Biocaster : Jurnal Kajian Biologi
E-ISSN 2808-277X; P-ISSN 2808-3598
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2148-2157
Email: biocasterjournal@gmail.com

ANALISIS PERUBAHAN KEANEKARAGAMAN DAN KELIMPAHAN MAKROINVERTEBRATA BENTIK DI SUMBER JEMBANGAN KABUPATEN KEDIRI

Amanda Silvi Rizkya Handayani[1], Tutut Indah Sulistiyowati[2]*, & Budhi Utami[3]
[1,2,&3]Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri, Jalan Ahmad Dahlan Nomor 76, Kediri, Jawa Timur 64112, Indonesia
**Email: tututindah@unpkdr.ac.id*
Submit: 29-06-2026; Accepted: 07-07-2026; Published: 27-10-2026

ABSTRAK: Makroinvertebrata bentik merupakan komponen penting dalam ekosistem perairan yang berperan sebagai bioindikator dalam menggambarkan kondisi lingkungan akuatik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan keanekaragaman dan kelimpahan makroinvertebrata bentik di Sumber Jembangan, Kabupaten Kediri melalui perbandingan komunitas pada tahun 2023 dan 2026. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga stasiun menggunakan metode *purposive sampling* dengan teknik pengambilan berdasarkan karakteristik substrat dasar perairan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H') dan kelimpahan relatif untuk mengetahui perubahan struktur komunitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perubahan komposisi famili dan tingkat kelimpahan makroinvertebrata bentik selama periode pengamatan. Famili Pachychilidae menjadi kelompok dominan pada kedua tahun (2023 dan 2026), dengan kelimpahan relatif sebesar 37,93% pada tahun 2023 dan menurun menjadi 25,60% pada tahun 2026. Nilai indeks keanekaragaman meningkat dari 1,918 menjadi 2,076 dan termasuk kategori sedang. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa komunitas makroinvertebrata bentik pada tahun 2026 memiliki distribusi individu yang lebih merata dan struktur komunitas yang lebih beragam dibandingkan tahun 2023. Perubahan ini menunjukkan adanya dinamika ekosistem perairan Sumber Jembangan yang dipengaruhi oleh perubahan kondisi habitat dan faktor lingkungan.

Kata Kunci: Keanekaragaman, Kelimpahan, Makroinvetebrata Bentik, Sumber Jembangan.

ABSTRACT: *Benthic macroinvertebrates are vital components of aquatic ecosystems, serving as bioindicators that reflect the condition of the aquatic environment. This study aimed to analyze changes in the diversity and abundance of benthic macroinvertebrates at Sumber Jembangan, Kediri Regency, by comparing communities between 2023 and 2026. Sampling was conducted at three stations using a purposive sampling method based on the characteristics of the aquatic substrate. The collected data were analyzed using the Shannon-Wiener diversity index (H') and relative abundance to assess changes in community structure. The results revealed shifts in family composition and abundance levels of benthic macroinvertebrates throughout the observation period. The Pachychilidae family was the dominant group in both years (2023 and 2026), with a relative abundance of 37.93% in 2023, decreasing to 25.60% in 2026. The diversity index value rose from 1.918 to 2.076, falling within the moderate category. This increase indicates that the benthic macroinvertebrate community in 2026 exhibited a more even distribution of individuals and a more diverse community structure compared to 2023. These changes reflect the dynamic nature of the Sumber Jembangan aquatic ecosystem, influenced by alterations in habitat conditions and environmental factors.*

Keywords: *Diversity, Abundance, Benthic Macroinvertebrates, Sumber Jembangan.*

How to Cite: Handayani, A. S. R., Sulistiyowati, T. I., & Utami, B. (2026). Analisis Perubahan Keanekaragaman dan Kelimpahan Makroinvertebrata Bentik di Sumber Jembangan Kabupaten Kediri. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi, 6*(4), 2148-2157. https://doi.org/10.36312/biocaster.v6i4.1675

Biocaster : Jurnal Kajian Biologi
E-ISSN 2808-277X; P-ISSN 2808-3598
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2148-2157
Email: biocasterjournal@gmail.com

Biocaster : Jurnal Kajian Biologi *is Licensed Under a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License*.

PENDAHULUAN

Ekosistem perairan tawar mengalami peningkatan tekanan lingkungan akibat perubahan iklim dan aktivitas antropogenik. Isu lingkungan perairan berkembang melalui tekanan ganda (*multiple stressor*) berupa peningkatan suhu, perubahan kondisi hidrologi, dan pencemaran yang dapat memengaruhi struktur komunitas organisme akuatik, termasuk makroinvertebrata bentik. Perubahan suhu dan tekanan pencemar dapat menyebabkan perubahan komposisi, famili, kelimpahan, serta struktur komunitas makroinvertebrata (Hermann *et al.*, 2025). Selain itu, faktor lingkungan secara temporal juga berperan dalam menentukan dinamika komunitas makroinvertebrata bentik (Feng *et al.*, 2025).

Makroinvertebrata bentik banyak digunakan sebagai bioindikator, karena memiliki tingkat toleransi berbeda terhadap perubahan kualitas lingkungan. Kelompok sensitif seperti famili Baetidae, umumnya ditemukan pada perairan dengan kondisi habitat yang baik. Kelompok famili yang lebih toleran, seperti Tubificidae dan Pachychilidae mampu bertahan pada perairan yang mengalami gangguan atau peningkatan bahan organik. Oleh karena itu, perubahan keberadaan maupun dominasi suatu famili dapat mencerminkan perubahan kondisi ekologis perairan. Polutan diketahui memengaruhi kondisi fisiologis makroinvertebrata bentik (Kadim & Arfiati, 2022), sementara struktur komunitasnya berkaitan erat dengan karakteristik lingkungan perairan (Munyai *et al.*, 2025; Nurcahyanto *et al.*, 2023). Dengan demikian, analisis perubahan keanekaragaman dan kelimpahan makroinvertebrata bentik penting dilakukan untuk memahami dinamika ekosistem perairan.

Selain perubahan iklim, aktivitas antropogenik seperti kegiatan domestik, pertanian, dan perubahan penggunaan lahan dapat menyebabkan perubahan kualitas habitat dan sumber makanan (Sudarso *et al.*, 2022). Perbedaan karakteristik lingkungan juga berhubungan dengan perubahan struktur komunitas makroinvertebrata secara ruang dan waktu (Munyai *et al.*, 2025). Upaya pengelolaan lingkungan perairan telah didukung melalui Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 dan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 yang menekankan pengendalian pencemaran serta pemantauan kualitas lingkungan. Evaluasi kondisi perairan dapat dilakukan melalui indikator biologis, karena organisme akuatik mampu merefleksikan perubahan habitat. Keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos dapat digunakan sebagai indikator kualitas perairan (Akbar *et al.*, 2022), sedangkan indeks biotilik mampu menggambarkan status ekologis sungai (Sulistiyowati, 2024).

Perubahan kualitas biodiversitas air tawar akibat perubahan iklim dan aktivitas manusia menunjukkan pentingnya pemantauan komunitas makroinvertebrata secara berkelanjutan. Perubahan suhu dapat mempengaruhi komunitas makroinvertebrata melalui perubahan preferensi termal organisme (Khaliq *et al.*, 2025), sementara kombinasi parameter lingkungan dan makroinvertebrata efektif digunakan dalam biomonitoring perairan (Munfarida,

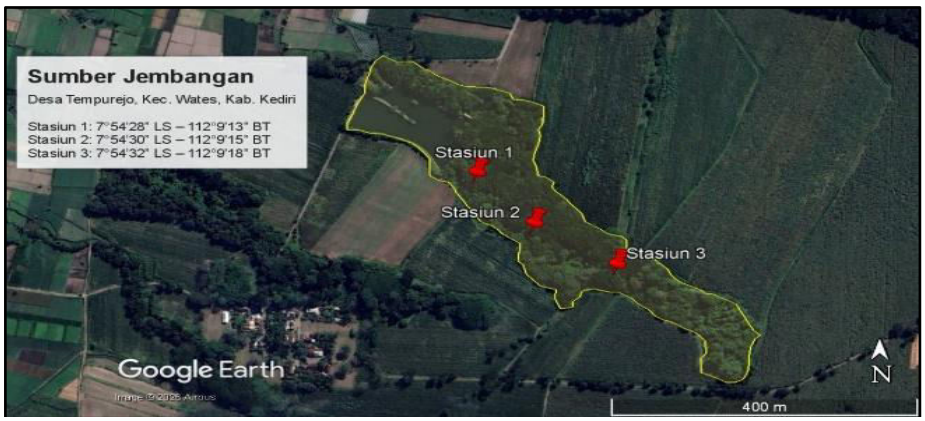
Biocaster : Jurnal Kajian Biologi
E-ISSN 2808-277X; P-ISSN 2808-3598
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2148-2157
Email: biocasterjournal@gmail.com

2025). Nurrohmah *et al.* (2025) juga menunjukan bahwa keanekaragaman biota sungai dapat menjadi indikator kualitas lingkungan.

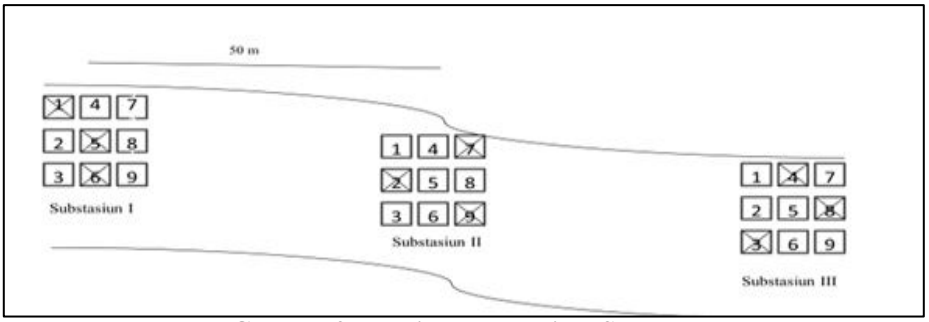
Sumber Jembangan, Kabupaten Kediri merupakan kawasan perairan yang memiliki nilai ekologis dan berpotensi mengalami perubahan akibat faktor lingkungan maupun aktivitas masyarakat. Perubahan habitat dapat memengaruhi keanekaragaman, kelimpahan, dan komposisi famili makroinvertebrata bentik. Oleh karena itu, penelitian "Analisis Perubahan Keanekaragaman dan Kelimpahan Makroinvertebrata Bentik di Sumber Jembangan" penting dilakukan untuk mengetahui dinamika komunitas makroinvertebrata dari tahun ke tahun sebagai dasar pengelolaan ekosistem perairan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Sumber Jembangan yang berlokasi di Desa Tempurejo, Kecamatan Wates, Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Penelitian menggunakan data primer yang dikumpulkan pada November-Desember 2023 dan Februari-Maret 2026. Kedua periode menggunakan lokasi, metode *purposive sampling*, prosedur pengambilan sampel, teknik identifikasi, dan analisis data yang sama, sehingga hasilnya dapat dibandingkan secara langsung. Lokasi penelitian dibagi menjadi tiga stasiun penelitian. Pada setiap stasiun dilakukan tiga kali ulangan yang berjarak ±50 m (Aulia, 2020). Setiap ulangan terdiri atas sembilan titik *sampling*, kemudian dipilih tiga titik secara acak sederhana dan digabungkan menjadi satu sampel komposit, sehingga diperoleh sembilan sampel komposit pada setiap periode pengamatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian.



Gambar 2. Desain Pengambilan Sampel.

Biocaster : Jurnal Kajian Biologi
E-ISSN 2808-277X; P-ISSN 2808-3598
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2148-2157
Email: biocasterjournal@gmail.com

Desain pengambilan sampel pada penelitian ini disusun untuk mewakili variasi habitat di Sumber Jembangan dan disajikan pada Gambar 2. Stasiun pengamatan dipilih secara *purposive* berdasarkan perbedaan karakteristik substrat dan kondisi lingkungan, yaitu Stasiun I dengan substrat pasir halus, lumpur, dan serasah daun; Stasiun II dengan substrat batuan kecil-sedang dan vegetasi riparian yang rapat; serta Stasiun III dengan substrat pasir bercampur batu dan arus yang lebih tenang. Selain itu, alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat Penelitian.

No.	Alat	Spesifikasi/ Kegunaan
1	Serokan ikan (*fish net*)	Bukaan jaring 25 cm, digunakan untuk menangkap makroinvertebrata bentik pada substrat dasar perairan
2	Nampan plastik	Memisahkan organisme dari substrat
3	Wadah sampel	Menampung sampel selama proses identifikasi
4	Sendok plastik	Mengambil organisme dari substrat
5	Lup/ kaca pembesar	Pembesaran 3x dengan diameter lensa 100 mm, digunakan untuk membantu identifikasi morfologi makroinvertebrata bentik
6	Lembar pengamatan	Mencatat jenis dan jumlah individu
7	Alat tulis	Mencatat data hasil pengamatan
8	*Smartphone*	Dokumentasi lokasi dan sampel
9	Lembar identifikasi makroinvertebrata bentik	Lembar identifikasi yang disusun oleh peneliti untuk identifikasi hingga tingkat famili

Objek penelitian berupa makroinvertebrata bentik di perairan Sumber Jembangan. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan serokan ikan (*fish net*) berukuran 25 cm dengan teknik penggesekan pada substrat dasar perairan, meliputi batu, pasir, lumpur, dan serasah daun. Organisme yang diperoleh dipisahkan menggunakan nampan plastik, kemudian diidentifikasi secara langsung di lapangan hingga tingkat famili berdasarkan karakter morfologi menggunakan lembar identifikasi yang disusun oleh peneliti berdasarkan ECOTON (2013). Sampel tidak diawetkan, karena seluruh proses identifikasi dilakukan di lokasi penelitian. Untuk menjaga konsistensi hasil identifikasi pada data tahun 2023 dan 2026, dilakukan menggunakan prosedur dan acuan identifikasi yang sama. Selanjutnya, analisis data dilakukan untuk menentukan tingkat keanekaragaman dan kelimpahan makroinvertebrata bentik. Keanekaragaman dihitung menggunakan indeks *Shannon-Wiener* (H') mengacu pada Namakule & Melsasail (2021) dengan rumus sebagai berikut:

$$H' = -\sum (pi \ln pi)$$

Keterangan:
H' = Indeks keanekaragaman jenis;
pi = Perbandingan jumlah individu jenis ke-i dengan jumlah total individu (ni/N);
ni = Jumlah individu jenis ke-i; dan
N = Jumlah total individu.

Nilai indeks keanekaragaman diinterpretasikan berdasarkan kriteria H' < 1 menunjukkan keanekaragaman rendah, H' 1–3 menunjukkan keanekaragaman

Biocaster : Jurnal Kajian Biologi
E-ISSN 2808-277X; P-ISSN 2808-3598
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2148-2157
Email: biocasterjournal@gmail.com

sedang, dan H' > 3 menunjukkan keanekaragaman tinggi. Sementara itu, kelimpahan relatif dihitung berdasarkan perbandingan jumlah individu tiap famili terhadap total individu, dengan rumus menurut Namakule & Melsasail (2021):

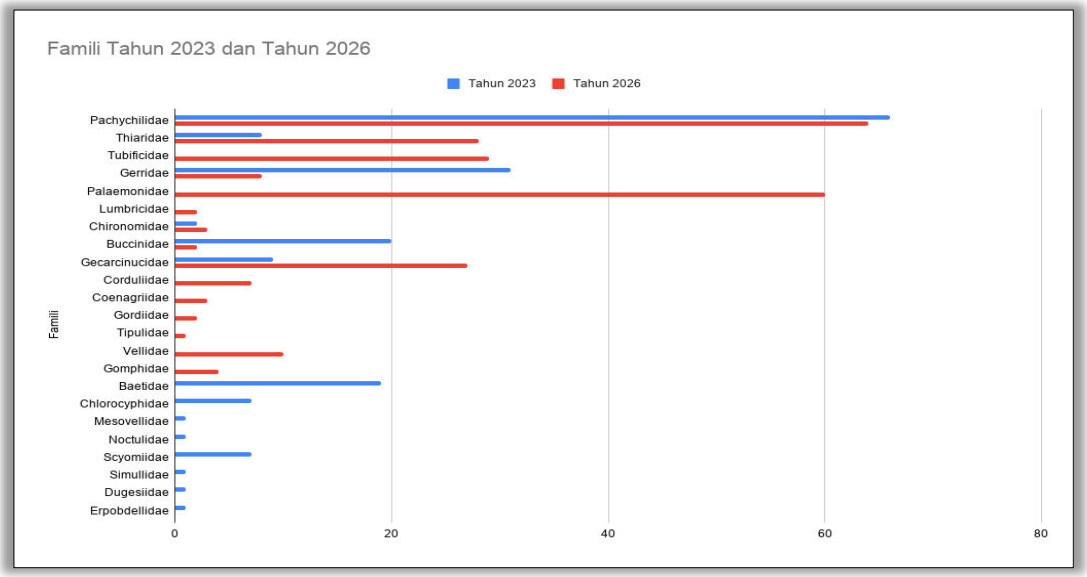
$$\mathbf{KR = \frac{Ni}{\Sigma N} \times 100\%}$$

Keterangan:
KR = Kelimpahan relatif;
Ni = Jumlah individu famili ke-i; dan
ΣN = Total seluruh individu.

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan struktur komunitas makroinvertebrata bentik pada masing-masing stasiun, sekaligus menginterpretasikan kondisi perairan di lokasi penelitian.

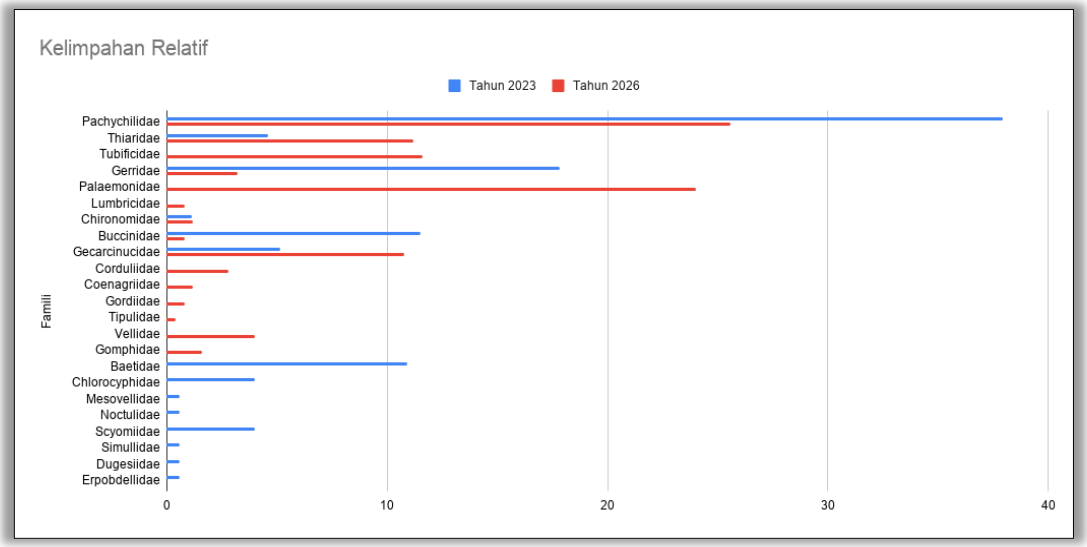
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengambilan sampel yang dilakukan pada tiga stasiun di perairan Sumber Jembangan, Kabupaten Kediri pada tahun 2023 dan 2026 menunjukkan adanya perubahan komposisi famili serta tingkat kelimpahan relatif organisme bentik. Perubahan tersebut menggambarkan dinamika komunitas makroinvertebrata bentik yang terjadi selama periode pengamatan. Meskipun beberapa famili ditemukan pada kedua tahun pengamatan, terdapat pula famili yang hanya ditemukan pada salah satu periode, sehingga menunjukkan adanya perubahan struktur komunitas dari waktu ke waktu. Perbedaan komposisi famili dan kelimpahan relatif tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, seperti kondisi fisika-kimia perairan, ketersediaan bahan organik, karakteristik substrat, serta perubahan kualitas habitat. Setiap famili makroinvertebrata bentik memiliki tingkat toleransi yang berbeda terhadap perubahan kondisi lingkungan.



Gambar 3. Famili yang Ditemukan di Tahun 2023 dan 2026.

Biocaster : Jurnal Kajian Biologi
E-ISSN 2808-277X; P-ISSN 2808-3598
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2148-2157
Email: biocasterjournal@gmail.com



Gambar 4. Kelimpahan Relatif Makroinvertebrata Bentik.

Berdasarkan hasil identifikasi, famili Pachychilidae merupakan kelompok yang memiliki kelimpahan relatif tertinggi pada kedua tahun pengamatan. Pada tahun 2023, Pachychilidae mendominasi komunitas dengan kelimpahan relatif sebesar 37,93%, sedangkan pada tahun 2026 menurun menjadi 25,60%. Selain Pachychilidae, pada tahun 2023 famili Gerridae (17,82%), Buccinidae (11,49%), dan Baetidae (10,92%) juga ditemukan dalam jumlah yang cukup tinggi. Sementara itu, pada tahun 2026 muncul dominasi baru dari famili Palaemonidae dengan kelimpahan relatif sebesar 24,00%, diikuti oleh Tubificidae (11,60%), Thiaridae (11,20%), dan Gecarcinucidae (10,80%).

Perbedaan komposisi dan tingkat kelimpahan antara tahun menunjukkan adanya perubahan struktur komunitas makroinvertebrata bentik. Beberapa famili yang ditemukan pada tahun 2023, seperti Baetidae, Mesoveliidae, Notulidae, Scymidae, Simuliidae, Dugesiidae, dan Erpobdellidae tidak ditemukan kembali pada tahun 2026. Sebaliknya, pada tahun 2026 ditemukan beberapa famili yang tidak tercatat pada tahun 2023, yaitu Palaemonidae, Tubificidae, Corduliidae, Coenagrionidae, Gordiidae, Tipulidae, Veliidae, dan Gomphidae. Perubahan tersebut menunjukkan adanya dinamika komunitas yang dipengaruhi oleh karakteristik habitat serta interaksi antarorganisme dalam ekosistem perairan.

Perbedan keberadaan famili antara tahun 2023 dan 2026 menunjukkan adanya perubahan kondisi habitat di Sumber Jembangan. Famili Baetidae yang ditemukan pada tahun 2023 namun tidak ditemukan kembali pada tahun 2026 diduga dipengaruhi oleh perubahan kondisi mikrohabitat, seperti substrat dasar, ketersediaan oksigen, dan kualitas lingkungan perairan. Perubahan kondisi habitat dapat menyebabkan organisme dengan toleransi rendah terhadap gangguan mengalami penurunan keberadaan (Kadim & Arfiati, 2022; Safnowandi, 2019).

Selain faktor lingkungan, aktivitas pengunjung di kawasan Sumber Jembangan juga berpotensi memengaruhi komunitas makroinvertebrata bentik melalui perubahan karakteristik substrat, peningkatan masukan bahan organik, serta gangguan habitat (Sudarso *et al.*, 2022). Hilangnya famili Baetidae pada

Biocaster : Jurnal Kajian Biologi
E-ISSN 2808-277X; P-ISSN 2808-3598
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2148-2157
Email: biocasterjournal@gmail.com

tahun 2026 diduga berkaitan dengan perubahan kondisi mikrohabitat, mengingat kelompok ini umumnya sensitif terhadap gangguan lingkungan dan lebih menyukai perairan beroksigen tinggi dengan substrat berbatu stabil (Kadim & Arfiati, 2022). Sebaliknya, munculnya famili Palaemonidae dengan kelimpahan tinggi mengindikasikan bahwa kondisi habitat pada tahun 2026 menjadi lebih sesuai bagi kelompok tersebut, terutama karena dari famili ini mampu memanfaatkan substrat campuran batu, pasir, dan bahan organik sebagai tempat berlindung serta mencari makan. Perbedaan karakteristik habitat, ketersediaan bahan organik, dan kondisi habitat perairan antar periode diduga memengaruhi distribusi serta struktur komunitas makroinvertebrata bentik (Munyai *et al.*, 2025; Nurcahyanto *et al.*, 2023).

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman Makroinvertebrata Bentik.

Tahun	H'	Kategori
2023	1,918	Sedang
2026	2,076	Sedang

Hasil analisis indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H') dalam Namakule & Melsasail (2021) menunjukkan bahwa nilai keanekaragaman makroinvertebrata bentik pada tahun 2023 sebesar 1,918 dan meningkat menjadi 2,076 pada tahun 2026. Kedua nilai tersebut termasuk dalam kategori keanekaragaman sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa komunitas makroinvertebrata bentik di Sumber Jembangan memiliki variasi jenis yang cukup beragam pada kedua periode pengamatan.

Peningkatan nilai indeks keanekaragaman pada tahun 2026 menunjukkan bahwa komunitas menjadi lebih beragam dibandingkan tahun 2023. Meskipun Pachychilidae masih menjadi famili yang dominan, proporsi kelimpahannya mengalami penurunan, sehingga distribusi individu antar famili menjadi lebih merata. Selain itu, munculnya beberapa famili baru pada tahun 2026 turut meningkatkan jumlah takson yang ditemukan dan berkontribusi terhadap peningkatan nilai keanekaragaman.

Perubahan nilai keanekaragaman tersebut juga menunjukkan komunitas makroinvertebrata bentik di Sumber Jembangan bersifat dinamis. Keberadaan berbagai famili dengan tingkat kelimpahan yang lebih seimbang pada tahun 2026 mengindikasikan bahwa komunitas tidak lagi berpusat pada satu kelompok dominan, seperti yang terlihat pada tahun 2023. Kondisi ini menyebabkan nilai indeks keanekaragaman meningkat meskipun masih berada dalam kategori yang sama. Hal ini mencerminkan adanya perubahan struktur komunitas yang berpotensi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan keanekaragaman makroinvertebrata bentik dari tahun 2023 ke tahun 2026 yang ditandai dengan meningkatnya nilai indeks *Shannon-Wiener* dari 1,918 menjadi 2,076. Selain itu, perubahan komposisi famili serta menurunnya dominasi Pachychilidae menunjukkan bahwa struktur komunitas makroinvertebrata bentik pada tahun 2026 lebih beragam dan lebih merata dibandingkan tahun 2023. Hal ini mengindikasikan adanya perubahan komunitas bentik yang mencerminkan dinamika ekosistem perairan Sumber Jembangan selama periode pengamatan.

Biocaster : Jurnal Kajian Biologi
E-ISSN 2808-277X; P-ISSN 2808-3598
Volume 6, Issue 4, October 2026; Page, 2148-2157
Email: biocasterjournal@gmail.com

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, komunitas makroinvertebrata bentik di Sumber Jembangan, Kabupaten Kediri mengalami perubahan komposisi famili dan tingkat kelimpahan antara tahun 2023 dan tahun 2026. Famili Pachychilidae menjadi kelompok yang paling dominan pada kedua periode pengamatan, meskipun kelimpahan relatifnya menurun dari 37,93% pada tahun 2023 menjadi 25,60% pada tahun 2026. Nilai indeks keanekaragaman *Shannon Wiener* (H') meningkat dari 1,918 menjadi 2,076 dan tetap berada pada kategori sedang. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa komunitas makroinvertebrata bentik pada tahun 2026 memiliki struktur yang lebih beragam dan lebih merata dibandingkan tahun 2023.

SARAN

Perlu dilakukan pemantauan makroinvertebrata bentik secara berkala untuk mengetahui dinamika komunitas yang terjadi di Sumber Jembangan dari waktu ke waktu. Selain itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap perubahan keanekaragaman dan kelimpahan makroinvertebrata bentik, sehingga diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai kondisi ekosistem perairan di Sumber Jembangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini. Terima kasih juga disampaikan kepada pihak Sumber Jembangan yang telah mendukung proses pengambilan data penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

Akbar, R. T. M., Setiyowati, Y., Widiana, 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

Aulia, P. R., Supratman, O., & Gustomi, A. (2020). Struktur Komunitas Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Sungai Upang Desa Tanah Bawah Kecamatan Puding Besar Kabupaten Bangka. *Aquatic Science : Jurnal Ilmu Perairan, 2*(1), 17-30.

Ecoton. (2013). *Panduan Biotilik untuk Pemantauan Kesehatan Daerah Aliran Sungai*. Gresik: Ecoton.

Feng, Y., Yang, M., Chen, H., Tang, F., Liu, X., Shi, J., & Yang, H. (2025). Research on the Seasonal Driving Mechanisms of Benthic Macroinvertebrate Communities in Streams. *Frontiers in Ecology and Evolution, 13*(1), 1-16. https://doi.org/10.3389/fevo.2025.1536181

Hermann, M., Schuijt, L., Albini, D., Amekor, M. K., Belgers, D., Boerwinkel, M.-C., Evarita, A. M., Huang, A., Jackson, M. C., Peeters, E. T. H. M., Roessink, I., van Smeden, J., & Van den Brink, P. J. (2025). Heatwaves, Elevated Temperature, and Insecticide-Induced Effects at Different

Trophic Levels of a Freshwater Ecosystem. *Environmental Research, 277*(1), 1-16. https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.121566

Kadim, M. K., & Arfiati, D. (2022). Efek Polutan terhadap Fisiologis Makroinvertebrata Sungai: *Review*. *EnviroScienteae, 18*(1), 65-76. https://doi.org/10.20527/es.v18i1.12980

Khaliq, I., Narwani, A., Vorburger, C., & Schuwirth, N. (2025). Documenting Climate-Driven Changes in Swiss Macroinvertebrate Communities with a 'Temperature Index': An Evaluation of Different Sources of Thermal Preference Data. *Ecological Indicators, 178*(1), 1-10. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.114129

Munfarida, I., Navratilova, F. D., & Oktorina, S. (2025). Evaluasi Kualitas Air Sungai Kemambang Berdasarkan Aspek Fisika-Kimia dan Makroinvertebrata sebagai Bioindikator. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan, 17*(2), 153-166. https://doi.org/10.20885/jstl.vol17.iss2.art5

Munyai, L. F., Gumede, B. P., Dondofema, F., & Dalu, T. (2025). Environmental Characteristics Shape Macroinvertebrate Community Structure Across Spatiotemporal Scales in a Subtropical African River System. *Scientific Reports, 15*(1), 1-11. https://doi.org/10.1038/s41598-025-91346-9

Namakule, U., & Melsasail, K. M. (2021). Struktur Komunitas Mangrove di Perairan Pantai Desa Sehati Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Biologi Udayana, 25*(2), 100–110. https://doi.org/10.24843/JBIOUNUD.2021.v25.i02.p01

Nurcahyanto, A., Krisanti, M., & Kurnia, R. (2023). Biodiveristy of Benthic Macroinvertebrates Family and its Relationship with Environmental Condition in High Altitude Lake: A Case Study of Situ Patengan: Biodiversitas Famili Makroavertebrata Bentik dan Hubungannya dengan Kondisi Lingkungan di Perairan Danau Dataran Tinggi: Studi Kasus Situ Patengan. *Habitus Aquatica, 4*(1), 34–43. https://doi.org/10.29244/HAJ.4.1.34

Nurrohmah, D. P., Hapsari, A. T., Insani, M. S., Astuti, R. I. P., Fortuna, V. S. D., & Ramli, M. (2025). Keanekaragaman Biota Sungai sebagai Bioindikator Kualitas Sungai di Wilayah Jatimalang Kabupaten Sukoharjo. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Hayati, 10*(2), 127–138. https://doi.org/10.24002/biota.v10i2.9807

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. 2021. Jakarta: JDIH BPK RI.

Safnowandi, S. (2019). Keanekaragaman Plankton di Pantai Jeranjang Kabupaten Lombok Barat untuk Penyusunan Modul Ekologi Hewan. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala, 4*(5), 195-201. http://dx.doi.org/10.58258/jupe.v4i5.860

Sudarso, J., Suryono, T., Yoga, G. P., Imroatusshoolikhah, Ibrahim, A., Sari, L., Badjoeri, M., & Samir, O. (2022). Effect of Anthropogenic Activity on Benthic Macroinvertebrate Functional Feeding Groups in Small Streams of West Sumatra, Indonesia. *Sains Malaysiana, 51*(11), 3551–3566. https://doi.org/10.17576/jsm-2022-5111-04

Sulistiyowati, T. I., Al Farid, K., Kholifah, R., R.H, A. S., Utami, B., & Arifin, Z. (2024). Status Sungai Limpahan Sumber Panguripan Berdasarkan Indeks Biotilik. In *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan, Sains dan Pembelajaran* (pp. 220-224). Kediri, Indonesia: Universitas Nusantara PGRI.

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. 2009. Jakarta: JDIH BPK RI.