliki peran penting sebagai bioindikator pencemaran udara karena karakteristik morfologi dan fisiologinya yang unik. Lumut tidak memiliki akar sejati dan kutikula tebal, sehingga mampu menyerap air, nutrien, dan polutan langsung dari atmosfer melalui seluruh permukaan tubuhnya. Polutan seperti logam berat (Pb, Cd, Hg) serta gas pencemar seperti SO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> dapat terakumulasi dalam jaringan lumut. Selain itu, lumut sangat sensitif terhadap perubahan kualitas lingkungan, sehingga perubahan pada kelimpahan, struktur komunitas, maupun kondisi fisiologisnya dapat mencerminkan tingkat pencemaran udara di suatu wilayah.

Selain kemampuannya dalam menyerap polutan, lumut daun juga mampu mengakumulasi zat pencemar dalam jangka waktu yang relatif lama, sehingga efektif digunakan untuk pemantauan lingkungan secara berkelanjutan. Distribusinya yang luas dan mudah ditemukan di berbagai habitat menjadikan lumut sebagai objek penelitian yang praktis. Di samping itu, karena tidak bergantung pada tanah, kandungan polutan dalam lumut lebih merepresentasikan kondisi udara dibandingkan media lainnya. Dengan demikian, penggunaan lumut daun sebagai bioindikator tidak hanya efisien secara biaya, tetapi juga memberikan informasi yang akurat dalam menilai tingkat pencemaran udara.



Gambar 1. Lumut Daun pada Berbagai Substrat

### **Cara Kerja Lumut Daun Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara**

Lumut daun (Bryopsida) bekerja sebagai bioindikator pencemaran udara melalui mekanisme penyerapan dan akumulasi polutan secara langsung dari atmosfer. Karena tidak memiliki akar sejati dan lapisan kutikula yang tebal, seluruh permukaan tubuh lumut berfungsi sebagai area penyerapan. Air hujan, debu, serta partikel udara yang mengandung polutan seperti logam berat (Pb, Cd, Hg) dan gas pencemar (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) akan menempel dan kemudian masuk ke dalam jaringan lumut melalui proses difusi dan pertukaran ion. Polutan tersebut selanjutnya terikat pada dinding sel atau tersimpan dalam vakuola, sehingga terakumulasi di dalam tubuh lumut.

Selain itu, lumut menunjukkan respons biologis terhadap paparan pencemar, sehingga dapat digunakan sebagai indikator tingkat kualitas udara. Pada lingkungan dengan pencemaran tinggi, lumut biasanya mengalami perubahan seperti penurunan pertumbuhan, perubahan warna (misalnya menjadi kecokelatan atau mengering), serta berkurangnya keanekaragaman jenis. Dalam penelitian, kandungan polutan dalam jaringan lumut dapat dianalisis di laboratorium untuk mengetahui tingkat pencemaran, sedangkan keberadaan dan kondisi lumut di lapangan memberikan gambaran cepat (indikator visual) tentang kualitas udara di suatu wilayah. Dengan demikian, lumut daun berfungsi sebagai alat pemantauan alami yang efektif, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

### **KESIMPULAN**

Lumut daun (Bryopsida) memiliki peran yang sangat penting sebagai bioindikator pencemaran udara karena kemampuannya dalam menyerap dan mengakumulasi polutan secara langsung dari atmosfer. Karakteristik morfologi yang tidak memiliki akar sejati dan kutikula tebal membuat lumut sangat sensitif terhadap perubahan kualitas udara. Selain itu, lumut mampu menunjukkan respons biologis terhadap paparan pencemar, sehingga dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat pencemaran di suatu wilayah.

### **DAFTAR PUSTAKA**

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., Hakim, L., Batoro, J., Sukenti, K. (2025). *Flora Arecaceae sekitar Mandalika*. Banyumas: Ganesha Kreasi Semesta.
- 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.
- Siregar, E. B. M. (2017). Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara pada Lingkungan. *Berita Dirgantara*, 2(1), 7.  
[http://jurnal.lapan.go.id/index.php/berita\\_dirgantara/article/view/687/605%0Ahttp://jurnal.lapan.go.id/index.php/berita\\_dirgantara/article/view/687](http://jurnal.lapan.go.id/index.php/berita_dirgantara/article/view/687/605%0Ahttp://jurnal.lapan.go.id/index.php/berita_dirgantara/article/view/687)