

ANALISIS KEANEKARAGAMAN MAKROFITA AKUATIK DAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DI SUNGAI JANGKOK TERKAIT AKTIVITAS PEMUKIMAN DI KOTA MATARAM

**[Analysis of Aquatic Macrophyte and Macrozoobenthos Diversity as Bioindicators
of Water Quality in the Jangkok River in Relation to Residential
Activities in Mataram City]**

Chairun Nufus^{1)*}, Azhari Tarmizi²⁾

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas 45 Mataram

nufusbintayip22@gmail.com (corresponding)

ABSTRAK

Sungai Jangkok merupakan salah satu sungai utama di Kota Mataram yang sepanjang alirannya banyak dipengaruhi oleh aktivitas pemukiman warga. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman makrofita akuatik dan makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air. Penelitian dilakukan dengan metode survei pada beberapa stasiun. Pengamatan sampel makrofita akuatik dilakukan menggunakan metode kuadrat, sedangkan makrozoobentos dikoleksi menggunakan saringan laboratorium. Parameter fisika-kimia perairan yang diukur meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, salinitas, warna air dan tipe substrat. Analisis data dilakukan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon–Wiener, indeks keseragaman, indeks dominansi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan 33 jenis makrofita akuatik dan 11 spesies makrozoobentos. Berdasarkan indeks ekologi kualitas air Sungai Jangkok tergolong dalam kategori tercemar ringan hingga sedang.

Kata kunci: Makrofita; tipe substrat; indeks ekologi

ABSTRACT

Jangkok River is one of the main rivers in Mataram City, whose entire course is strongly influenced by residential activities. This study aimed to analyze the diversity of aquatic macrophytes and macrozoobenthos as bioindicators of water quality. The research was conducted using a survey method at several observation stations. Aquatic macrophyte samples were collected using the quadrat method, while macrozoobenthos were collected using a standardized laboratory sieve. Physicochemical parameters measured included temperature, pH, dissolved oxygen, salinity, water color, and substrate type. Data analysis was performed using the Shannon–Wiener diversity index, evenness index, and dominance index. The results indicated that a total of 33 aquatic macrophyte species and 11 macrozoobenthos species were identified. Based on ecological indices, the water quality of the Jangkok River was classified as slightly to moderately polluted.

Keywords: Macrophytes; Substrate Type; Ecological Indice

PENDAHULUAN

Sungai Jangkok merupakan salah satu sungai utama di Pulau Lombok yang mengalir dari wilayah hulu di lereng Gunung Rinjani hingga bermuara di pesisir barat Kota Mataram. Seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan wilayah Kota Mataram, sepanjang aliran Sungai Jangkok kini telah banyak dipadati oleh pemukiman warga.

Keberadaan pemukiman di sepanjang bantaran sungai berpotensi memberikan tekanan ekologis yang signifikan terhadap kualitas Sungai Jangkok. Aktivitas domestik masyarakat, seperti

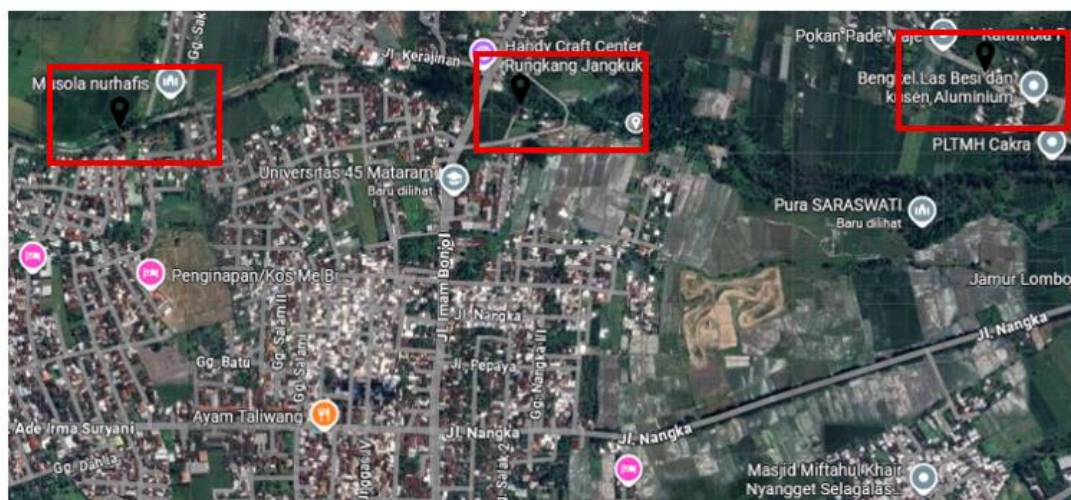
pembuangan limbah rumah tangga, air bekas cucian yang mengandung deterjen, sampah organik maupun anorganik, serta limpasan permukaan (runoff) dari kawasan terbangun, dapat meningkatkan beban pencemar ke dalam badan sungai. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan peningkatan bahan organik, nutrien (nitrat dan fosfat), serta perubahan karakter fisik-kimia perairan (Effendi, 2003; Wetzel, 2001).

Tekanan antropogenik yang berlangsung secara terus-menerus dapat mengakibatkan degradasi kualitas air yang ditandai dengan penurunan kadar oksigen terlarut, meningkatnya kekeruhan, serta terjadinya eutrofikasi. Dampak lanjutan dari kondisi ini tidak hanya memengaruhi fungsi sungai sebagai sumber air, tetapi juga berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem akuatik di dalamnya. Organisme yang hidup di sungai, khususnya biota yang menetap dan memiliki toleransi berbeda terhadap pencemaran, akan merespons perubahan lingkungan tersebut.

Penilaian kualitas air sungai tidak hanya dapat dilakukan melalui parameter fisika-kimia, tetapi juga melalui pendekatan biologis dengan memanfaatkan organisme akuatik sebagai bioindikator. Makrofita akuatik dan makrozobenthos merupakan kelompok biota yang memiliki mobilitas rendah dan respon yang jelas terhadap perubahan lingkungan perairan. Struktur komunitas makrofita akuatik umumnya mencerminkan tingkat kesuburan dan gangguan habitat, sedangkan makrozobenthos sensitif terhadap perubahan kualitas air dan substrat dasar, sehingga sering digunakan sebagai indikator pencemaran organik dan degradasi habitat sungai (Rosenberg & Resh, 1993; Hellawell, 1986). Oleh karena itu, analisis komunitas makrofita akuatik dan makrozobenthos menjadi penting untuk menggambarkan kondisi kualitas air Sungai Jangkok yang dipengaruhi oleh aktivitas pemukiman di sepanjang alirannya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi ekologi sungai serta menjadi dasar dalam upaya pengelolaan dan pengendalian pencemaran Sungai Jangkok secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2025 Berlokasi di Aliran Sungai Jangkok, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara purposive sampling, dengan mempertimbangkan tingkat aktivitas pemukiman di sepanjang aliran sungai. Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 stasiun pengamatan (Gambar 1) yang mewakili perbedaan tekanan antropogenik. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan biomonitoring. Data yang dikumpulkan meliputi data biologis (makrofita akuatik dan makrozobenthos) serta data pendukung berupa parameter fisika-kimia perairan. Analisis yang dilakukan terdiri dari kelimpahan individu, indeks keanekaragaman, indeks kemerataan spesies indeks dominansi dan kualitas air. Sampel diambil menggunakan metode sampling in situ. Data makrozoobentos dianalisis dan ditampilkan dalam gambar dan tabel.



Gambar 1. Peta Lokasi stasiun pengambilan sampel

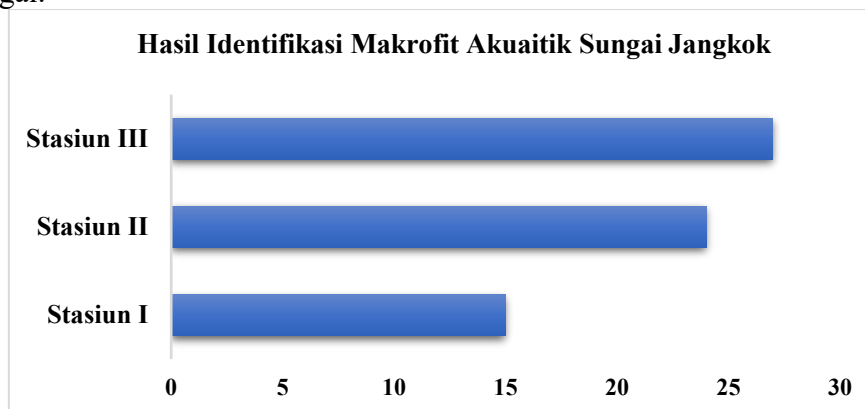
Alat dan Bahan

Alat yang digunakan Adalah GPS, Thermometer air, pH meter, DO meter, Secchi disk, Saringan bentos, Botol sampel, Kamera dokumentasi, Mikroskop, buku identifikasi makroflora dan bentos. Sampel makrofita akuatik, Sampel makrozobenthos, lugol, Kertas label dan alat tulis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Identifikasi Makrofita Akuatik di Sungai Jangkok

Berdasarkan hasil identifikasi makrofita akuatik di Sungai Jangkok (Tabel 1) pada tiga stasiun pengamatan, ditemukan 33 jenis tumbuhan yang terdiri atas tumbuhan akuatik sejati, semi-akuatik, dan vegetasi riparian. Stasiun I ditemukan 15 spesies, Stasiun II 24 spesies, dan Stasiun III 27 spesies (gambar 1). Keberadaan dan sebaran makrofita menunjukkan variasi kondisi lingkungan antar stasiun yang dipengaruhi oleh aktivitas permukiman dan penggunaan lahan di sekitar sungai. Jenis makrofita yang ditemukan mencakup tumbuhan terapung, emergen, terendam, serta tumbuhan darat yang tumbuh di tepi Sungai.



Gambar 2. Diagram perbandingan kelimpahan makrofita akuatik pada tiga stasiun

Stasiun I didominasi oleh jenis rumputan dan tumbuhan tepi sungai seperti *Zoysia japonica*, *Pennisetum clandestinum*, *Paspalum conjugatum*, serta paku-pakuan (*Nephrolepis exaltata*). Hal tersebut menunjukkan kondisi perairan relatif terbuka dengan substrat stabil (Boyd, 1979). Kehadiran *Marsilea crenata* dan *Limnocharis flava* mengindikasikan perairan dangkal dengan aliran lambat. Stasiun II memiliki keanekaragaman tertinggi, ditandai oleh adanya *Eichhornia crassipes*, *Ludwigia octovalvis*, *Polygonum minus*, dan *Marsilea crenata*, didominasi makrofita emergen dan terapung, menunjukkan peningkatan nutrisi (eutrofikasi). Aliran Sungai Jangkok pada stasiun II bersebelahan langsung dengan pemukiman warga, jarak antara badan air dengan rumah warga $\pm 4-8$ m. Banyak dijumpai tumbuhan indikator gangguan antropogenik seperti *Bidens pilosa* dan *Eclipta prostrata*. Stasiun III ditemukan banyak jenis makrofita toleran terhadap sedimentasi dan beban organik, seperti *Scirpus grossus*, *Ipomoea crassicaulis*, dan *Ludwigia octovalvis*. Kehadiran *Eichhornia crassipes* dan *Paspalum conjugatum* menandakan pengkayaan nutrisi dan aliran lambat (Haslam, 2006).

Keberadaan makrofita akuatik yang beragam menunjukkan bahwa Sungai Jangkok masih memiliki kapasitas ekologis untuk mendukung kehidupan tumbuhan air, namun dominasi spesies tertentu mengindikasikan tekanan lingkungan yang cukup tinggi. Peningkatan nutrisi nitrogen dan fosfat dari aktivitas permukiman berkontribusi terhadap pertumbuhan pesat makrofita terapung dan emergen. Beberapa spesies yang ditemukan memiliki nilai bioindikator yang kuat, yakni indikator eutrofikasi, indikator perairan dangkal dan nutrisi tinggi serta indikator gangguan antropogenik (Tjitrosoepomo, 2010). Dominasi jenis-jenis toleran menunjukkan bahwa Sungai Jangkok berada pada kondisi tercemar ringan-sedang, terutama oleh limbah domestik dan limpasan pertanian (Odum, 1993, Wetzel, 2001, Krebs, 2014).

Tabel I. Hasil identifikasi Makrofita Akuatik Sungai Jangkok

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
1	Genjer	<i>Limnocharis flava</i>	✓	✓	✓
2	Eceng Gondok	<i>Eichhornia crassipes</i>		✓	✓

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
3	Ketul	<i>Geletang Warak</i>			✓
4	katul	<i>Bidens pilosa</i>		✓	✓
5	Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>		✓	
6	Talas	<i>Colocasia esculenta</i>	✓	✓	✓
7	Sri Rejeki	<i>Aglaonema sp.</i>		✓	✓
8	Daun Kesuma	<i>Polygonum minus Huds.</i>		✓	
9	Rumput Jepang	<i>Zoysia japonica</i>	✓	✓	✓
10	Pinang	<i>Areca catechu</i>		✓	✓
11	Pecut Kuda	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	✓		
12	Jelatang	<i>Laportea interrupta</i>	✓	✓	✓
13	Sirih Gading Emas	<i>Epipremnum aureum</i>	✓	✓	✓
14	Pecah Beling	<i>Strobilanthes crispus</i>		✓	
15	Ludwigia	<i>Ludwigia octovalvis</i>	✓	✓	✓
16	Pandan	<i>Pandanus amaryllifolius</i>		✓	✓
17	Kacang Hias	<i>Arachis pintoii</i>		✓	
18	Rumput Gajah	<i>Pennisetum purpureum</i>	✓		✓
19	Putri Malu	<i>Mimosa pudica</i>	✓	✓	✓
20	Rumput gewor	<i>Commelina brevifolius</i>		✓	✓
21	Meniran	<i>Phyllanthus niruri</i>			✓
22	Rumput Kikuyu	<i>Pennisetum clandestinum</i>	✓	✓	✓
23	Creeping Charlie	<i>Pilea nummulariifolia</i>			✓
24	Semanggi air	<i>Marsilea crenata</i>		✓	✓
25	Purun tikus	<i>Scirpus grossus</i>			✓
26	Kangkung rawa	<i>Ipomoea Crassicaulis</i>	✓		✓
27	Rumput paitan	<i>Paspalum conjugatum</i>	✓	✓	✓
28	Kangkung	<i>Ipomoea sp.</i>	✓		✓
29	Urang aring	<i>Eclipta prostrata</i>		✓	✓
30	Supan-supan	<i>Neotunia oleracea</i>		✓	
31	Paku pedang	<i>Nephrolepis exaltata</i>	✓	✓	✓
32	Paku resam	<i>Pteridium aquilinum</i>	✓		✓
33	Lumut perak	<i>Bryum argenteum</i>		✓	✓

Komposisi dan Kelimpahan Makrozoobentos Sungai Jangkok

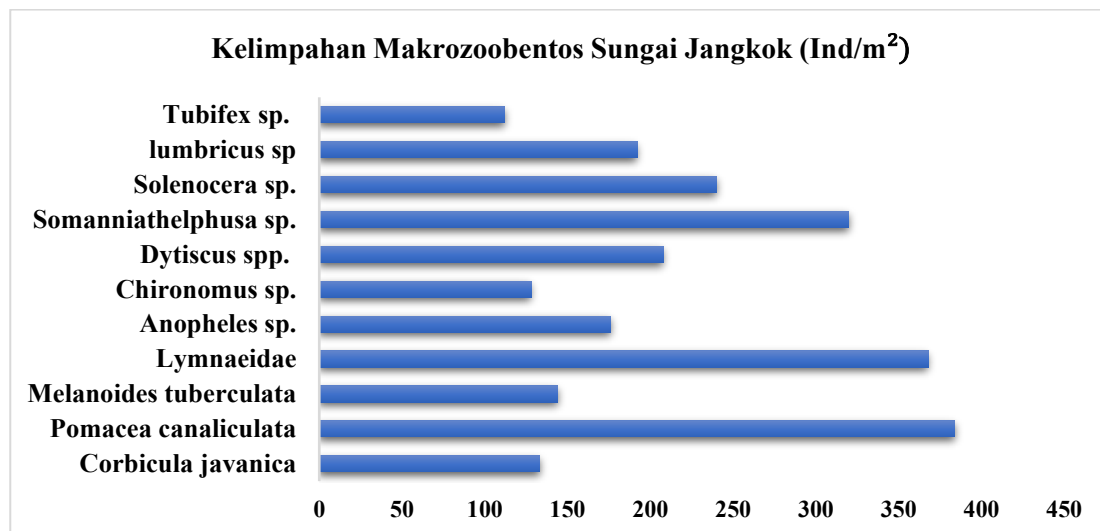
Berdasarkan hasil identifikasi makrozoobentos di Sungai Jangkok, ditemukan 11 takson makrozoobentos yang tergolong ke dalam 5 kelas, yaitu Bivalvia, Gastropoda, Insecta, Malacostraca, dan Oligochaeta (Tabel 2). Makrozoobentos didominasi oleh kelas Gastropoda dan Insecta, masing-masing sebanyak 3 takson, diikuti oleh Oligochaeta dan Malacostraca (masing-masing 2 takson), serta Bivalvia (1 takson).

Table II. Komposisi Makrozoobentos Sungai Jangkok

No	Kelas	Nama Lokal	Nama Ilmiah
1	Bivalvia	Remis	<i>Corbicula javanica</i>
2	Gastropoda	Keong Emas	<i>Pomacea canaliculata</i>
3	Gastropoda	Keong Terompet	<i>Melanoides tuberculata</i>
4	Gastropoda	Onga Jawa	<i>Lymnaeidae</i>
5	Insecta	Jentik Nyamuk	<i>Anopheles sp.</i>
6	Insecta	Cacing Darah	<i>Chironomus sp.</i>
7	Insecta	Kumbang Air	<i>Dytiscus spp.</i>
8	Malacostraca	Anakan Kepiting	<i>Somanniathelphusa sp.</i>
9	Malacostraca	Udang	<i>Solenocera sp.</i>
10	Oligochaeta	Cacing Tanah	<i>lumbricus sp</i>
11	Oligochaeta	Cacing Sutra	<i>Tubifex sp.</i>

Dominasi Gastropoda seperti *Pomacea canaliculata* dan *Melanoides tuberculata* menunjukkan bahwa perairan Sungai Jangkok memiliki substrat pasir berlumpur dan kandungan bahan organik cukup tinggi, karena kelompok ini dikenal memiliki toleransi yang tinggi terhadap kondisi perairan tercemar ringan hingga sedang. Keberadaan kelas Insecta dan Oligochaeta khususnya *Chironomus* sp., *Tubifex* sp. dan *Lumbricus* sp. ditemukan dalam jumlah relatif lebih tinggi dibandingkan kelompok lainnya, organisme ini dikenal mampu bertahan pada kondisi oksigen terlarut rendah dan tinggi bahan organik sehingga dikenal sebagai indikator pencemaran perairan, dominasi spesies-spesies tersebut merupakan ciri khas perairan dengan pencemaran organik ringan hingga sedang (Nugraha, 2024). Hasil ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa sungai di kawasan perkotaan cenderung didominasi oleh makrozoobentos toleran terhadap pencemaran, khususnya terhadap peningkatan bahan organik dan penurunan oksigen terlarut, sedangkan organisme sensitif ditemukan dalam jumlah terbatas atau tidak ditemukan sama sekali (Hynes, 1970; Rosenberg & Resh, 1993; Wetzel, 2001).

Keberadaan *Corbicula javanica* sebagai organisme penyaring (filter feeder) memerlukan kualitas air yang relatif lebih baik dibandingkan Oligochaeta, sedangkan kumbang air *Dytiscus* spp. umumnya ditemukan pada perairan dengan kondisi oksigen yang cukup dan habitat yang masih stabil (Orozco & Torres 2023). Sebaliknya, kelompok Malacostraca seperti *Somanniathelphusa* sp. dan *Solenocera* sp. ditemukan dalam jumlah lebih sedikit, terbatasnya keberadaan organisme sensitif tersebut mengindikasikan hanya bagian tertentu Sungai Jangkok yang masih memiliki kondisi habitat yang cukup baik untuk mendukung keberadaan organisme tersebut.



Gambar 3. Kelimpahan makrozoobentos di Sungai jangkok

Gambar 3 menunjukkan kelimpahan makrozoobentos di Sungai Jangkok dengan variasi yang cukup nyata antarspesies. Spesies dengan kelimpahan tertinggi adalah *Pomacea canaliculata* dan kelompok *Lymnaeidae*, yang masing-masing mencapai kisaran >300 ind/m². Tingginya kelimpahan gastropoda tersebut mengindikasikan kondisi perairan dengan ketersediaan bahan organik tinggi, substrat berlumpur, serta perairan yang relatif tenang.

Kelimpahan yang cukup tinggi juga ditunjukkan oleh *Somanniathelphusa* sp. dan *Solenocera* sp., yang mencerminkan kemampuan kelompok Malacostraca untuk beradaptasi pada habitat dengan kondisi lingkungan yang fluktuatif. Keberadaan organisme ini mengindikasikan bahwa struktur habitat dasar sungai masih mampu mendukung makrozoobentos berukuran relatif besar, meskipun berada di bawah tekanan antropogenik, sebaliknya, kelompok Oligochaeta seperti *Tubifex* sp. dan *Lumbricus* sp. menunjukkan kelimpahan sedang hingga rendah, namun tetap menjadi indikator penting pencemaran organik. Kehadiran *Tubifex* sp., meskipun tidak dominan secara numerik, mengindikasikan adanya kondisi oksigen terlarut rendah pada sedimen dan akumulasi bahan organik (Mandaville, 2002). Selain itu, larva serangga air seperti *Chironomus* sp. dan *Anopheles* sp. juga ditemukan dengan kelimpahan sedang, yang menegaskan karakter perairan yang toleran terhadap gangguan lingkungan.

Spesies yang relatif lebih sensitif, seperti *Corbicula javanica* dan *Dytiscus* spp., memiliki kelimpahan lebih rendah dibandingkan spesies toleran. Kondisi ini menunjukkan bahwa hanya sebagian habitat Sungai Jangkok yang masih memiliki kualitas lingkungan yang cukup baik untuk mendukung organisme dengan toleransi rendah terhadap pencemaran. Secara keseluruhan, pola kelimpahan makrozoobentos pada Gambar 3 memperlihatkan dominasi organisme toleran terhadap pencemaran, yang mengindikasikan bahwa kualitas perairan Sungai Jangkok berada pada kategori tercemar ringan hingga sedang, sejalan dengan karakteristik sungai yang dipengaruhi oleh aktivitas permukiman di kawasan perkotaan.

Struktur Komunitas Makrozoobentos di Sungai Jangkok

Struktur komunitas makrozoobentos sering digunakan sebagai indikator biologis kualitas air untuk mencerminkan kondisi perairan yang mengalami tekanan akibat aktivitas pemukiman warga.

Tabel 3. Indeks Ekologi Makrozoobentos di Sungai Jangkok

Keterangan	Keanekaragaman (H)	Keseragaman (E)	Dominansi (C)
Stasiun I	2,23	0,93	0,12
Stasiun II	2,18	0,91	0,13
Stasiun III	2,15	0,90	0,14
Keterangan	Keanekaragaman Sedang	Keseragaman Sedang	Dominansi Rendah

Tabel 3 menunjukkan nilai indeks keanekaragaman (H') berkisar antara 2,15–2,23 dalam kategori keanekaragaman sedang (Shannon & Weaver, 1949; Krebs, 1989). Nilai ini menunjukkan bahwa komunitas makrozoobentos tersusun atas beberapa spesies dengan proporsi individu yang cukup berimbang. Nilai indeks keseragaman (E) pada ketiga stasiun relatif tinggi, yaitu antara 0,90–0,93, menurut Odum (1993), nilai keseragaman yang mendekati 1 menunjukkan distribusi individu antar spesies relatif merata dan komunitas yang cukup stabil. Kondisi ini sejalan dengan grafik kelimpahan makrozoobentos (Gambar 2) yang memperlihatkan bahwa meskipun beberapa spesies seperti *Pomacea canaliculata* dan Lymnaeidae memiliki kelimpahan lebih tinggi, tidak terjadi dominasi ekstrem oleh satu spesies tertentu.

Indeks dominansi (C) pada seluruh stasiun berkisar antara 0,12–0,14 tergolong dominansi rendah, nilai dominansi yang rendah menunjukkan tidak adanya spesies yang mendominasi komunitas secara berlebihan (Krebs, 1989), beberapa spesies toleran seperti *Chironomus* sp., *Tubifex* sp., dan gastropoda masih muncul bersama spesies lain dengan kelimpahan yang relatif seimbang. Secara keseluruhan, keterkaitan antara nilai indeks ekologi dan pola kelimpahan makrozoobentos menunjukkan bahwa struktur komunitas makrozoobentos Sungai Jangkok mencerminkan kondisi tercemar ringan hingga sedang, dengan dominasi organisme toleran terhadap pencemaran, namun masih mempertahankan keanekaragaman dan keseragaman komunitas yang relatif baik.

Kondisi fisik dan kimia Sungai Jangkok

Hasil pengukuran parameter fisika dan kimia air Sungai jangkok menunjukkan variasi parameter perairan pada tiga stasiun pengamatan (tabel 4).

Tabel 4. Parameter fisika dan kimia perairan

Kualitas air	Satuan	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
pH	-	6,5	6,8	6,1
Suhu	°C	26,3	25,5	28,1
DO	(mg/l)	5,8	5,2	5,2
Salinitas	ppt	0,2	0,0	0,0
Warna	-	keruh kecokelatan	keruh kecokelatan	kehijauan
Tipe Substrat	-	pasir, lumpur	lumpur,pasir,batu	pasir, lumpur

Nilai pH perairan berkisar antara 6,1–6,8 masih berada dalam kisaran toleransi bagi sebagian besar organisme perairan tawar. Suhu air pada ketiga stasiun berkisar antara 25,5–28,1 °C, yang

tergolong normal untuk perairan tropis. Suhu tertinggi tercatat pada Stasiun III, yang diduga dipengaruhi oleh paparan sinar matahari langsung serta rendahnya naungan vegetasi riparian. Suhu perairan berperan penting dalam mengatur metabolisme organisme air dan secara tidak langsung memengaruhi kadar oksigen terlarut. Nilai oksigen terlarut (DO) berkisar antara 5,2–5,8 mg/L. Nilai ini tergolong cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan. Parameter salinitas menunjukkan nilai sangat rendah (0–0,2 ppt), yang menegaskan bahwa Sungai Jangkok merupakan perairan tawar.

Secara visual, warna air pada Stasiun I dan II cenderung keruh kecokelatan, yang mengindikasikan tingginya kandungan padatan tersuspensi dan sedimen halus. Sementara itu, warna air kehijauan pada Stasiun III menunjukkan adanya peningkatan bahan organik terlarut dan aktivitas biologis, seperti pertumbuhan fitoplankton dan makrofita akuatik. Kondisi ini sejalan dengan temuan komunitas makrofita yang cukup beragam pada stasiun 3.

Tipe substrat dasar sungai didominasi oleh pasir dan lumpur, dengan variasi keberadaan batu pada Stasiun II. Substrat berlumpur dengan kandungan bahan organik tinggi sangat mendukung keberadaan makrozoobentos penggali dan toleran terhadap pencemaran, seperti *Tubifex* sp. dan *Chironomus* sp., serta gastropoda. Sebaliknya, substrat berpasir dan berbatu yang relatif lebih stabil hanya mendukung organisme sensitif dalam jumlah terbatas.

PENUTUP

Simpulan

Komunitas makrofita akuatik di Sungai Jangkok terdiri dari 33 spesies dengan sebaran spesies relatif merata. Makrozoobentos didominasi oleh organisme toleran terhadap pencemaran dengan 14 spesies. Nilai indeks ekologi menunjukkan komunitas cukup stabil namun telah mengalami tekanan lingkungan. Kualitas air Sungai Jangkok tergolong tercemar ringan hingga sedang. Hal ini ditunjukkan oleh dominasi spesies toleran dan terbatasnya organisme sensitive.

Saran

Pemerintah daerah dan pemangku kepentingan terkait diharapkan dapat memanfaatkan informasi bioindikator sebagai dasar pengelolaan dan restorasi sungai, khususnya dalam pengendalian limbah domestik dari kawasan pemukiman serta konservasi vegetasi riparian, guna mendukung perencanaan pengelolaan DAS Sungai Jangkok yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed.). Washington, DC: American Public Health Association.
- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D., & Stribling, J. B. (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Boyd, C. E. (1979). *Water Plants in Lakes and Streams*. Auburn: Auburn University.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air: Bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fachrul, M. F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Haslam, S. M. (2006). *River Plants of Western Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hellawell, J. M. (1986). *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*. London: Elsevier Applied Science.
- Hynes, H. B. N. (1970). *The Ecology of Running Waters*. Toronto: University of Toronto Press.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology*. New York: Harper & Row.
- Krebs, C. J. (2014). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance* (6th ed.). Pearson Education.
- Mandaville, S. M. (2002). *Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters: Taxa Tolerance Values*. Ankeny: Soil & Water Conservation Society.

- Nugraha, D. R., Tugiyono, Susanto, G. N., & Kanedi, M. (2024). Struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air di Sungai Way Awi, Bandarlampung. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 9(3), 330–339.
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Orozco-González, C. E., & Ocasio-Torres, M. E. (2023). Aquatic macroinvertebrates as bioindicators of water quality: A study of an ecosystem regulation service in a tropical river. *Ecologies*, 4(2), 209–228. <https://doi.org/10.3390/ecologies4020015>
- Rosenberg, D. M., & Resh, V. H. (1993). *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Tjitrosoepomo, G. (2010). *Taksonomi tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems* (3rd ed.). San Diego: Academic Press.