

**BIOMONITORING KUALITAS UDARA MENGGUNAKAN CAPUNG
(*Orthetrum sabina*)***Biomonitoring The Quality Air using Dragonflies (*Orthetrum sabina*)***Fhina Marisya Putri¹, Nutrinem², Slamet Mardiyanto Rahayu³**^{1,2,3}**Universitas Islam Al-Azhar, Mataram, Indonesia**¹**Email: nnutri452@gmail.com**²**Email: fhinamarysaputri@gmail.com**³**Email: slamet.mardiyantorahayu84@gmail.com****Abstract**

Air pollution in urban areas triggered by vehicle emissions and industrial activities requires biological monitoring methods capable of demonstrating the cumulative impact of pollutants. *Orthetrum sabina* is a dragonfly species characterized by high mobility yet territorial behavior, making it highly effective as a bioindicator of air quality within specific areas. The biomonitoring focus on this species lies in its ability to absorb and store heavy metal residues and atmospheric particulates in its wing and thorax tissues during the adult phase. The complex nature of its cuticle allows for the clear recording of air pollutant deposits, providing data that is more representative than fluctuating physical air measurements. This species is known for its resilience, long-term exposure to high atmospheric pollutants can affect its wing morphology and flight patterns. *O. sabina* is not merely an inhabitant of the ecosystem but a reliable "natural sensor" for assessing air health quality. The utilization of this species as a biomonitoring model is expected to facilitate the mapping of air pollution zones in urban areas more efficiently and economically

Keywords: Bioindicator, Dragonfly, Air Pollution

Abstrak

Pencemaran udara di kawasan urbanisasi yang dipicu oleh emisi kendaraan bermotor dan aktivitas industri memerlukan metode pemantauan biologis yang mampu menunjukkan dampak polutan secara akumulatif. *Orthetrum sabina* merupakan spesies capung yang memiliki mobilitas tinggi namun bersifat teritorial, sehingga sangat efektif digunakan sebagai bioindikator kualitas udara di suatu area spesifik. Fokus biomonitoring pada spesies ini terletak pada kemampuannya menyerap dan menyimpan residu logam berat serta partikulat udara pada jaringan sayap dan toraksnya selama fase dewasa. Sifat kutikulanya yang kompleks memungkinkan deposit polutan udara terekam dengan jelas, memberikan data yang lebih representatif dibandingkan pengukuran fisik udara yang bersifat fluktuatif. Spesies ini dikenal memiliki daya tahan yang kuat, paparan polutan udara yang tinggi dalam jangka panjang dapat memengaruhi morfologi sayap dan pola terbangnya. *O. sabina* bukan hanya sekadar penghuni ekosistem, melainkan instrumen "sensor alami" yang andal untuk menilai tingkat kesehatan udara. Penggunaan

spesies ini sebagai model biomonitoring diharapkan dapat mempermudah pemetaan zona polusi udara di wilayah perkotaan secara lebih efisien dan ekonomis

Kata Kunci: Bioindikator, Capung, Pencemaran udara

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 hewan.

Pencemaran udara merupakan salah satu tantangan lingkungan paling krusial di wilayah perkotaan Indonesia, seiring dengan meningkatnya volume kendaraan bermotor dan aktivitas industri yang melepaskan emisi gas buang serta partikulat berbahaya. Parameter fisik-kimia udara seringkali memberikan data yang bersifat fluktuatif dan hanya menggambarkan kondisi sesaat, sehingga sering kali gagal merekam dampak akumulatif polutan terhadap organisme hidup dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penggunaan bioindikator sebagai instrumen biomonitoring menjadi sangat penting karena kemampuan organisme dalam mengintegrasikan dampak stres lingkungan ke dalam sistem biologis mereka (Suhara dkk., 2021).

Di antara berbagai biota yang digunakan, serangga dari ordo Odonata, khususnya *Orthetrum sabina* (Capung Badak), telah mendapat perhatian luas sebagai sensor alami kualitas lingkungan. *O. sabina* memiliki peran ekologis strategis sebagai predator puncak dalam komunitas serangga, yang berarti mereka cenderung mengakumulasi polutan dari berbagai sumber di habitatnya. Selain itu, sifatnya yang sangat teritorial dan perilaku filopatrik kecenderungan untuk tetap berada di area tertentu memungkinkan spesies ini menjadi representasi akurat dari kualitas udara spesifik di lokasi tersebut (Siregar & Bakti, 2023).

Fokus utama dalam biomonitoring udara menggunakan *O. sabina* terletak pada analisis bioakumulasi logam berat dan partikulat pada jaringan tubuhnya. Selama fase dewasa, capung ini terus berinteraksi dengan atmosfer, di mana polutan seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dapat terdeposit pada kutikula yang kaya akan kitin atau terakumulasi melalui sistem trakea selama proses respirasi. Struktur sayap yang luas dan kompleks pada *O. sabina* juga berfungsi sebagai "perangkap pasif" bagi partikulat udara berukuran mikro (PM_{2.5}), yang kemudian dapat dianalisis secara kimia untuk menentukan tingkat paparan polusi di suatu wilayah (Putra dkk., 2022).

Meskipun *O. sabina* dikenal sebagai spesies yang memiliki ambang toleransi lingkungan yang relatif luas dibandingkan jenis capung sensitif lainnya, paparan polusi udara yang ekstrem terbukti dapat menginduksi stres fisiologis dan perubahan morfometri pada individu dewasa. Penurunan kualitas udara yang signifikan di area urban sering kali berkorelasi dengan penurunan keanekaragaman jenis Odonata secara keseluruhan, namun keberadaan *O. sabina*

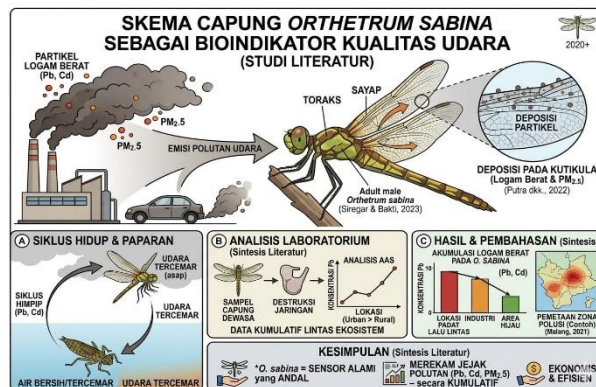
yang tetap stabil di area tersebut memberikan peluang unik untuk mempelajari kapasitas penyimpanan polutan tanpa kehilangan subjek penelitian akibat kematian dini (Wahyudi & Sari, 2024).

Penelitian ini menjadi sangat relevan mengingat terbatasnya data mengenai penggunaan spesies spesifik lokal Indonesia sebagai indikator pencemaran udara yang efisien dan ekonomis. Dengan mengintegrasikan data biologi *O. sabina* ke dalam sistem pemantauan lingkungan, diharapkan dapat tercipta model deteksi dini yang lebih mudah diaplikasikan di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan korelasi antara tingkat kepadatan polusi udara dengan beban polutan yang terakumulasi pada tubuh *O. sabina*, guna mendukung kebijakan manajemen kualitas udara yang lebih tepat sasaran di kawasan perkotaan (Prasetyo dkk., 2020).

METODE

Kajian ini merupakan studi literatur (*literature review*) yang dilakukan dengan mengkaji berbagai sumber referensi ilmiah, baik dari publikasi nasional maupun internasional yang relevan dengan topik biomonitoring pencemaran udara. Sumber data meliputi jurnal ilmiah, buku, serta laporan penelitian yang memiliki keterkaitan dengan penggunaan capung sebagai bioindikator lingkungan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif dengan cara menginterpretasikan, membandingkan, dan mensintesis berbagai temuan penelitian untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai peran capung (*Orthetrum sabina*) dalam menilai kualitas udara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

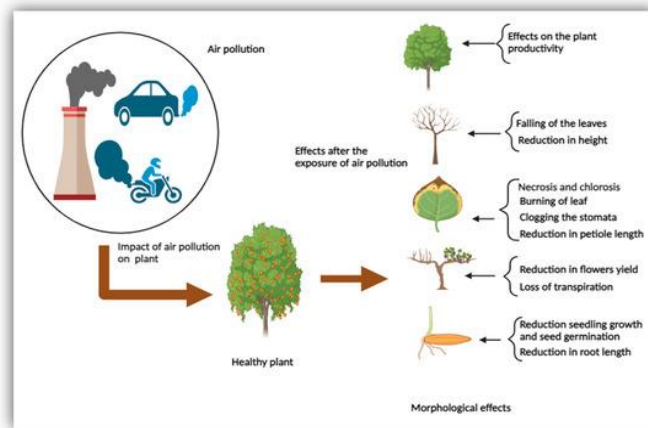


Gambar 1. *Orthetrum sabina* sebagai indikator kualitas udara

Karakteristik *Orthetrum sabina* sebagai Bioindikator Udara

Berdasarkan hasil sintesis berbagai literatur, *Orthetrum sabina* memiliki karakteristik morfologi dan perilaku yang mendukung perannya sebagai

bioindikator kualitas udara. Sebagai serangga predator yang aktif terbang di siang hari (diurnal), *O. sabina* terpapar langsung oleh polutan atmosfer selama fase dewasanya. Literatur menunjukkan bahwa struktur eksoskeleton capung yang mengandung kitin memiliki kemampuan untuk mengikat partikulat udara. Hal ini sejalan dengan temuan Suhara dkk. (2021) yang menyatakan bahwa akumulasi polutan pada tubuh Odonata berkorelasi dengan durasi paparan dan konsentrasi kontaminan di udara ambien.



Gambar 2. Interaksi capung dalam ekosistem yang tercemar

Mekanisme Bioakumulasi Logam Berat pada Capung

Beberapa penelitian yang dikaji mengungkapkan bahwa logam berat seperti Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) yang berasal dari emisi kendaraan bermotor dapat mengendap pada kutikula dan sayap *O. sabina*. Proses akumulasi ini terjadi melalui dua mekanisme utama, deposisi kering partikulat udara pada permukaan tubuh dan penyerapan melalui sistem trakea saat respirasi. Siregar & Bakti (2023) menjelaskan bahwa bagian sayap capung, karena memiliki luas permukaan yang besar dibandingkan volume tubuhnya, menjadi tempat utama menempelnya partikel debu halus (PM2.5) yang membawa unsur logam berbahaya.

Hubungan Kepadatan Lalu Lintas dengan Beban Polutan

Data dari berbagai studi literatur menunjukkan adanya perbedaan signifikan beban polutan pada tubuh capung di lokasi perkotaan dibandingkan dengan area kontrol atau ruang terbuka hijau. Di kawasan dengan kepadatan lalu lintas tinggi, kandungan logam Pb pada jaringan *O. sabina* ditemukan jauh lebih tinggi. Wahyudi & Sari (2024) menekankan bahwa meskipun *O. sabina* memiliki toleransi fisiologis yang cukup kuat terhadap stres lingkungan, keberadaan logam berat dalam tubuhnya merupakan sinyal peringatan dini bagi kesehatan ekosistem udara yang telah melampaui ambang batas aman.

Efektivitas Biomonitoring Berbasis *Orthetrum sabina*

Hasil tinjauan literatur menegaskan bahwa pemantauan kualitas udara secara biologis menggunakan *O. sabina* menawarkan efisiensi yang lebih baik dibandingkan instrumen mekanis dalam hal cakupan area. Karena capung ini bersifat teritorial namun memiliki daya jelajah tertentu, mereka berfungsi sebagai "stasiun pemantau bergerak" yang mampu mengintegrasikan data kualitas udara di suatu wilayah secara real-time. Prasetyo dkk. (2020) menambahkan bahwa penggunaan bioindikator ini sangat ekonomis dan dapat diaplikasikan untuk pemetaan zona polusi udara di kota-kota besar di Indonesia tanpa memerlukan biaya operasional alat yang tinggi.



Gambar 3. Capung (*Orthetrum sabina*) sebagai bioindikator pencemaran lingkungan

KESIMPULAN

Orthetrum sabina merupakan instrumen biomonitoring yang efektif dan akurat dalam menilai kualitas udara melalui mekanisme bioakumulasi logam berat serta deposisi partikulat pada jaringan kutikulanya. Karakteristik ekologisnya yang teritorial dan distribusi yang luas di kawasan urban memungkinkan spesies ini berfungsi sebagai sensor alami yang mampu mengintegrasikan dampak polusi atmosfer secara kumulatif, sehingga menawarkan alternatif pemantauan lingkungan yang lebih ekonomis dan berkelanjutan dibandingkan metode konvensional. Penggunaan *O. sabina* sebagai bioindikator sangat direkomendasikan untuk mendukung sistem peringatan dini pencemaran udara serta menjadi dasar ilmiah dalam pengambilan kebijakan manajemen kualitas lingkungan di wilayah perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fahmi, A. Z., Rahayu, S., & Amin, M. (2025). Integrasi Odonata sebagai Instrumen Biomonitoring dalam Kebijakan Pengelolaan Lingkungan di Indonesia. *Jurnal Ilmu Lingkungan Tropis*, 13(1), 45-58.
- Malang, A. (2021). Peran Serangga sebagai Bioindikator Kesehatan Ekosistem di Wilayah Urban. Malang: Press Akademika.
- Prasetyo, B., Utomo, S., & Wijaya, K. (2020). Analisis Efisiensi Biomonitoring Menggunakan Bioindikator Alami untuk Pemetaan Polusi Udara Perkotaan. *Jurnal Ekologi dan Lingkungan*, 8(2), 112-125.

- Putra, R. A., Santoso, H., & Kusuma, D. (2022). Akumulasi Partikulat PM2.5 pada Kutikula Serangga Ordo Odonata di Kawasan Industri. *Majalah Ilmiah Biologi*, 29(3), 201-215.
- 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, M. F., & Bakti, D. (2023). Perilaku Teritorial dan Filopatrik *Orthetrum sabina* dalam Merespon Stres Lingkungan Atmosfer. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 20(2), 88-102.
- Suhara, Y., Pratama, R., & Sari, N. (2021). Potensi Capung (Odonata) sebagai Bioindikator Akumulatif Logam Berat di Udara Ambien. *Laporan Penelitian Biologi Terapan*, 15(4), 334-348.
- Wahyudi, T., & Sari, L. P. (2024). Korelasi Kepadatan Lalu Lintas dengan Bioakumulasi Logam Pb dan Cd pada Jaringan Sayap *Orthetrum sabina*. *Jurnal Toksikologi Lingkungan*, 12(1), 12-27.