



## ***River Water Quality Status Based on Variation in Family Biotic Index in Jilu River Malang City - East Java***

### **Status Kualitas Air Sungai Berdasarkan Variasi Famili Biotik Indeks di Sungai Jilu Kota Malang – Jawa Timur**

**Muchammad Faruq Vikriansyah<sup>1</sup>, Hamdani Dwi Prasetyo<sup>1</sup>, Husain Latuconsina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang, Indonesia*

Received 13 March 2024

Accepted 14 Januari 2025

Published 12 February 2025

#### **ABSTRACT**

Biological indicators utilize animals as markers to assess water quality in specific water bodies. Among various bioindicators, benthos is widely used for evaluating river water quality due to its sensitivity to environmental changes and its tendency to remain in specific areas. This study aimed to determine the water quality status of the Jilu River. Sampling was conducted using a purposive sampling method, with macroinvertebrates collected using a grab sampler to extract sediment from the riverbed. The sediment was then sieved to isolate benthic organisms from five locations with varying characteristics: industrial area, rice fields, natural riparian zone, residential area, and educational tourism park. The Family Biotic Index (FBI) was used to analyze the benthic macroinvertebrates, identifying 11 families: Thiaridae, Tubificidae, Chironomidae, Viviparidae, Simuliidae, Philopotamidae, Baetidae, Heptageniidae, Gecarcinucoidea, Caenidae, and Coenagrionidae. The Thiaridae family dominated across all locations. Based on FBI analysis, water quality along the Jilu River ranged across three categories: good, moderate, and very poor. The findings highlight the need for effective management strategies to mitigate pollutant loads and preserve the river's water quality.

**Keywords:** Macrozoobenthos, Quality of Jilu River, FBI

## **1. Pendahuluan**

Air adalah sumber daya alam yang sangat penting bagi kebutuhan masyarakat. Menurut Prasetyo dan Hayati (2020), air termasuk salah satu bentuk jasa penyediaan yang diberikan oleh ekosistem perairan. Menurut Latuconsina (2019), sungai adalah suatu ekosistem perairan yang memiliki peran signifikan dalam mendukung sistem hidrologi, menjadi salah satu sumber air utama dan berfungsi sebagai area penampungan air untuk wilayah sekitarnya. Karakteristik lingkungan sekitar menjadi faktor penentu utama kualitas air dan ekosistem sungai.

Meskipun terdapat upaya perbaikan, data

Badan Pusat Statistik tahun 2020 masih menggarisbawahi bahwa kualitas air sungai di Indonesia, terutama di daerah perkotaan yang padat penduduk, masih jauh dari ideal. Hal ini menjadi tantangan besar bagi pemerintah dan masyarakat dalam menjaga keberlanjutan lingkungan. Berdasarkan Pohan *et al.* (2016), kualitas air sungai sangat rentan terhadap perubahan lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia dan kondisi alam. Oleh karena itu, upaya pelestarian daya tampung alami sungai sangat penting. Menurut Bana (2020), aktivitas masyarakat yang tidak bertanggung jawab dengan membuang limbah ke sungai telah memicu berbagai masalah

lingkungan, termasuk penurunan kualitas air dan kematian organisme akuatik. Masalah kualitas air sungai telah menjadi subjek banyak kajian ilmiah, termasuk penelitian yang dilakukan oleh Gusna *et al.* (2022). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kualitas air sungai tercemar sedang oleh bahan organik yang kemungkinan disebabkan oleh aktivitas rumah tangga, industri dan perkebunan.

Sungai Jilu, yang mengalir sepanjang tahun di Kabupaten dan Kota Malang, menjadi sumber kehidupan bagi masyarakat sekitar (Vikriansyah *et al.* 2024). Warga memanfaatkannya untuk berbagai aktivitas sehari-hari, mulai dari mandi dan mencuci hingga mengairi sawah. Sayangnya, sungai ini juga menjadi tempat pembuangan limbah industri (Yuniar *et al.* 2023). Untuk memahami tingkat pencemaran di Sungai Jilu, diperlukan pemantauan lebih lanjut. Salah satu cara yang efektif adalah dengan menganalisis indikator biologis. Indikator ini memanfaatkan keberadaan hewan air sebagai petunjuk kualitas lingkungan perairan (Hanny 2023). Di antara beberapa jenis hewan, yang paling umum digunakan adalah bentos. Bentos, yang cenderung tinggal secara permanen di daerah tertentu, memiliki sensitivitas terhadap perubahan lingkungan yang dapat mempengaruhi komposisinya atau kelimpahannya. Menurut Indriani (2021), kualitas air yang buruk ditandai oleh dominasi bentos dengan toleransi tinggi, sementara keberadaan bentos yang sensitif mengindikasikan kondisi perairan yang baik.

Pada penelitian ini, kualitas air Sungai Jilu dinilai menggunakan indeks FBI (*Family Biotic Index*), sebuah metode yang dikembangkan oleh Hilsenhoff pada tahun 1988. Menurut Mandaville (2022), FBI merupakan metrik yang digunakan untuk menilai tingkat pencemaran organik dalam suatu ekosistem perairan. Dalam metode ini, setiap kelompok organisme air diberikan skor toleransi antara 0 hingga 10, yang menunjukkan kemampuan mereka bertahan hidup dalam kondisi tercemar, berdasarkan toleransinya terhadap polusi organik. Dari penelitian Ningsih *et al.* (2021) dapat diketahui bahwa Kualitas air di kawasan wisata Coban

Talun, Kota Batu, Jawa Timur, menunjukkan dua kategori pencemaran utama: sedang dan ringan. Pencemaran ringan yang ditemukan didominasi oleh bahan organik yang dapat disebabkan karena beragamnya tipe *family* pada setiap stasiun dengan tingkat toleransi yang berbeda-beda terhadap pencemaran. Sejalan dengan penelitian Anastasia *et al.* (2022) di Sungai Buntung, Sidoarjo, hasil penelitian ini juga menunjukkan kondisi kualitas air yang kurang baik. Nilai *Family Biotic Index* (FBI) yang diperoleh mengindikasikan kualitas air sungai tersebut berada pada kategori buruk hingga sangat buruk. Penelitian di sungai Air Duren Kabupaten Bangka yang dilakukan oleh Putri *et al.* (2023) diperoleh kategori kualitas air baik ditunjukkan oleh nilai FBI yang rendah, mengindikasikan sedikitnya paparan bahan organik dari aktivitas domestik seperti mandi dan mencuci. Objek penelitian ini, Sungai Jilu yang berlokasi di Malang, menjadikannya sebuah kajian yang baru dibandingkan penelitian sebelumnya, dimana masih belum ada penelitian sebelumnya di sungai Jilu terkait kualitas air sungai menggunakan variasi *family biotic index*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai kondisi air di Sungai Jilu dari berbagai aktivitas antropogenik yang ada di dalamnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam merumuskan strategi pengelolaan Sungai Jilu yang efektif, sehingga dapat meningkatkan kualitas air dan kelestarian lingkungan di sekitarnya.

## 2. Metodologi

### 2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian ini meliputi pengambilan sampel di Sungai Jilu, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang pada bulan Desember 2023. Analisis lebih lanjut terhadap sampel dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Halal Center (THC) Universitas Islam Malang.

### 2.2. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini, botol sampel, *kick net*, baskom, kuas halus, piring plastik, label, alat tulis, mikroskop stereo, dan kamera digunakan sebagai peralatan. Bahan yang

digunakan adalah makroinvertebrata bentos, buku identifikasi dan alkohol 70%.

### 2.3. Metode Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan metode *purposive sampling* untuk memilih lima stasiun pengambilan sampel berdasarkan karakteristik lingkungan dan aktivitas manusia di sekitar aliran sungai sebagai lokasi sampling yang merepresentasikan kondisi Daerah Aliran Sungai Jilu, yaitu:

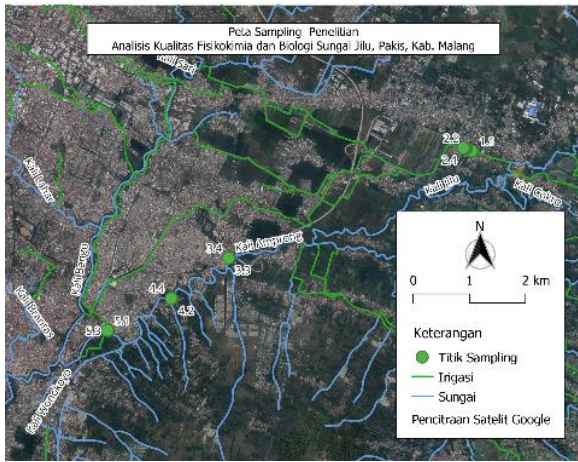


Figure 1. Map of sampling locations. Source: QGIS, 2024.

Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel. Sumber : QGIS, 2024.

Pengambilan sampel bentos dilakukan dengan cara menurunkan *grab sampler* ke dasar perairan, kemudian sedimen yang terambil diayak untuk memisahkan organisme bentos pada aliran sungai hingga diperoleh 100 individu pada tiap stasiun. Sampel yang telah diambil kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel yang telah terisi sebelumnya dengan

larutan alkohol 70% (Diani 2023). Sampel kemudian dibawa menuju laboratorium. Untuk mengidentifikasi spesimen yang telah disiapkan, dilakukan pengamatan mikroskopis menggunakan mikroskop stereo, dengan rujukan pada klasifikasi yang tertera dalam buku Mandaville (2002). Semua tahap kegiatan didokumentasikan kemudian data dianalisis menggunakan indeks FBI dan dihitung dengan menggunakan rumus Hilsenhoff (1988) berikut:

$$FBI = \frac{\sum Xi ti}{\sum n}$$

Variabel *Xi* merepresentasikan jumlah individu yang termasuk dalam setiap kelompok organisme yang berbeda. Nilai *ti*, yang ditentukan berdasarkan metode Hilsenhoff (1988), menunjukkan tingkat toleransi kelompok organisme tersebut terhadap kondisi lingkungan. Jumlah total individu dalam sampel adalah *n*, yang dalam kasus ini berjumlah 100.

Untuk penilaian Kualitas Air berdasarkan tingkat pencemarannya digunakan *Family Biotic Index* sebagaimana pada Tabel 1.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini mengidentifikasi total 11 famili biota di lima stasiun pengamatan, dengan variasi jumlah famili yang berbeda-beda di setiap stasiun, sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa hasil pengamatan menunjukkan adanya 11 famili makroinvertebrata yang menghuni Sungai Jilu, yaitu, Thiaridae, Tubificidae,

Table 1. Water quality assessment using the Hilsenhoff Family Biotic Index (1988).

Tabel 1. Penilaian kualitas air menggunakan *Family Biotic Index* Hilsenhoff (1988).

Famili Biotik Indeks	Kualitas Air	Tingkat Pencemaran Limbah Organik
0.00–3.75	Paling baik	Polusi organik tidak mungkin terjadi
3.76–4.25	Sangat baik	Kemungkinan polusi organik ringan
4.26–5.00	Baik	Kemungkinan adanya polusi organik
5.01–5.75	Sedang	Kemungkinan polusi cukup besar
5.76–6.50	Agak buruk	Kemungkinan terjadinya polusi besar
6.51–7.25	Buruk	Kemungkinan terjadinya polusi yang sangat besar
7.26–10.00	Sangat buruk	Kemungkinan terjadi polusi organik yang parah

Sumber: Mandaville (2002).

Table 2. Families found at each observation station.

Tabel 2. Famili yang ditemukan di tiap stasiun pengamatan.

Stasiun Pengamatan	Famili Biota	Xi	Ti	Xi.Ti
Stasiun I	Thiaridae	36	4	144
	Tubificidae	53	10	530
	Chironomidae	11	6	66
Stasiun II	Thiaridae	62	4	248
	Simuliidae	16	6	96
	Chironomidae	13	6	78
	Philopotamidae	9	3	27
Stasiun III	Thiaridae	61	4	244
	Viviparidae	4	6	24
	Baitidae	16	4	64
	Chironomidae	5	6	30
	Heptageniidae	11	4	44
	Caenidae	3	7	21
Stasiun IV	Gecarcinucoidea	2	0	0
	Baitidae	23	4	92
	Thiaridae	18	4	72
	Viviparidae	5	6	30
	Chironomidae	40	6	240
	Tubificidae	11	10	110
	Coenagrionidae	1	9	9
Stasiun V	Thiaridae	31	4	217
	Chironomidae	69	6	414

Keterangan:

Xi = jumlah individu dalam takson, Ti = nilai toleransi suatu takson (Hilsenhoff 1988).

Chironomidae, Viviparidae, Simuliidae, Philopotamidae, Baitidae, Heptageniidae, Gecarcinucoidea, Caenidae dan Coenagrionidae. Setiap stasiun memiliki famili makroinvertebrata yang berbeda yang berfungsi sebagai bioindikator dan memiliki toleransi yang tinggi terhadap kondisi air yang berlaku. Thiaridae menunjukkan toleransi yang tinggi terhadap berbagai kondisi kualitas air, termasuk perairan tercemar. Distribusi spesies ini yang merata di semua stasiun pengamatan mendukung kesimpulan bahwa Thiaridae merupakan makroinvertebrata yang toleran terhadap berbagai tingkat kontaminan.

Nilai famili biotik indeks (FBI) selama penelitian di lima stasiun pengamatan berkisar antara 4.7–7.4 hal tersebut mengacu pada Gambar 2. Gambar 2 memperlihatkan nilai FBI antar stasiun pengamatan yang sangat berbeda antara stasiun 1 dengan stasiun yang lain. stasiun 1 dengan nilai 7.40 yang menunjukkan kualitas air sangat buruk (*Very poor*), dengan tingkat pencemaran polusi organik yang parah. Stasiun I menunjukkan nilai FBI tertinggi dikarenakan pada stasiun ini

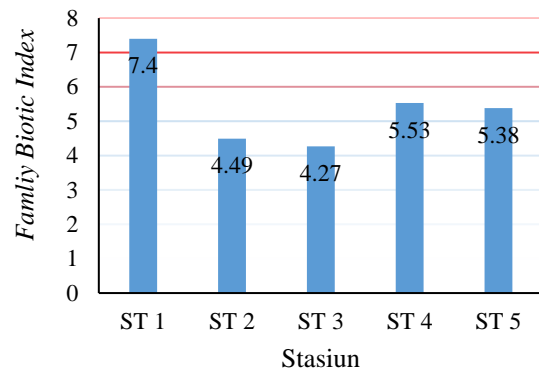


Figure 2. Spatial Variation of Family Biotic Index (FBI) Values of benthic macroinvertebrates found at each station in the Jilu River, Malang City (December, 2023).

Gambar 2. Variasi Spasial Nilai Famili Biotic Index (FBI) makroinvertebrata bentos yang ditemukan di setiap stasiun di Sungai Jilu, Kota Malang (bulan Desember, 2023).

terdapat aktivitas antropogenik berupa industri tahu. Menurut Putri *et al.* (2023), bahwa keberadaan polutan dalam air menyebabkan hilangnya organisme yang sangat sensitif, tidak mampu bertahan hidup. Namun, organisme yang memiliki toleransi tinggi dapat berkembang di lingkungan dengan kualitas air yang buruk. Afifatur (2021) melaporkan ditemukannya Makroinvertebrata dari Studi ini mengindikasikan bahwa Tubificidae memiliki ambang batas toleransi terhadap polutan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan Thiaridae dan Chironomidae. Hal ini tercermin dari nilai toleransi 10 yang dimiliki oleh Tubificidae, yang menunjukkan kemampuan organisme ini untuk bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang sangat tercemar, di mana kualitas air sangat buruk salah satunya disebabkan oleh adanya limbah industri sehingga menurunkan biodiversitas makroinvertebrata. Menurut Anastasia (2022), Tubificidae memiliki pigmen pernapasan untuk meningkatkan efisiensi pertukaran oksigennya. Oleh karena itu, mereka mampu bertahan hidup di kondisi perairan dengan kadar oksigen yang rendah.

Nilai FBI pada stasiun 2 sebesar 4.49, dapat dikategorikan baik, dengan tingkat kemungkinan adanya polusi organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa famili Thiaridae merupakan komponen dominan dalam komunitas makroinvertebrata pada stasiun penelitian, dengan kelimpahan individu yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tiga famili lainnya (Simuliidae, Chironomidae dan Philopotamidae) yang ditemukan di stasiun 2. Distribusi famili Thiaridae terpantau merata di seluruh stasiun pengamatan sepanjang aliran Sungai Jilu. Pada stasiun 2 kategori baik dengan tingkat kemungkinan adanya sedikit polusi organik, hal itu dapat disebabkan oleh aktivitas pertanian. Menurut Singkam *et al.* (2022), aktivitas pertanian berpotensi mencemari badan air, termasuk sungai dengan residu pupuk sehingga berpengaruh terhadap kualitas air sungai tersebut. Jika nilai FBI suatu perairan tinggi, maka kualitas air tersebut cenderung baik. Ini mengindikasikan adanya

ekosistem perairan yang sehat dan mampu mendegradasi polutan organik. Sedikit polusi organik artinya, perairan tersebut tidak terlalu tercemar oleh zat-zat organik yang dapat menghambat pertumbuhan organisme akuatik. Njurumay dan Rahardjo (2021), mendapati bahwa kualitas air DAS Code di Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan status tercemar ringan. Ratnasari *et al.* (2023), di Sungai Sumberkolak Kabupaten Situbondo melaporkan nilai FBI dengan tingkat pencemaran sedang, dikarenakan berbagai aktivitas antropogenik menghasilkan limbah sehingga menyebabkan penurunan kualitas air sungai.

Nilai FBI pada stasiun 3 sebesar 4.27, memiliki kategori baik, dengan tingkat kemungkinan adanya polusi organik. Pada stasiun ini ditemukan 6 famili yakni Thiaridae, Viviparidae, Baitidae, Chironomidae, Heptageniidae dan Caenidae. Thiaridae memiliki kelimpahan individu yang paling tinggi di antara enam famili makroinvertebrata yang diteliti. Hellen *et al.* (2020) Menyatakan bahwa Thiaridae memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan lingkungan, seperti adanya bahan pencemar. Sedangkan pada stasiun 3 nilai FBI paling rendah karena berada pada zona alami riparian yang mana menurut Prasetyo dan Hayati (2020), ekologi zona riparian dapat mengendalikan stabilitas tepi sungai, dapat menjadi penahan dan penyaring polutan yang terbawa aliran permukaan, sekaligus meningkatkan penyerapan air ke dalam tanah dan juga menyediakan habitat biota akuatik (seperti makrozoobentos). Hal ini didukung oleh penelitian Fabanjo dan Inayah (2021) yang mendapatkan nilai FBI dengan kategori sangat baik hingga sangat baik sekali dimana ditemukan makroinvertebrata tipe intoleransi seperti Heptageniidae dan Caenidae, yang hanya dapat hidup pada lokasi yang tidak tercemar, berbagai jenis makroinvertebrata dapat berkembang biak dengan baik di perairan ini karena adanya pasokan oksigen yang cukup, suhu air yang rendah, dan keberadaan substrat berupa batuan dan dedaunan yang memadai. Armita *et al.* (2021) menyatakan bahwa perubahan komposisi spesies tumbuhan pada vegetasi

riparian dapat memicu fluktuasi kelimpahan makrozoobentos dalam ekosistem perairan.

Nilai FBI pada stasiun 4 sebesar 5.53 yang berarti termasuk kategori sedang, dengan tingkat kemungkinan polusi cukup besar. Hal tersebut dapat terjadi karena buangan limbah domestik. Stasiun 4 yang berdekatan dengan kawasan pemukiman sering dijadikan tempat pembuangan sampah atau limbah rumah tangga oleh masyarakat sekitar. Pada stasiun ini ditemukan paling banyak jumlah familinya, yaitu 7 famili (Gecarcinucoidea, Baitidae, Thiaridae, Viviparidae, Chironomidae, Tubificidae dan Coenagrionidae), yang paling banyak ditemukan adalah famili Chironomidae. Penelitian yang serupa dilakukan Kahirun dan Jamaludin (2023) dimana nilai FBI tertinggi dengan nilai 5.6 dikategorikan baik dengan tingkat pencemaran tercemar sedang, kemungkinan disebabkan oleh limbah pemukiman. Hal ini sesuai dengan Diani (2023) yang menyatakan bahwa menurunnya kualitas air disebabkan oleh limbah domestik dari berbagai kegiatan antropogenik seperti pemukiman, pasar, industri ternak, dan limbah lainnya yang langsung dibuang ke badan air yang menyebabkan perubahan kualitas lingkungan air sungai.

Nilai FBI Pada stasiun 5 sebesar 5.38 yang termasuk dalam kategori yang serupa dengan stasiun 4 yaitu kategori sedang. Selain itu, famili yang paling dominan juga tetap sama, yaitu famili Chironomidae dari dua famili yang ditemukan di stasiun 5 (Chironomidae dan Thiaridae). Menurut Kesuma *et al.* (2022) Famili Chironomidae merupakan satu-satunya famili yang mampu bertahan hidup di lingkungan tercemar. Dengan tingkat toleransi yang tinggi, Famili Chironomidae memiliki keunggulan untuk bertahan dalam kondisi lingkungan yang dianggap tercemar. Stasiun 5 yang berdekatan dengan kawasan wisata, nilai FBI-nya lebih rendah dari stasiun 4 namun memiliki kategori sama hal itu dapat disebabkan karena di Stasiun 5, meskipun keanekaragaman rendah, mungkin terdapat satu atau dua spesies bentos yang sangat peka terhadap kondisi lingkungan yang kurang baik. Spesies ini dapat mendominasi populasi serta

berkontribusi cukup besar terhadap nilai FBI. Hal ini juga dapat disebabkan oleh buangan limbah dari stasiun pengamatan sebelumnya. Menurut Kurniawati *et al.* (2020), kondisi lingkungan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keberadaan hewan makroinvertebrata di ekosistem sungai. Hal itu diperkuat oleh penelitian Akbar (2021) yang mendapatkan nilai FBI yang tergolong dalam kategori kualitas rendah hingga buruk, yang bisa disebabkan oleh masuknya polutan dari berbagai aktivitas antropogenik yang berdampak sedang hingga parah ke dalam perairan. Meskipun demikian, Menurut Maula (2018), setiap famili makrozoobentos memiliki karakteristik toleransi polutan yang berbeda. Famili makrozoobentos dengan kelimpahan tinggi cenderung menunjukkan toleransi yang lebih besar terhadap berbagai jenis polutan dibandingkan dengan kelompok yang kurang melimpah. Kelompok makrozoobentos yang kurang melimpah sering kali memiliki ambang batas toleransi yang lebih rendah terhadap perubahan kualitas lingkungan

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan indeks biotik famili (FBI), kualitas air Sungai Jilu dapat dikategorikan ke dalam tiga tingkat, yaitu baik, sedang, dan sangat buruk. Kategori buruk berdekatan dengan lokasi industri, kategori sedang berdekatan dengan pemukiman dan taman wisata edukasi, sedangkan untuk kategori baik pada lokasi yang berdekatan dengan persawahan dan di zona alami riparian bagian tengah sungai. Hal itu menunjukkan bahwa aktivitas antropogenik berpotensi meningkatkan beban polutan pada perairan. FBI yang tinggi mengindikasikan kualitas perairan yang buruk, sementara FBI yang lebih rendah menandakan kualitas air yang lebih baik. Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal dalam evaluasi kualitas air, disarankan untuk menggabungkan analisis biotik dengan parameter fisik dan kimia air. Selain indeks biotik yang telah digunakan, penambahan indeks seperti *hilsenhof biotic index* (HBI), *biological monitoring working party index* (BBI), dan *biological monitoring working*

party - average score per taxon (BMWP-ASPT) dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai kualitas air sungai.

### Daftar Pustaka

- Afifatur M. 2021. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo. *Environmental Pollution Journal*. 1(3)
- Akbar SS. 2021. Keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air di Kanal Mangetan, Anak Sungai Brantas, Kabupaten Sidoarjo. *Environmental Pollution Journal*. 1(3).
- Anastasia S, Munfarida I, Suprayogi D. 2022. Penilaian kualitas air menggunakan Indeks Makroinvertebrata FBI dan Biotilik di Sungai Buntung, Sidoarjo. *Jurnal Serambi Engineering*. 7(3).
- Armita D, Al Amanah H, Amrullah SH. 2021. Struktur komunitas makrozoobentos pada saluran mata air langlang dengan vegetasi riparian yang berbeda di Desa Ngenep, Kabupaten Malang, Jawa Timur. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*. 15(2):181–189.
- Bana S. 2020. Kelimpahan makrozoobentos dan kualitas air sungai yang bermuara di Teluk Kendari. *Jurnal Ecosolum*. 9(1):90–100.
- Diani CM. 2023. Status ekosistem perairan Situ Asih Pulo, Depok, Jawa Barat berdasarkan struktur komunitas makrozoobentos. [tesis] Jakarta (ID): Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Fabanjo MA, Inayah I. 2021. Analysis of water quality in the Mandaong River for development of freshwater fish cultivation. *Jurnal Biologi Tropis*. 21(3):965–973.
- Gusna GM, Nurdin J, Mursyid A, Putra W, Aryzegovina R, Junialdi R. 2022. Analisa pencemaran organik sungai masang kecil di Kabupaten Pasaman Barat Berdasarkan Komunitas dan Indeks Biologi Makrozoobentos. *Konservasi Hayati*. 18(2):69–79.
- Hanny W. 2023. Struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air di hilir Sungai Way Sukamaju, Teluk Betung Timur, Bandar Lampung. [tesis] Bandar Lampung (ID): Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Hellen A, Kisworo K, Rahardjo D. 2020. Komunitas makroinvertebrata benthik sebagai bioindikator kualitas air Sungai Code. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. 6(1): 294–303.
- Hilsenhoff WL. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Journal of the North American benthological society*. 7(1):65–68.
- Indriani, M. H. 2021. Struktur komunitas makrozoobentos di aliran Sungai Sumur Putri, Teluk Betung Selatan, Kota Bandar Lampung. [tesis] Bandar Lampung (ID): Fakultas Pertanian Universitas Lampung Bandar Lampung.
- Kahirun K, Jamaludin N. 2023. Kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air Sungai Kambu berdasarkan penggunaan lahan di Kota Kendari. *Biowallacea: Jurnal Penelitian Biologi (Journal Of Biological Research)*. 10(2):162–173.
- Kesuma AJ, Alimiah US, Maretta G. 2022. Keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan Sungai Langsep Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah. *Organisms: Journal of Biosciences*. 2(1):19–24.
- Kurniawati A, Widiyanto J, Pujiati P. 2020. *Penyusunan Buku Pengayaan Kelas X Berbasis Penelitian Identifikasi Makro Invertebrate Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Catur Madiun*. In *Prosiding Seminar Nasional SIMBIOSIS*. 5.
- Latuconsina H. 2019. *Ekologi Perairan Tropis: Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan*. Yogyakarta (ID): UGM PRESS.

- Mandaville SM. 2002. *Benthic macroinvertebrates in freshwaters: Taxa tolerance values, metrics, and protocols*. Canada (CA): Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax.
- Maula LH. 2018. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang. [disertasi] Malang (ID): Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Ningsih A, Latuconsina H, Zayadi H. 2021. Struktur makroinvertebrata bentos sebagai bioindikator kualitas air di Kawasan Wisata Coban Talun, Kota Batu-Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*. 7(1):16–25.
- Njurumay R, Rahardjo D. 2021. Pengaruh penggunaan lahan, sumber pencemar dan tipe vegetasi riparian terhadap kualitas air Sungai Code Daerah Istimewa Yogyakarta. *SCISCITATIO*. 2(2):54–65.
- Pohan DAS, Budiyono B, Syafrudin S. 2016. Analisis kualitas air sungai guna menentukan peruntukan ditinjau dari aspek lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 14(2):63–71.
- Prasetyo HD, Hayati A. 2020. Pengaruh Gangguan pada zona riparian terhadap jasa layanan ekosistem hulu Sungai Brantas. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*. 8(2):125–134.
- Putri Y, Kurniawan A, Kurniawan A. 2023. Macrozoobenthos community as bioindicator of water quality for fish cultivation in The Air Duren River, Bangka Regency. *Journal of Aquatropica Asia*. 8(2):77–85.
- Ratnasari D, Muhammad Thoifur IF, Elhany NA. 2023. Uji kualitas air sungai di Desa Sumberkolak Kecamatan Panarukan Kabupaten Situbondo. *BIOGENIC : Jurnal Ilmiah Biologi*. 1(2)12–2.
- Singkam AR, Husni Z, Kasrina K. 2022. Kualitas Sungai Selagan Bengkulu berdasarkan fisika-kimia perairan dan keragaman makroinvertebrata. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*. 4(2):70–79.
- Statistik BP. 2020. *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia Air dan Lingkungan 2020*. Jakarta (ID): BPS Indonesia, katalog, 3305001.
- Vikriansyah MF, Prasetyo HD, Latuconsina H. 2024. Analisis kualitas fisikokimia air di daerah aliran sungai Jilu Kabupaten Malang Jawa Timur. *AQUACOASTMARINE: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*. 3(1):21–28.
- Yuniar FR, Siswoyo H, Irawan DE. 2023. Sifat kimia air tanah dan air permukaan di sepanjang aliran Sungai Jilu. *CERMIN: Jurnal Penelitian*. 7(1):22–32.