

Komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan Sungai Bone Gorontalo.

Macrozoobenthic community as a bioindicator for the water quality of the Bone River, Gorontalo

Received: 01 June 2024, Revised: 12 November 2024, Accepted: 12 November 2024
DOI: 10.29103/aa.v11i3.16439

Miftahul Khair Kadim^a, Nuralim Pasingi^{a*}, Paramita Mursalim^b, dan Indah Rianti Arbi^b

^aJurusan Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Kelautan dan Teknologi Perikanan, Universitas Negeri Gorontalo. Jln. Jend. Sudirman No. 6. Kota Gorontalo. Gorontalo

^bProgram sarjana, Fakultas Kelautan dan Teknologi Perikanan, Universitas Negeri Gorontalo. Jln. Jend. Sudirman No. 6. Kota Gorontalo. Gorontalo

Abstrak

Sungai Bone menghadapi potensi pencemaran akibat aktivitas manusia di sekitarnya. Untuk memastikan hal tersebut, makrozoobentos digunakan sebagai bioindikator dengan memanfaatkan karakteristik komunitas penyusunnya yang menunjukkan perilaku menetap, mobilitas terbatas, dan sensitif terhadap kondisi perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji komposisi komunitas makrozoobentos yang mencerminkan kualitas air Sungai Bone. Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai Agustus 2023 di tiga stasiun pengamatan. Evaluasi kualitas air menggunakan metodologi Hilsenhoff Family Biotic Index (FBI). Temuan tersebut mengungkapkan kumpulan 1.040 individu yang mewakili 43 genera makrozoobentos, dengan Trichoptera, Ephemeroptera, dan Diptera tersebar luas di sepanjang sungai. Indeks dominasi sebesar 0,2 menunjukkan tidak ada satu pun spesies makrozoobentos yang mendominasi, sedangkan nilai FBI yang berkisar antara 3,71 hingga 5,47 menunjukkan adanya pencemaran di Sungai Bone.

Kata Kunci: Bioindikator; Famili Biotik Indeks; Kualitas Air; Makrozoobentos; Sungai

Abstract

The Bone River faces potential pollution due to human activities in the surrounding area. To ensure this, macrozoobenthic is used as a bioindicator, utilizing the characteristics of its constituent communities, which show sedentary behaviour, limited mobility, and sensitivity to water conditions. This research aims to examine the composition of the macrozoobenthic community which reflects the water quality of the Bone River. The research was conducted from May to August 2023 at three observation stations. Water quality evaluation used the Hilsenhoff Family Biotic Index (FBI) methodology. The findings revealed a collection of 1,040 individuals representing 43 macrozoobenthic genera, with Trichoptera, Ephemeroptera, and Diptera widely distributed along the river. A dominance index of 0.2 indicates that there is not a single macrozoobenthic species that dominates, while an FBI value ranging from 3.71 to 5.47 indicates that there is pollution in the Bone River.

Keywords: Bioindicator; Family Biotic Index; Macrozoobenthic; River; Water quality

* Korespondensi: Jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Kelautan dan Teknologi Perikanan, Universitas Negeri Gorontalo, 96128, Indonesia
Tel: +62-435-821125
e-mail: nuralim@ung.ac.id

1. Introduction

Sungai merupakan jalur air yang mengalir dari sumber air di dataran tinggi (disebut hulu) ke dataran yang lebih rendah (disebut hilir), di mana terjadi interaksi antara unsur biotik dan abiotik. Arus sungai mengalir ke arah tertentu, dan anak-anak sungai bergabung membentuk sungai utama. Daerah di dataran yang membentuk aliran air ke sistem sungai hingga mencapai muara disebut Daerah Aliran Sungai. Faktor manusia, sifat alam, dan perubahan waktu dan lokasi dapat memengaruhi ekosistem akuatik baik dari segi kualitas maupun kuantitas di suatu Daerah Aliran Sungai (Kadim, 2012; Sudaryanti, 2022).

Sungai mempunyai peranan yang sangat penting bagi masyarakat. Selain sebagai tempat berlangsungnya ekosistem, juga sebagai sumber kehidupan bagi masyarakat sekitarnya. Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk, sungai menjadi beralih fungsi menjadi tempat terakumulasinya pembuangan limbah dari semua aktivitas manusia, hal tersebut menyebabkan

bahan pencemar akan masuk ke aliran sungai, daya tampung sungai terhadap beban pencemaran jika telah mencapai batasnya maka akan terjadi pencemaran sungai yang akan menimbulkan berbagai permasalahan (Machairiyah et al., 2020). Beberapa aktivitas manusia, diantaranya pembuangan limbah industri dan rumah tangga, dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan perairan sungai (Sudarso et al., 2013). Pencemaran dapat mempengaruhi kualitas air pada sungai (Pasingi et al., 2014).

Sungai Bone merupakan salah satu sungai terbesar yang ada di Provinsi Gorontalo. Sungai Bone memiliki panjang 119,13 km dan melewati Kabupaten Bone Bolango, Kota Gorontalo, dan bermuara ke Teluk Tomini (Kadim & Pasingi, 2017). Sungai Bone banyak dimanfaatkan oleh penduduk yang berada disekitar lokasi badan sungai. Data Bahihristi 2008–2011 menunjukkan Aktivitas antropogenik di sekitar perairan Sungai Bone mayoritas berasal dari permukiman, pertanian, industri, penambangan pasir dan penambangan emas dimana aktivitas ini berpotensi menghasilkan pencemaran (Biki et al., 2012) dan umumnya menurunkan kualitas air sungai di hilir hingga ke laut (Kadim et al., 2013; Kadim & Pasingi, 2018). Kualitas air sungai yang buruk berpotensi menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati di sungai (Kadim & Arfiati, 2022) tidak terkecuali makrozoobentos. Bahan organik menjadi salah satu polutan yang dominan masuk ke dalam badan sungai dan terakumulasi di sedimen, sementara substrat dasar merupakan habitat bagi makrozoobentos (Sudarso et al., 2021).

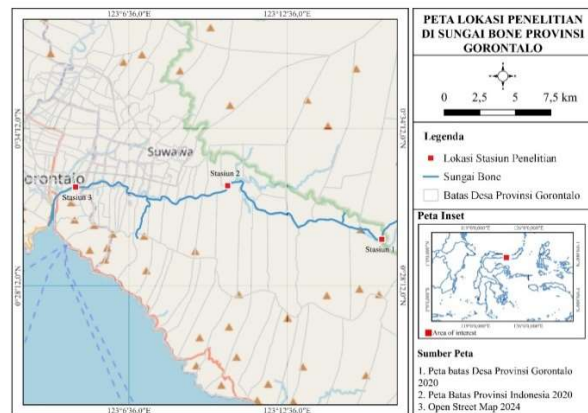
Komunitas makrozoobentos memiliki sifat hidup dan respon yang sensitif terhadap berbagai kontaminan sehingga sangat potensial dimanfaatkan sebagai alat monitoring universal khususnya di sungai (Kadim, 2014; Tantalul et al., 2017). Komunitas makrozoobentos pada umumnya mengintegrasikan perubahan lingkungan pada karakteristik fisika-kimia dan ekologi habitatnya (Everall et al., 2019; Rahayu et al., 2015). Sudarso (2009) menyatakan bahwa penggunaan makrozoobentos sebagian besar sebagai bioindikator pencemaran organik, mengingat organisme tersebut memanfaatkan bahan organik sebagai makanannya. Dengan demikian ketersediaan bahan

organik pada substrat dasar dapat mempengaruhi keberadaan makrozoobentos. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas makrozoobentos yang diharapkan dapat menjadi indikator untuk menentukan kondisi kualitas perairan sungai tersebut, sehingga informasi ini dapat digunakan sebagai referensi dalam upaya pengelolaan perairan Sungai Bone, Gorontalo.

2. Materials and Methods

2.1. Waktu dan tempat penelitian

Penelitian lapangan meliputi pengambilan sampel Makrozoobentos dan parameter kualitas air pada 3 stasiun di Sungai Bone (Gambar 1), Gorontalo selama 3 bulan (Mei hingga Juli 2023) dengan interval waktu sebulan sekali. Stasiun pengamatan ditentukan secara *purposive* berdasarkan faktor kondisi ekologi (diutamakan daerah *riffle*), keterwakilan sungai bagian hulu, tengah, hilir, dan tata guna lahan yang berpotensi memberikan sumber pencemaran pada masing-masing stasiun. Deskripsi stasiun pengamatan disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian yang menunjukkan 3 Stasiun Pengamatan di Sungai Bone

Tabel 1
Deskripsi stasiun pengamatan

Stasiun (St)	Koordinat	Lokasi Sampling	Potensi Sumber Kontaminasi
1	0°29'58.34"N123°16'11.21"E	Desa Poduwoma, Kabupaten Bone Bolango	Permukiman, penambangan pasir dan wisata arung jeram.
2	0°32'0.99"N 123°10'20.59"E	Desa Alale, Kabupaten Bone Bolango	Bendungan, pertanian, dan permukiman.
3	0°31'57.95"N 123° 4'34.61"E	Desa Botu, Kota Gorontalo	Permukiman, pertanian dan bekas penambangan pasir

Makroinvertebrata dikumpulkan menggunakan jala tangan (mata jaring 500 μ m) pada perairan yang dangkal sepanjang total 10m di masing-masing stasiun (Sudaryanti, 2022). Sampel yang terkumpul dipisahkan dari partikel lain, misalnya sampah organik dan lumpur. Sampel kemudian disimpan dalam botol-botol kecil dan diawetkan menggunakan alkohol 95% untuk keperluan identifikasi. Identifikasi makrozoobentos dilakukan sampai tingkat famili atau genus dan spesies apabila memungkinkan. Selain itu, dilakukan juga pengukuran terhadap parameter kualitas air. Kandungan bahan organik diketahui melalui analisis parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) mengacu pada Hasibuan et al. (2021). Sementara data parameter kualitas air pendukung yaitu suhu, pH, kecepatan arus dan oksigen terlarut (DO) didapatkan dari pengukuran langsung dilapangan.

2.3. Analisis data

Komunitas makrozoobentos dianalisis secara kuantitatif (lihat Tabel 2) melalui perhitungan kepadatannya dengan mengacu pada Kadim et al. (2022); keragaman dan persentase kelimpahan ordo Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera

(EPT) (Rini, 2011); serta perhitungan indeks dominansi (D') Simpson mengacu pada Odum (1998). Selanjutnya, penentuan kondisi perairan dilakukan berdasarkan nilai toleransi dari masing-masing famili penyusun komunitas makrozoobentos yang ditemukan selama periode pengambilan sampel melalui pendekatan perhitungan indeks biotik famili/ *Family Biotic Index* (FBI) (Hilsenhoff, 1987).

Tabel 2
Persamaan perhitungan untuk parameter indeks biotik

Indeks	Persamaan	Keterangan
Kepadatan (Ind/m ²)	$D_i = N_i/A$	D_i : kepadatan; N_i : jumlah individu taxa makroinvertebrata tertangkap; A : luas area tangkapan
Keragaman EPT	-	Jumlah famili penyusun ordo EPT
%Kelimpahan EPT	$(nEPT/N) 100\%$	n : Jumlah individu kelompok famili EPT; N : jumlah seluruh individu yang menyusun komunitas makroinvertebrata
Indeks Biotik Famili (FBI)	$FBI = \sum ((X_i \times t_i)/N)$	X_i : jumlah individu kelompok famili ke- i ; t_i : tingkat toleransi kelompok famili ke- i ; N : jumlah seluruh individu yang menyusun komunitas makroinvertebrata
Indeks Dominansi (D') Simpson	$D' = \sum (n_i/N)^2$	D' : Indeks Dominansi Simpson; n_i : Jumlah Individu tiap spesies; N : Jumlah Individu seluruh spesies

Tanggapan organisme dasar terhadap bahan pencemar dikenal sebagai nilai toleransi. Ketika makrozoobentos dalam suatu lingkungan memiliki toleransi rendah, indeks biotik famili akan menurun, menandakan tingkat kualitas air yang lebih baik. Sebaliknya, kehadiran makroinvertebrata yang lebih toleran terhadap pencemar akan meningkatkan indeks biotik famili, yang mengindikasikan penurunan kualitas air. Interpretasi skor FBI mengacu pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3
Interpretasi skor FBI untuk menilai kualitas perairan (Rini, 2011)

Skor FBI	Status Kualitas Air	Tingkat Pencemaran Organik
0,00 – 3,75	Sangat baik	Tidak Tercemar
3,76 – 4,25	Baik sekali	Kemungkinan Tercemar Ringan
4,26 – 5,00	Baik	Kemungkinan Agak Tercemar
5,01 – 5,75	Cukup	Tercemar Sedang
5,76 – 6,50	Agak buruk	Tercemar Agak Berat
6,51 – 7,25	Buruk	Tercemar Berat
7,26 – 10,00	Buruk sekali	Tercemar Sangat Berat

3. Results and Discussion

3.1. Parameter kualitas air Sungai Bone

Parameter kualitas air berperan penting dalam keberadaan organisme yang ada di Sungai tidak terkecuali makrozoobentos. Hasil pengukuran kualitas air pada penelitian ini juga diklasifikasikan berdasarkan baku mutu Peraturan Pemerintah nomor 22 (2021). Secara keseluruhan, nilai konsentrasi Suhu, DO dan pH terukur masih memenuhi baku mutu air kelas II, yaitu standar persyaratan mutu air untuk kegiatan pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, pengairan pertanian serta sarana-prasarana rekreasi air. Rerata dan rentang min-maks parameter kualitas air Sungai Bone disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4
Rerata dan rentang min-maks parameter kualitas air Sungai Bone

Parameter Kualitas Air	Baku Mutu*	Stasiun (St)		
		1	2	3
		Min-Maks (Rerata)	Min-Maks (Rerata)	Min-Maks (Rerata)
Suhu °C	Dev 3	27.1–27.4 (27.2)	30.9–31.7 (31.2)	31.2–32.2 (31.8)
DO (mg/L)	>4	6.25–7.87 (7.31)	7.39–7.89 (7.56)	7.32–7.83 (7.59)
pH	6-9	7.45–8.26 (7.95)	7.47–8.38 (7.98)	7.78–8.22 (7.9)
Kecepatan Arus (m/dtk)	-	0.2–0.61 (0.5)	0.38–1.2 (0.7)	0.5–0.6 (0.6)
Kedalaman (cm)	-	50–28 (40)	38–50 (43.6)	40–95 (60)
BOD (mg/L)	3	12.8**	12.3**	13.4**
COD (mg/L)	25	104**	64**	63**

Keterangan: *PP No. 22 tahun 2021 (kelas II); **Melembihi baku mutu

Salah satu parameter penting dalam proses metabolisme organisme akuatik yaitu suhu, dengan kisaran optimal 28-32°C (Effendi, 2003). Berdasarkan hasil analisis nilai rata-rata, suhu di perairan Sungai Bone berkisar antara 27–31,8°C dengan nilai suhu terendah terdapat pada St1 dan nilai suhu tertinggi pada St3. Perbedaan waktu, hari, dan cuaca pada saat pengukuran dapat menyebabkan perbedaan suhu yang cukup signifikan antara stasiun. Secara umum, nilai suhu pada perairan Sungai Bone masih tergolong layak untuk kehidupan makrozoobentos.

Nilai pH di Sungai Bone selama penelitian berkisar antara 7,4–8,3. Kisaran nilai pH tersebut masih berada dalam ambang batas baku mutu Peraturan Pemerintah No.22 (2021). Apabila perairan bersifat terlalu asam maupun terlalu basah

dapat berpengaruh pada kehidupan organisme di dalamnya. Kualitas perairan dapat dipengaruhi oleh kadar asam dan basanya karena berdampak pada adaptasi organisme yang hidup di dalamnya (Naillah et al., 2021). Nilai pH di Sungai Bone masih dalam batas normal dan masih dapat ditolerir oleh organisme khususnya makrozoobentos.

Hasil pengukuran kecepatan arus selama pengamatan menunjukkan rentang nilai 0,2–1,2 m/detik. Pada dasarnya, kecepatan arus berfungsi sebagai sarana transport yang baik untuk makanan maupun oksigen bagi organisme. Distribusi dan penyebaran organisme bentos juga dipengaruhi oleh kecepatan arus (Sudaryanti, 2022). Jenis aliran riffle memungkinkan difusi oksigen sehingga DO di semua stasiun >6 mg/L. DO yang relatif baik menyediakan zat-zat respirasi untuk makrozoobentos (Kadim, 2014; Tantalul et al., 2017).

Kandungan bahan organik pada penelitian ini diketahui melalui analisis parameter BOD dan COD. Berdasarkan hasil pengukuran diketahui bahwa kedua parameter tersebut telah melebihi baku mutu air sungai baik untuk kategori kelas II di semua stasiun pengamatan. BOD merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui jumlah bahan organik di perairan (Masykur et al., 2018). Nilai BOD di perairan Sungai Bone memiliki kisaran antara 12,3–13.4 mg/L. Konsentrasi BOD tertinggi selama pengamatan terdapat pada St3. Konsentrasi COD berada pada kisaran nilai 63–104 mg/L. Nilai tertinggi terdapat pada St1.

Tinggi rendahnya nilai BOD dan COD di suatu perairan menggambarkan aktivitas organisme dalam menguraikan input bahan organik di perairan tersebut dan fluktuasi nilai kedua parameter tersebut diantaranya dipengaruhi oleh limbah domestik dan pertanian (Bunte et al., 2016; Hasibuan et al., 2021; Kadim et al., 2013). Semakin tinggi konsentrasi BOD di suatu perairan mengindikasikan bahwa perairan tersebut telah tercemar (Rahmawati et al., 2013). Konsentrasi BOD dan COD pada Sungai Bone yang melebihi baku mutu ini diduga dipengaruhi oleh dekomposisi sampah bahan organik yang berasal dari aktivitas pertanian dan pemukiman. Tingginya nilai BOD di perairan dapat disebabkan oleh limbah organik dari badan Sungai. Jika banyaknya konsentrasi COD dalam air, organisme akan membutuhkan banyak oksigen untuk mengoksidasi limbah melalui reaksi kimia yang sangat tinggi. Berdasarkan kisaran nilai COD disimpulkan bahwa diseluruh stasiun terdapat pencemaran. Angka COD yang tinggi, mengindikasikan semakin besar tingkat pencemaran yang terjadi (Pasingi et al., 2014). Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/l, sedangkan pada perairan tercemar dapat lebih dari 200 mg/l (Effendi, 2003). BOD merupakan jumlah oksigen yang digunakan untuk menguraikan bahan organik sedangkan COD adalah kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi.

3.2. Komunitas Makrozoobentos Sungai Bone

Berdasarkan hasil penelitian, sebanyak total 1.040 individu mewakili 43 genus makrozoobentos berhasil dikumpulkan. Jumlah individu terbanyak tercatat pada St 1 dan terendah pada St3. Berdasarkan taksa yang tercatat, insekta merupakan kelompok yang melimpah dengan total 34 genus mewakili Ephemeroptera (7 genus), Trichoptera (7 genus), Diptera (8 genus), Coleoptera (7 genus), Hemiptera (2 genus), Odonata (2 genus), dan Lepidoptera (1 genus). Komposisi komunitas penyusun dan indeks Dominasi makrozoobentos Sungai Bone disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5

Komunitas penyusun dan indeks Dominasi (D') makrozoobentos Sungai Bone

Taksa	Famili (*)	Genus	Kepadatan (Ind/m ²)		
			St 1	St 2	St 3
Ephemeroptera	Baetidae (4)	<i>Platybaetis</i>	20.7	3.3	5.7
		<i>Baetis</i>	13.0	8.7	0.7
	Heptageniidae (4)	<i>Heptagenia</i>	13.7	6.7	2.3
		<i>Stenacron</i>	-	0.5	0.5
	Leptophlebiidae (2)	<i>Atalophlebia</i>	13.7	2.7	1.3
		<i>Neoleptophlebia</i>	1.0	-	-
	Caenidae (7)	<i>Caenis</i>	6.7	0.3	0.3
Tricoptera	Hydropsychidae (4)	<i>Cheumatopsyche</i>	26.0	39.0	2.0
		<i>Hydropsyche</i>	2.0	2.0	0.7
	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	4.0	-	-
	Philopotamidae (3)	<i>Chimarra</i>	4.3	1.0	-
	Odontoceridae (0)	<i>Psilotreta</i>	6.3	1.0	-
	Ecnomidae	<i>Ecnomus</i>	4.7	3.7	-
	Glossosomatidae (0)	<i>Glossosoma</i>	-	0.3	0.2
Diptera	Chironomidae (8)	<i>Chironomus</i>	13.3	1.3	3.7
	Ceratopogonidae (6)	<i>Bezzia</i>	-	0.3	0.7
		<i>Hemirodromia</i>	1.0	-	-
	Simuliidae (6)	<i>Simulium</i>	0.5	1.5	1.0
	Tipulidae (3)	<i>Tipula</i>	-	-	0.3
		<i>Dicronata</i>	6.7	1.3	1.3
		<i>Limnophila</i>	2.7	0.7	5.0
	Tabanidae (6)	<i>Tabanus</i>	0.5	-	-
Coleoptera	Elmidae (4)	<i>Coxelmis</i>	16.3	1.3	-
		<i>Notriolus maculata</i>	-	-	1.0
		<i>Cylloepus</i>	6.0	-	5.0
	Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	1.0	-	-
	Prosopistomatidae	<i>Prosopistoma</i>	7.3	-	4.0
	Pshepenidae (4)	<i>Pshepenus</i>	4.0	0.7	1.0
	Lampyridae	<i>Lampyris</i>	1.0	-	-
Hemiptera	Veliidae (3)	<i>Rhagovelia</i>	0.5	-	-
	Naucoridae (2)	<i>Naucoris</i>	1.5	-	2.0
Odonata	Cordulidae (6)	<i>Somatchlora</i>	1.5	-	0.5
	Ghompidae	<i>Stylurus</i>	1.0	-	-
Lepidoptera	Pyralidae (3)	<i>Eoophyla</i>	9.7	1.7	0.3
Molusca	Neritidae (8)	<i>Neritina</i>	-	1.3	13.3
		<i>Clithon</i>	-	6.0	-
		<i>Septaria</i>	-	-	1.0
	Thiaridae (8)	<i>Melanoidease</i>	0.7	-	6.0
		<i>Tharebia</i>	-	-	4.0
Decapoda	Grapsidae (6)	<i>Varuna Literata</i>	-	3.0	3.0
	Atyidae (6)	<i>Paratya</i>	-	-	2.3
Oligocheata	Lumbriculidae (5)	<i>Lumbriculus</i>	0.7	-	0.7
	Tubificidae (9)	<i>Branchiura</i>	-	2.0	-
Dominasi (D')			0.1	0.24	0.09

*Nilai toleransi Famili Makrozoobentos (Hilsenhoff, 1987)

Hydropsychidae dan Baetidae merupakan famili yang ditemukan konsisten terdistribusi serta mendominasi di semua stasiun pengamatan. Hal ini didukung oleh kondisi perairan khususnya arus yang deras, suhu, dan DO optimal. Menurut Welch and Nacz (1992), Baetidae dan Hydropsychidae dapat hidup di hampir semua substrat, sehingga sangat mungkin untuk menemukannya secara melimpah. Baetidae memiliki kebiasaan melayang yang memungkinkan biota ini tersebar luas (Hart et al., 2001). Keanekaragaman wilayah yang dapat didiami Hydropsychidae dan Baetidae inilah yang menyebabkan kedua famili ini ditemukan melimpah. Baetidae dapat ditemukan di sungai besar maupun sungai kecil dengan substrat pasir atau berbatu (Sudaryanti et al., 2001; Tantal et al., 2017).

Baetidae memiliki bentuk tubuh datar dan halus sedangkan Hydropsychidae memiliki pengait untuk menempel pada permukaan yang licin (Kadim et al., 2022; Sudaryanti, 2022)

sehingga dapat bertahan hidup dan ditemukan terdistribusi luas di aliran Sungai Bone. Faktor ketersediaan makanan (bahan organik) menjadi penentu komposisi penyusun makrozoobentos di sungai. Pada penelitian ini nilai parameter lingkungan yang diperoleh pada tiap stasiun pengamatan berada pada kondisi yang masih dalam batas toleransi makrozoobentos. Faktor fisika dan kimia yang diperoleh merupakan cerminan dari kualitas air saat dilakukan pengambilan sampel dimana nilai tersebut selalu berubah terutama di sungai yang airnya mengalir. Makrozoobentos merupakan biota yang hidup menetap di sungai sehingga mampu merekam perubahan keadaan tidak hanya saat pengambilan sampel namun juga waktu lampau sebelum pengambilan sampel.

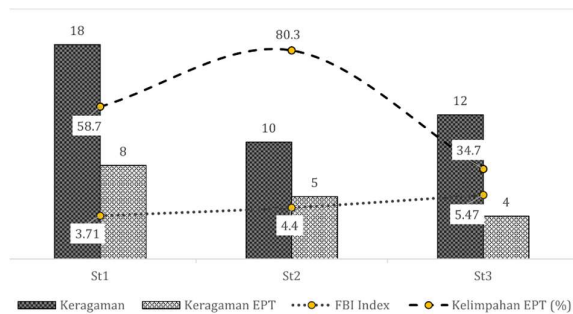
Nilai BOD menunjukkan jumlah zat organik yang terurai oleh mikroorganisme dibandingkan dengan bahan organik yang dimanfaatkan oleh makrozoobentos (Everall et al., 2019). Nilai

BOD yang tinggi di suatu perairan mengindikasikan peningkatan konsentrasi bahan organik di dalam air sehingga dapat juga mempengaruhi konsentrasi COD (Pasingi et al., 2014). Tingginya nilai kedua parameter tersebut diperkirakan sebagai akibat dari aktivitas antropogenik di lokasi-lokasi tersebut dan kondisi ini menunjukkan ketersediaan bahan organik sebagai makanan makrozoobentos sedikit dan mempengaruhi struktur penyusun komunitasnya.

Berdasarkan perhitungan, nilai indeks dominansi makrozoobentos di Sungai Bone dikategorikan dalam kategori rendah ($D < 0,5$), nilai ini mengindikasikan bahwa tidak ada genus yang mendominasi di perairan Sungai Bone. Menurut Odum (1998) jika semakin kecil nilai indeks dominansi menunjukkan bahwa tidak adanya spesies yang mendominasi. Namun, jika nilai indeks dominansi tinggi di suatu perairan dapat disebabkan oleh penyebaran populasi yang tidak merata karena dominansi jenis tertentu.

3.3. Kondisi kualitas perairan Sungai Bone

Hasil perhitungan keragaman taksa makrozoobentos, keragaman dan persentase kelimpahan EPT, serta hasil perhitungan *Hilsenhoff Family Biotic Index* (FBI) pada tiga stasiun pengamatan disajikan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik keragaman taksa makrozoobentos, keragaman dan persentase kelimpahan EPT, serta FBI.

Secara umum, St1 menjadi stasiun pengamatan dengan keragaman famili dan EPT tertinggi selama periode pengamatan. Meskipun demikian, untuk persentase nilai kelimpahan EPT justru tertinggi di St2. Gambar 2 menunjukkan bahwa terjadi penurunan keragaman EPT semakin ke arah hilir sungai. EPT merupakan ordo dari serangga akuatik yang sensitif terhadap pencemaran dan diantara ketiga ordo tersebut, Plecoptera yang paling sensitif (Nugroho, 2006; Simamora et al., 2012) namun tidak ditemukan sama sekali selama periode pengambilan sampel. Penurunan keragaman dan hilangnya organisme yang sensitif ini tentu memberikan gambaran awal bahwa Sungai Bone telah mengalami pencemaran.

Semakin tinggi %EPT, kualitas air semakin baik (Simamora et al., 2012), namun pada penelitian ini hal berbeda terjadi, St1 yang lebih di hulu dan memiliki keragaman EPT tertinggi ternyata tidak memiliki persentase kelimpahan EPT yang tinggi. Stasiun 2 yang memiliki %EPT tertinggi justru tidak menjamin kondisi kualitas perairan di lokasi tersebut berada dalam kondisi baik. Sebagaimana yang disajikan pada Gambar 2, nilai FBI indeks Sungai Bone berada pada kisaran 3,71 hingga 5,47 yang membagi sungai ini kedalam 3 tingkat pencemaran yaitu sedikit tercemar dengan klasifikasi baik sekali (St1), terpolusi beberapa bahan organik (St2-klasifikasi: baik), dan terpolusi agak banyak (St3-klasifikasi: cukup). Nilai FBI indeks ini menunjukkan bahwa semakin ke arah hilir kondisi perairan Sungai Bone cenderung mengalami penurunan kualitas.

Perbedaan komunitas penyusun, kepadatan dan keragaman makrozoobentos pada masing-masing stasiun

pengamatan penelitian ini memang sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dari sungai tersebut. Menurut Sudaryanti et al. (2022) yang menyebabkan adanya perbedaan struktur komunitas makrozoobentos di sungai adalah kondisi fisik sungai itu sendiri, mulai dari ketinggian dari permukaan laut, jarak dari sumber, lebar sungai, persen riffle, kondisi substrat dasar, persen vegetasi riparian, dan termasuk tata guna lahan yang ada disekitar sungai. Meskipun nilai-nilai faktor lingkungan yang diperoleh pada tiap stasiun pengamatan masih dalam batas toleransi makrozoobentos, konsentrasi parameter kimiawi (BOD dan COD) ikut memperburuk perairan dan mengganggu keberlangsungan hidup makrozoobentos yang berdampak pada hilangnya organisme sensitif terhadap pencemaran. Baetidae dan Hydropsychidae secara *ecological feeding* termasuk tipe pengumpul (*collector*) ditemukan melimpah dan terdistribusi hingga ke hilir (St3) selama periode pengambilan sampel, termasuk diantaranya Elmidae yang bertipe *scraper*. Kehadiran famili tersebut secara melimpah mengindikasikan bahwa masukan bahan organik kasar rendah yang menandakan bahwa persentase naungan di sempadan sungai rendah.

4. Conclusion

Komunitas makrozoobentos yang tercatat pada penelitian ini tersusun atas 43 genus dimana ordo dari kelompok insekta yaitu Trichoptera, Ephemeroptera dan Diptera mendominasi. Nilai perhitungan FBI indeks menunjukkan bahwa kondisi kualitas perairan Sungai Bone sudah tercemar dan semakin ke arah hilir semakin mengalami penurunan kualitas (terpolusi agak banyak).

Bibliography

- Biki, R., Katili, A., Algamar., Bachmid, A., Alitu, H., dan Naji, A. 2012. Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Gorontalo, Badan Lingkungan Hidup, Riset dan Teknologi Informasi.
- Bunte, K., Swingle, K.W., Turowski, J.M., Abt, S.R., and Cenderelli, D.A. 2016. Measurements of coarse particulate organic matter transport in steep mountain streams and estimates of decadal CPOM exports. *Journal of Hydrology*, 539: 162–176. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2016.05.022>
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Kanisius.
- Everall, N.C., Johnson, M.F., Wood, P., Paisley, M.F., Trigg, D.J., and Farmer, A. 2019. Macroinvertebrate community structure as an indicator of phosphorus enrichment in rivers. *Ecological Indicators*, 107: 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105619>
- Hart, B.T., Davies, P.E., Humphrey, C.L., Norris, R.N., Sudaryanti, S., and Trihadiningrum, Y. 2001. Application of the Australian River Bioassessment System (AUSRIVAS) in the Brantas River, East Java, Indonesia. *Journal of Environmental Management*, 62(1): 93–100. <https://doi.org/10.1006/JEMA.2001.0424>
- Hasibuan, E.S.F., Supriyanti, E., dan Sunaryo, S. 2021. Pengukuran parameter bahan organik di Perairan Sungai Silugonggo, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(3): 299–306. <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i3.32345>

- Hilsenhoff, W.L. 1987. An Improved Biotic Index of Organic Stream Pollution. *The Great Lakes Entomologist*, 20(1): 1–9. <https://doi.org/10.22543/0090-0222.1591>
- Kadim, M.K. 2012. Ekologi Komunitas Makrozoobentos Sungai Umbulrejo di Kecamatan Dampit Kabupaten Malang. Universitas Brawijaya.
- Kadim, M.K., Sudaryanti, S., dan Yuli, E.H. 2013. Pencemaran Residu Pestisida di Sungai Umbulrejo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 20(3): 262–268. <https://doi.org/10.22146/jml.18493>
- Kadim, M.K. 2014. Zonasi Sungai Umbulrejo di Kecamatan Dampit Kabupaten Malang Berdasarkan Komunitas Makrozoobentos. *Jurnal Nikè*, 2(2): 56–59.
- Kadim, M.K., dan Pasingi, N., 2017. Produktivitas primer fitoplankton Teluk Gorontalo ditinjau dari kandungan klorofil-a. Prosiding Simposium Nasional Ikan dan Perikanan Pantai (Jilid 2). Bogor, Indonesia, pp. 673–683.
- Kadim, M. K., dan Pasingi, N. 2018. Status mutu perairan Teluk Gorontalo dengan menggunakan metode pollution index. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 2(1): 1–8. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2018.002.01.1>
- Kadim, M.K., dan Arfiati, D., 2022. Effects of Pollutants on Physiological of River Macroinvertebrates: A review. *Enviro. Sciencetea*, 18(1): 65–76. <https://doi.org/10.20527/es.v18i1.12980>
- Kadim, M.K., Herawati, E.Y., Arfiati, D., and Hertika, A.M.S., 2022. Macrozoobenthic diversity and heavy metals (Pb and Hg) accumulation in Bone River Gorontalo Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1118(1): 1–11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1118/1/012052>
- Kadim, M.K., Pasingi, N., Alinti, E.R., and Panigoro, C. 2022. Biodiversity and community assemblages of freshwater and marine macrozoobenthos in Gorontalo Waters, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(2): 637–647. <https://doi.org/https://doi.org/10.13057/biodiv/d230204>
- Machairiyah., Nasution, Z., dan Slamet, B. 2020. Pengaruh pemanfaatan lahan terhadap kualitas air Sungai Percut dengan metode Indeks Pencemaran (IP). *Limnotek : Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 27(1): 13–25 <https://doi.org/10.14203/LIMNOTEK.V27I1.320>
- Masykur, H., Amin, B., Jasril, J., dan Siregar, S.H. 2018. Analisis status mutu air sungai berdasarkan metode STORET sebagai pengendalian kualitas lingkungan (Studi Kasus: Dua Aliran Sungai di Kecamatan Tembilahan Hulu, Kabupaten Indragiri Hilir, Riau). *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 5(2): 84–96. <https://doi.org/10.31258/dli.5.2.p.84-96>
- Naillah, A., Budiarti, L.Y., dan Heriyani, F. 2021. Literature Review: Analisis kualitas air sungai dengan tinjauan parameter pH, Suhu, BOD, COD, DO terhadap Coliform. *Homeostasis*, 4(2): 487–494. <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/hms/article/view/4041>
- Nugroho, A. 2006. Bioindikator kualitas air. Universitas Trisakti.
- Odum, E.P. 1998. Dasar-dasar Ekologi: Terjemahan dari Fundamentals of Ecology. Alih Bahasa Samingan, T. Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- Pasingi, N., Pratiwi, N.TM., dan Krisanti, M. 2014. Kualitas perairan Sungai Cileungsi bagian hulu berdasarkan kondisi fisik-kimia. *Depik*, 3(1): 56–64. <https://doi.org/10.13170/depik.3.1.1376>
- Peraturan Pemerintah (PP) Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup . *Pub. L.*, 22. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>
- Rahayu, D.M., Pratama, G.Y., Effendi, H., dan Wardiatno, Y. 2015. Penggunaan Makrozoobentos Sebagai Indikator Status Perairan Hulu Sungai Cisdane, Bogor. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(1): 1–8.
- Rahmawati, I., Purnomo, P.W., dan Hendrarto, B. 2013. Fluktuasi bahan organik dan sebaran nutrien serta Kelimpahan Fitoplankton dan Klorofil-A di Muara Sungai Sayung Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3(1): 27–36. <https://doi.org/10.14710/MARJ.V3I1.4283>
- Rini, D.S. 2011. Panduan penilaian kesehatan sungai melalui pemeriksaan habitat sungai dan BIOTILIK. In Ecoton, <http://ecoton.or.id/wp-content/uploads/2020/04/BUKU-PANDUAN-BIOTILIK-BY-ECOTON-1.pdf>
- Simamora, R.L., Achmad, A., dan Yasir, I. 2012. Kualitas Air Sungai Bone (Gorontalo) Berdasarkan Bioindikator Makroinvertebrata. Pasca Sarjana Universitas Hassanuddin. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cac:he:0p-xO06F3MgJ:pasca.unhas.ac.id/jurnal/files/d78f702d6fc5cbcd32df6dc084653877.pdf+&cd=3&hl=id&ct=clnk&gl=id>
- Sudarso, Y., 2009. Potensi Larva Trichoptera Sebagai Bioindikator Akuatik. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 35(2): 201–215.
- Sudarso, J., Wardiatno, Y., Setiyanto, D.D., dan Anggraitoningsih, W., 2013. Pengaruh Aktivitas Antropogenik Di Sungai Ciliwung Terhadap Komunitas Larva Trichoptera. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 20(1): 68–83. <https://doi.org/10.22146/jml.18475>
- Sudarso, J., Suryono, T., Yoga, G.P., Samir, O., Imroatusshoolikhah., dan Ibrahim, A., 2021. The Impact of Anthropogenic Activities on Benthic Macroinvertebrates Community in the Ranggeh River. *Journal of Ecological Engineering*, 22(55): 179–190. <https://doi.org/10.12911/22998993/135773>
- Sudaryanti, S., Trihadiningrum, Y., Hart, B.T., Davies, P.E., Humphrey, C., Norris, R., Simpson, J., and Thurtell, L.,

2001. Assessment of the biological health of the Brantas River, East Java, Indonesia using the Australian River Assessment System (AUSRIVAS) methodology. *Aquatic Ecology*, 35(2): 135–146. <https://doi.org/10.1023/A:1011458520966>
- Sudaryanti, S. 2022. Makroinvertebrata Bentik Untuk Bioassessment Kesehatan Daerah Aliran Sungai (DAS). UB Media.
- Tantalu, L., Sudaryanti, S., dan Mulyanto, M. 2017. Ordinasai Sungai Biru Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu Berdasarkan Makrozoobenthos. *BUANA SAINS*, 17(1): 1–8. <https://doi.org/10.33366/bs.v17i1.572>
- Welch, E. B., and Naczk, F., 1992. Ecological Effects of Wastewater: Applied limnology and pollutant effects, Second Edition. In *Ecological Effects of Wastewater* (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.4324/9780203038499>