



# **SIMULASI IDENTIFIKASI MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DI UNIVERSITAS NIAS**

**James Hendrafor Gea<sup>1)</sup>, Andika Taufik Perdamaian Telaumbanua<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Email: [jamesgea176@gmail.com](mailto:jamesgea176@gmail.com)

<sup>2)</sup>Program Studi Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Email: [andikataufikperdamaiaandelau@gmail.com](mailto:andikataufikperdamaiaandelau@gmail.com)

## **Abstract**

Macroenthos are benthic organisms measuring more than 0.5 mm that live at the bottom of waters such as rivers, lakes, and seas. These organisms play a crucial role in maintaining the balance of aquatic ecosystems, both as decomposers of organic matter, as part of the food chain, and as bioindicators of aquatic environmental quality. This study aims to identify macroenthos species through image-based visual simulations and to evaluate the potential of each species in indicating water quality conditions. The methods used include morphological classification using simple identification keys, group discussions, and analysis of species tolerance levels to pollution. Five species were identified: *Perna viridis*, *Scylla serrata*, *Litopenaeus vannamei*, *Nereis virens*, and *Panulirus versicolor*, which showed varying tolerance levels to water pollution from low to high. These findings reinforce the use of macroenthos as an effective and economical biological monitoring tool, particularly in educational activities and water resource management. Visual simulations have proven to be a relevant method for enhancing students' understanding of aquatic biodiversity while raising awareness of the importance of aquatic environmental quality.

**Keywords:** macrozoobenthos, bioindicators, water quality, identification, visual simulation

## **Abstrak**

Makrozoobentos merupakan organisme bentik berukuran lebih dari 0,5 mm yang hidup di dasar perairan seperti sungai, danau, dan laut. Organisme ini memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem akuatik, baik sebagai pengurai bahan organik, bagian dari rantai makanan, maupun sebagai bioindikator kualitas lingkungan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis makrozoobentos melalui metode simulasi visual berbasis gambar, serta mengevaluasi potensi masing-masing spesies dalam menunjukkan kondisi kualitas air. Metode yang digunakan mencakup klasifikasi morfologi menggunakan kunci identifikasi sederhana, diskusi kelompok, dan analisis tingkat toleransi spesies terhadap pencemaran. Lima spesies berhasil diidentifikasi, yaitu *Perna viridis*, *Scylla serrata*, *Litopenaeus vannamei*, *Nereis virens*, dan *Panulirus versicolor*, yang menunjukkan variasi toleransi dari rendah hingga tinggi terhadap pencemaran air. Temuan ini memperkuat penggunaan makrozoobentos sebagai alat monitoring biologis yang efektif dan ekonomis, terutama dalam kegiatan edukasi dan pengelolaan sumber daya air. Simulasi visual terbukti menjadi metode yang relevan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap keanekaragaman hayati akuatik sekaligus meningkatkan kesadaran akan pentingnya kualitas lingkungan perairan.

**Kata kunci:** makrozoobentos, bioindikator, kualitas air, identifikasi, simulasi visual



## PENDAHULUAN

Ekosistem perairan merupakan bagian penting dari biosfer yang mendukung kehidupan beragam organisme dan menyediakan berbagai jasa ekosistem, seperti penyediaan air bersih, perikanan, transportasi, dan rekreasi. Ekosistem ini terbentuk melalui interaksi kompleks antara komponen abiotik (seperti suhu, pH, salinitas, dan substrat) dan komponen biotik, seperti fitoplankton, nekton, dan bentos. Salah satu komponen biotik yang sering digunakan dalam kajian ekologis adalah makrozoobentos, yaitu organisme hewan yang hidup menetap di dasar perairan dengan ukuran tubuh lebih dari 0,5 mm dan dapat diamati tanpa bantuan mikroskop (Putra et al., 2020).

Makrozoobentos memainkan peran penting dalam ekosistem akuatik. Mereka terlibat dalam proses daur ulang materi organik melalui aktivitas penguraian, membantu stabilisasi sedimen, dan menjadi sumber makanan utama bagi organisme tingkat trofik lebih tinggi seperti ikan, udang, dan burung air. Selain peran ekologisnya, makrozoobentos juga memiliki nilai fungsional sebagai bioindikator. Karena sebagian besar dari mereka menetap di substrat dasar dan memiliki siklus hidup yang relatif panjang, makrozoobentos dapat mencerminkan kondisi lingkungan akuatik secara kumulatif dalam jangka waktu tertentu (Akbar et al., 2022; Valentino et al., 2022).

Dalam kajian kualitas air, kehadiran atau ketiadaan spesies tertentu dari kelompok makrozoobentos dapat menunjukkan tingkat pencemaran atau perubahan ekosistem. Spesies yang sensitif terhadap polusi, seperti dari ordo Ephemeroptera dan Plecoptera, umumnya hanya ditemukan di perairan dengan kualitas sangat baik. Sebaliknya, spesies seperti *Tubifex* dan *Chironomus* yang toleran terhadap kondisi hipoksia dan bahan organik tinggi, lebih banyak ditemukan di perairan tercemar (Janah et al., 2024; Rofik & Mokhtar, 2021). Oleh karena itu, pemantauan kualitas air berbasis bioindikator dianggap lebih akurat dan efisien dibandingkan metode kimia semata, karena mempertimbangkan respon biologis organisme terhadap perubahan lingkungan.

Di lingkungan pendidikan, khususnya dalam program studi sumber daya akuatik, penting bagi mahasiswa untuk memahami secara langsung peran dan identifikasi makrozoobentos. Salah satu metode pembelajaran yang efektif adalah praktikum berbasis simulasi visual, terutama dalam situasi di mana pengamatan langsung di lapangan sulit dilakukan. Praktikum ini menggabungkan elemen visualisasi spesies dengan diskusi taksonomi dan ekologi, memberikan pengalaman belajar yang menyeluruh baik dari segi kognitif maupun psikomotorik (Paramitadevi et al., 2021).

Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis makrozoobentos melalui pendekatan simulasi visual berbasis gambar, menilai tingkat toleransi spesies terhadap pencemaran, serta mengevaluasi potensi penggunaan makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air. Selain itu, kegiatan ini dimaksudkan untuk meningkatkan keterampilan identifikasi morfologis mahasiswa dan memperkuat pemahaman mereka terhadap hubungan antara keanekaragaman hayati dasar perairan dan kondisi lingkungan sekitarnya.

## TINJAUAN PUSTAKA

Makrozoobentos adalah kelompok organisme benthik yang hidup menetap di dasar perairan dan terdiri atas berbagai filum seperti Mollusca, Annelida, dan Arthropoda (khususnya Crustacea). Organisme ini umumnya berukuran lebih dari 0,5 mm dan dapat diamati tanpa bantuan mikroskop. Keberadaan makrozoobentos sangat berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem akuatik, antara lain dalam proses penguraian bahan organik, daur ulang nutrisi, dan sebagai sumber pakan alami bagi ikan dan satwa air lainnya (Putra et al., 2020).

Kondisi fisik dan kimia perairan seperti suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, substrat dasar, dan kandungan bahan organik sangat mempengaruhi kelimpahan serta struktur komunitas makrozoobentos. Menurut Janah et al. (2024), perubahan kecil dalam parameter kualitas air dapat menyebabkan pergeseran komposisi komunitas makrozoobentos, terutama hilangnya spesies yang sensitif



dan dominannya spesies yang toleran. Hal ini menjadikan makrozoobentos sebagai bioindikator ekologis yang sangat penting dalam memantau kualitas dan kesehatan lingkungan perairan secara biologis.

Setiap spesies makrozoobentos memiliki tingkat toleransi berbeda terhadap pencemaran. Misalnya, spesies seperti *Perna viridis* (kerang hijau), *Chironomus* (larva nyamuk), dan *Tubifex* (cacing lumpur) diketahui memiliki toleransi tinggi terhadap kadar organik dan kondisi hipoksia, sehingga sering ditemukan di perairan tercemar (Akbar, 2022). Sebaliknya, ordo *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, dan *Trichoptera* (EPT) dikenal sangat sensitif terhadap gangguan lingkungan dan hanya dapat hidup di perairan dengan kualitas baik, sehingga sering digunakan dalam analisis indeks biotik (Valentino et al., 2022).

Indeks biotik berbasis makrozoobentos telah banyak digunakan di berbagai negara sebagai alat evaluasi kualitas air karena dianggap lebih representatif dibandingkan metode kimia yang bersifat sesaat. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa makrozoobentos merekam dampak pencemaran dalam jangka panjang dan memberikan informasi yang lebih stabil tentang kondisi lingkungan. Indeks seperti BMWP (Biological Monitoring Working Party), FBI (Family Biotic Index), dan LQI (Lotic-invertebrate Quality Index) banyak diaplikasikan dalam studi kualitas air (Oktafitria et al., 2024).

Selain itu, keberadaan makrozoobentos juga menunjukkan proses ekologis penting seperti bioturbasi (pengadukan substrat oleh aktivitas organisme), filtrasi, serta remineralisasi nutrisi di sedimen dasar. Interaksi mereka dengan lingkungan juga dipengaruhi oleh tipe substrat seperti pasir, lumpur, atau kerikil, dan oleh ketersediaan bahan organik sebagai sumber energi. Syah et al. (2023) menambahkan bahwa keberadaan jenis-jenis tertentu dapat menjadi indikator langsung terhadap sumber pencemar, misalnya limbah domestik, limbah pertanian, atau logam berat dari aktivitas industri.

Dengan demikian, makrozoobentos tidak hanya penting dalam konteks ekologi dasar, tetapi juga sangat relevan dalam pengelolaan sumber daya air, pemantauan

pencemaran, serta pendidikan dan pelatihan lingkungan. Oleh karena itu, pemahaman terhadap struktur, fungsi, dan nilai indikator dari makrozoobentos menjadi aspek penting dalam kajian manajemen kualitas air.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi jenis-jenis makrozoobentos melalui media simulasi visual, memahami karakter morfologi dan tingkat toleransinya terhadap pencemaran, serta mengevaluasi kelayakannya sebagai bioindikator dalam penilaian kualitas perairan.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui praktikum simulasi visual pada bulan Juni 2025 di Universitas Nias. Praktikum ini bertujuan untuk mengidentifikasi makrozoobentos berdasarkan morfologi dan tingkat toleransinya terhadap pencemaran. Lima spesies yang diamati yaitu *Perna viridis*, *Scylla serrata*, *Litopenaeus vannamei*, *Nereis virens*, dan *Panulirus versicolor*. Simulasi dilakukan dengan menampilkan gambar digital spesimen di layar kelas. Mahasiswa mengamati ciri morfologi, habitat, dan menentukan tingkat toleransi terhadap polusi menggunakan kunci identifikasi sederhana. Hasil pengamatan dicatat pada lembar kerja, kemudian didiskusikan secara kelompok dan dikonfirmasi oleh asisten praktikum. Metode ini dipilih sebagai alternatif ketika observasi langsung di lapangan belum memungkinkan, namun tetap dapat melatih kemampuan identifikasi dan analisis ekologis mahasiswa secara sistematis

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Lima spesies makrozoobentos berhasil diidentifikasi sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil Identifikasi

| N o | Spesies | Toleransi<br>Polusi | Habitat |
|-----|---------|---------------------|---------|
|-----|---------|---------------------|---------|



|   |                             |               |                          |
|---|-----------------------------|---------------|--------------------------|
| 1 | <i>Perna viridis</i>        | Tinggi        | Perairan pantai tercemar |
| 2 | <i>Scylla serrata</i>       | Tinggi        | Hutan mangrove           |
| 3 | <i>Litopenaeus vannamei</i> | Tinggi        | Estuari dan tambak       |
| 4 | <i>Nereis virens</i>        | Tinggi        | Dasar laut dan estuari   |
| 5 | <i>Panulirus versicolor</i> | Sedang–Rendah | Terumbu karang           |

## PEMBAHASAN

Makrozoobentos merupakan organisme yang sangat responsif terhadap perubahan lingkungan, terutama parameter kualitas air seperti oksigen terlarut, suhu, salinitas, serta kadar bahan organik dan logam berat. Oleh karena itu, masing-masing spesies yang diidentifikasi dalam penelitian ini memberikan gambaran mengenai kondisi lingkungan perairan berdasarkan habitat alaminya.

*Perna viridis* (kerang hijau) dikenal sebagai spesies yang mampu hidup di daerah perairan pesisir yang telah mengalami tekanan ekologis akibat aktivitas manusia. Sebagai filter feeder, *P. viridis* menyaring partikel organik dan plankton dari kolom air, sekaligus menyerap logam berat dan polutan lainnya (Wulan Sari, 2021). Kemampuannya beradaptasi di lingkungan tercemar menjadikannya indikator toleran terhadap pencemaran (Ubay et al., 2021). Populasinya sering meningkat di lokasi yang kaya bahan organik, meskipun kualitas air menurun.

*Scylla serrata* (kepiting bakau) merupakan spesies krustasea yang mendominasi ekosistem hutan mangrove. Adaptasinya terhadap fluktuasi salinitas dan oksigen rendah menjadikannya tahan terhadap perubahan lingkungan yang ekstrem. Dengan peran ekologis sebagai predator dan scavenger, *S. serrata* turut menjaga keseimbangan rantai makanan di kawasan pesisir (Safitri & Sofiana, 2024). Kemampuannya hidup di perairan tercemar menunjukkan fleksibilitas ekologis yang tinggi (Rajulani et al., 2022).

*Litopenaeus vannamei* adalah spesies udang budidaya unggulan yang dikenal sangat toleran terhadap berbagai kondisi lingkungan, baik dari segi kualitas air maupun kepadatan populasi. Kemampuannya bertahan pada kadar oksigen rendah, salinitas bervariasi, serta toleran terhadap bahan organik tinggi menjadikannya cocok sebagai spesies indikator lingkungan budidaya intensif (Sumardi & Abadi, 2022). Keberadaan *L. vannamei* di lingkungan alami menunjukkan tingkat pencemaran sedang hingga tinggi.

*Nereis virens* (cacing laut) merupakan anggota kelas Polychaeta yang berperan sebagai pengurai di dasar perairan. Cacing ini memiliki kemampuan untuk hidup di substrat berlumpur yang kaya bahan organik dan melakukan proses bioturbasi yang penting untuk sirkulasi oksigen di dalam sedimen (Hanafiah et al., 2023). Meskipun memiliki toleransi tinggi terhadap pencemaran, kehadirannya juga menandakan perairan yang masih aktif secara ekologis dan kaya nutrisi (Sarasvati & Dharma, 2023).

*Panulirus versicolor* (lobster bambu) merupakan spesies dengan tingkat toleransi yang relatif rendah terhadap polusi. Mereka biasanya ditemukan di lingkungan terumbu karang yang kompleks dan bersih, serta membutuhkan substrat berbatu yang stabil. Lobster ini merupakan indikator baik dari kondisi perairan yang belum tercemar, karena kepekaannya terhadap gangguan habitat, sedimentasi, dan pencemaran kimia (Pamungkas et al., 2021; Basuki et al., 2021). Penurunan populasi lobster ini sering dikaitkan dengan degradasi ekosistem terumbu karang akibat aktivitas manusia dan perubahan iklim.

Secara keseluruhan, hasil identifikasi menunjukkan keberagaman makrozoobentos berdasarkan tingkat toleransi yang berbeda. Hal ini memperkuat konsep bahwa makrozoobentos sangat berguna sebagai bioindikator alami dalam menilai kualitas air secara ekologis. Metode visual dan klasifikasi morfologi dapat menjadi alat awal untuk memperkirakan kondisi pencemaran, terutama di wilayah pesisir dan estuari yang kompleks (Kurniawati et al., 2023).

Pemanfaatan indeks biotik berbasis makrozoobentos, seperti FBI (Family Biotic Index) atau LQI (Lotic Invertebrate Index), telah terbukti lebih stabil dan



representatif dibandingkan analisis kimia air yang hanya bersifat sesaat. Hal ini karena makrozoobentos mencerminkan dampak akumulatif dari pencemaran yang berlangsung terus-menerus dalam jangka waktu tertentu (Akbar et al., 2022)

## KESIMPULAN

Simulasi identifikasi makrozoobentos membuktikan efektivitas metode visual dalam mengenali keanekaragaman dan menilai kualitas perairan. Spesies seperti *Perna viridis* dan *Scylla serrata* mencerminkan toleransi tinggi terhadap pencemaran, sedangkan *Panulirus versicolor* menandakan ekosistem yang sehat dan relatif belum terdegradasi. Praktikum ini menjadi dasar penting bagi pengembangan keterampilan analisis ekologis mahasiswa, khususnya dalam memahami hubungan antara spesies bentik dan kondisi lingkungan. Selain itu, kegiatan ini juga membekali mahasiswa dengan kemampuan interpretasi biotik sebagai metode alternatif dalam penilaian kualitas air yang lebih berkelanjutan dan terintegrasi secara ekologis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, R. T. M., Setiyowati, Y., Widian, A., & Cahyanto, T. (2022). Keanekaragaman dan Kelimpahan Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Situ Patengan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 8(1), 74–86. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v8i1.509>
- Akbar, S. S. (2022). Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Kanal Mangetan, Anak Sungai Brantas, Kabupaten Sidoarjo. *Environmental Pollution Journal*. <https://doi.org/10.58954/epj.v1i3.64>
- Basuki, B., Novikarumsari, N. D., Ibanah, I., & Fariroh, I. (2021). Pemberdayaan Masyarakat Desa Sukamakmur Kabupaten Jember Dalam Budidaya Lobster Air Tawar. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(3). <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v4i3.954>
- Hanafiah, Z., Sarno, S., & Nofyan, E. (2023). Struktur komunitas cacing laut (Polychaeta) di perairan pantai mangrove Taman Nasional Berbak Sembilang, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 25(3), 291–296. <https://doi.org/10.56064/jps.v25i3.907>
- Janah, N. K. F., Rauf, A., & Bustamin, B. (2024). Makrozoobenthos sebagai Bioindikator Kualitas Air di Sungai Paneki Desa Pombewe Kabupaten Sigi. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 856–867. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i1.11002>
- Kurniawati, M. A., Prayogo, N. A., & Hidayati, N. V. (2023). Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Di Sungai Tajum Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Jurnal Lemuru*, 5(2), 237–251. <https://doi.org/10.36526/jl.v5i2.2791>
- Oktafitria, D., Purnomo, E., Nurtjahyani, S. D., & Sriwulan, S. (2024). Fungsi dan Peran Makrozoobentos di Area Embung Lahan Bekas Tambang Tanah Liat di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban. *Biology Natural Resources Journal*, 3(1), 7–12. <https://doi.org/10.55719/binar.v3i1.1009>
- Pamungkas, B., Purbaya, M. E., & K, D. J. A. (2021). Morfologi dan Identifikasi Lobster Bambu (*Panulirus versicolor*). 8106, 10–20.
- Paramitadevi, Y. V., Marcelita, F., & Turyanti, A. (2021). Pengembangan Modul Praktikum Tema Alat Pengendali Pencemar Udara Berbasis Augmented Reality. *Jurnal Teknologi Pendidikan (JTP)*. <https://doi.org/10.24114/jtp.v14i1.22203>
- Putra, R. A., Melani, W. R., & Suryanti, A. (2020). Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Senggarang Besar Kota Tanjungpinang. *Jurnal Akuatiklestari*, 4(1), 13–21. <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v4i1.2486>
- Rajulani, R., Lige, F. N., Studi, P., Biologi, P., & Luwuk, U. M. (2022). Kawasan Konservasi Mangrove



- Desa Polo. *Jurnal Studi Ekosistem Mangrove*, 9(2), 150–159.
- Rofik, M., & Mokhtar, A. (2021). Pencemaran Dalam Lingkungan Hidup. *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*. <https://doi.org/10.22219/skpsppi.v1i0.4210>
- Safitri, I., & Sofiana, M. S. J. (2024). Kepiting Bakau di Kawasan Mangrove Pering Kabupaten Natuna Kepulauan Riau. *Jurnal Perikanan Unram*, 14(1), 45–52. <https://doi.org/10.29303/jp.v14i1.752>
- Sarasvati, P. N., & Dharma, I. G. B. S. (2023). Manajemen Pemeliharaan Induk Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) di Ekowisata Mangrove Wanasari, Tuban. *Applied Environmental Science*, 1(1), 22–28. <https://doi.org/10.61511/aes.v1i1.2023.61>
- Setioningrum, R. N. K., Sulistyorini, L., & Rahayu, W. I. (2020). Gambaran Kualitas Air Bersih Kawasan Domestik di Jawa Timur pada Tahun 2019. *IKESMA*, 16(2), 90–97. <https://doi.org/10.19184/ikesma.v16i2.19045>
- Sumardi, S., & Abadi, A. B. (2022). Penentuan Mutu Udang Vanname (*Litopenaeus vannamei*) Menggunakan Teknologi Pengolahan Citra Digital dengan Metode Morfologi Berbasis Analisis Dimensi. *Elektrika Borneo*, 8(2), 51–60. <https://doi.org/10.35334/jeb.v8i2.2310>
- Syah, D. H., Harahap, M. H., Sagala, G. H., Panggabean, D. D., & Sumekar, A. (2023). Peningkatan Daya Saing Usaha Kelompok Pengrajin Purun Desa Cinta Air Perbaungan. *RESWARA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 15–21. <https://doi.org/10.46576/rjpkm.v4i1.2319>
- Ubay, J., Hartati, R., & Redjeki, S. (2021). Morfometri dan Hubungan Panjang-Berat Kerang Hijau (*Perna viridis*) dari Perairan Tambak Lorok dan Morosari, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 10(4), 535–544. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i4.31737>
- Valentino, N., Latifah, S., Setiawan, B., Hidayati, E., Awanis, Z. Y., & Hayati, H. (2022). Karakteristik Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Ekosistem Mangrove Gili Lawang, Lombok Timur. *Jurnal Belantara*, 5(1), 119–130. <https://doi.org/10.29303/jbl.v5i1.888>
- Wulan Sari, F. (2021). Analisis Bentuk Mikroplastik pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Alue Naga, Kota Banda Aceh. *Jurnal Jeumpa*, 8(2), 120–128. <https://doi.org/10.33059/jj.v8i2.4400>