

STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS SUNGAI INDRAGIRI KECAMATAN INUMAN

Wahyuni Asyurah¹, Nursal², Irda Sayuti³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Riau

¹wahyuni_asyurah1210@student.unri.ac.id, ²nursal@lecturer.unri.ac.id,

³irda.sayuti@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

The Indragiri River in Inuman Subdistrict, Riau, faces ecological pressures due to human activities such as domestic activities, agriculture, settlements, and unauthorized gold mining (PETI). These activities can reduce the physicochemical quality of the water and affect aquatic organisms. Macrozoobenthos, benthic organisms sensitive to changes in water quality, are used as bioindicators of aquatic conditions. This study aims to analyze the macrozoobenthos community structure through species composition, diversity index (H'), evenness (E), dominance (C), and physicochemical water parameters. The research employed a descriptive quantitative method, with sampling conducted at three stations (upstream, midstream, downstream) and subsequent laboratory analysis. The results revealed nine species from five classes, with Gastropoda being the dominant class (40.75%). Station I (upstream) exhibited the highest diversity ($H' = 2.05$) and the lowest dominance ($C = 0.14$), whereas Station II (midstream) had the lowest diversity ($H' = 0.68$) with moderate dominance ($C = 0.51$). Station II was classified as moderately to heavily polluted, indicated by low DO (3.34 mg/L) and BOD, COD, and TSS exceeding the water quality standards stipulated in Indonesian Government Regulation No. 22 of 2021. A research gap exists as heavy metals such as mercury have not yet been analyzed, suggesting that future studies could expand chemical indicators for a more comprehensive environmental assessment.

Keywords: Macrozoobenthos, Bioindicator, Water quality, Indragiri River, Diversity

ABSTRAK

Sungai Indragiri di Kecamatan Inuman, Riau, menghadapi tekanan ekologis akibat aktivitas manusia, seperti kegiatan domestik, pertanian, permukiman, dan penambangan emas tanpa izin (PETI). Aktivitas ini dapat menurunkan kualitas fisika-kimia perairan dan memengaruhi organisme akuatik. Makrozoobentos, organisme bentik yang sensitif terhadap perubahan kualitas air, digunakan sebagai bioindikator kondisi perairan. Penelitian ini bertujuan menganalisis struktur komunitas makrozoobentos melalui komposisi jenis, indeks keanekaragaman (H'), kemerataan (E), dominansi (C), serta parameter fisika-kimia perairan. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan pengambilan sampel di tiga stasiun (hulu, tengah, hilir) dan analisis laboratorium. Hasil menunjukkan 9 spesies dari 5 kelas, dengan Gastropoda mendominasi (40,75%). Stasiun I (hulu) memiliki keanekaragaman tertinggi ($H' = 2,05$) dan dominansi terendah ($C = 0,14$), sedangkan Stasiun II (tengah) keanekaragaman terendah ($H' = 0,68$) dengan dominansi sedang ($C = 0,51$).

Stasiun II tercemar sedang hingga berat, ditandai DO rendah (3,34 mg/L) dan BOD, COD, serta TSS melebihi baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021. Gap penelitian adalah belum dianalisisnya logam berat seperti merkuri, sehingga penelitian selanjutnya dapat memperluas indikator kualitas air secara kimia untuk evaluasi lingkungan yang lebih komprehensif.

Kata Kunci: Makrozoobentos, Bioindikator, Kualitas air, Sungai Indragiri, Keanekaragaman.

A. Pendahuluan

Sungai Indragiri di Kecamatan Inuman, Kabupaten Kuantan Singingi, Provinsi Riau, merupakan salah satu sungai besar yang mengalir di Provinsi Riau dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai 22.672 km², hulu berasal dari pertemuan tiga sungai besar di Nagari Muaro Sijunjung, Provinsi Sumatera Barat, dan bermuara ke Selat Malaka. Wilayah ini dikenal sebagai lokasi aktivitas pertambangan emas tanpa izin (PETI) yang dilakukan masyarakat di sepanjang tepian sungai, memberikan tekanan terhadap kualitas air, terutama pada aspek fisika, kimia, dan biologi perairan (Rahman et al., 2021).

Berbagai aktivitas antropogenik di sepanjang Sungai Indragiri, termasuk kegiatan domestik, pertanian, dan permukiman, meningkatkan masukan bahan organik, padatan tersuspensi, dan nutrisi berlebih ke dalam perairan.

Kondisi ini berpotensi menurunkan kualitas fisika dan kimia air serta memengaruhi organisme akuatik. Salah satu kelompok organisme yang sensitif terhadap perubahan kualitas perairan adalah makrozoobentos.

Makrozoobentos adalah organisme bentik berukuran lebih dari 1 mm, termasuk larva serangga (Chironomidae, Ephemeroptera), moluska (Gastropoda dan Bivalvia), dan annelida (Oligochaeta) (Wahyuni et al., 2023). Organisme ini menetap di dasar perairan, berperan dalam rantai makanan sebagai predator, detritivora, dan suspension feeder, serta sensitif terhadap pencemaran sehingga digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan.

Kelimpahan dan komposisi makrozoobentos dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti ketersediaan oksigen, bahan organik, dan jenis substrat. Spesies sensitif hanya hidup di perairan bersih, sedangkan spesies toleran mampu bertahan di perairan tercemar

(Rosenberg & Resh, 1993; Covich et al., 1999).

Penggunaan makrozoobentos sebagai bioindikator memungkinkan pemantauan kondisi ekologis perairan secara menyeluruh. Komposisi dan kelimpahan makrozoobentos akan berubah jika perairan mengalami tekanan ekologis, seperti pencemaran organik, logam berat, maupun aktivitas antropogenik lainnya (Triesa Putri et al., 2021; Suweni et al., 2025). Semakin beragam jenis makrozoobentos yang ditemukan, semakin baik kualitas perairan. Sebaliknya, dominasi spesies yang toleran menunjukkan kondisi perairan tercemar.

Aktivitas PETI di beberapa sungai lain, seperti Sungai Batang Masumai, Jambi, menyebabkan rendahnya indeks keanekaragaman makrozoobentos ($H' < 2$) (Dwi Ananda, 2024), dan penelitian Yahya & Maming (2021) menunjukkan dominasi spesies toleran di Sungai Bodi, Sulawesi Tengah, akibat aktivitas PETI. Kondisi serupa diperkirakan terjadi di Sungai Indragiri, sehingga penelitian struktur komunitas makrozoobentos penting

dilakukan untuk menilai kualitas perairan secara biologis.

Studi tentang struktur komunitas makrozoobentos menjadi dasar dalam bioasesmen kualitas ekosistem perairan dan digunakan dalam strategi pemantauan lingkungan secara berkelanjutan. Struktur komunitas mencakup komposisi jenis, keanekaragaman, dominansi, dan pemerataan, yang dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai tingkat pencemaran dan kesehatan ekosistem Sungai Indragiri.

B. Metode Penelitian

1. Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif, dengan fokus pada analisis struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman. Analisis dilakukan dengan mengukur komposisi jenis, keanekaragaman (H'), dominansi (C), dan pemerataan (E) makrozoobentos, serta mengaitkannya dengan parameter fisika dan kimia perairan.

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman, Kabupaten Kuantan Singingi, Provinsi Riau, dengan panjang aliran yang diteliti ± 3 km dan lebar 60–100 m, tergantung titik pengamatan. Setiap stasiun pengamatan memiliki karakteristik substrat dasar yang berbeda, didominasi lumpur, pasir, dan kerikil. Pengamatan dilakukan dari Januari hingga Maret 2026.

3. Teknik Analisis Data

Hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian tersebut diintegrasikan sebagai rancangan pada pembelajaran biologi dalam bentuk E-Modul SMA materi Perubahan Lingkungan. Teknik analisis data dapat dilihat sebagai berikut:

a. Komposisi Jenis (P_i)

Komposisi jenis adalah jumlah spesies dan individu beserta persentasenya pada masing-masing spesies. Komposisi jenis dapat dihitung dengan rumus (Odum, 1993). :

$$P_i = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

P_i = Komposisi Jenis

n_i = Jumlah individu jenis ke- i

N = Jumlah total individu

b. Keanekaragaman Jenis (H')

Indikator keanekaragaman jenis dapat ditentukan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Indeks keanekaragaman ini mempertimbangkan keanekaragaman spesies di habitat tertentu (kekayaan) dan kelimpahan relatifnya. Semakin kecil nilai indeks kemerataan suatu organisme, maka penyebaran individu tiap jenis organisme, dan ada kecenderungan didominasi oleh jenis tertentu. Keanekaragaman jenis ini dapat dihitung dengan rumus:

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Atau

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman jenis

P_i = Proporsi individu dari jenis ke- i terhadap keseluruhan populasi (n_i/N)

n_i = Jumlah individu jenis ke- i

N = Jumlah total individu.

Penentuan kriteria indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (1949) dibagi 3 yaitu dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

**Tabel 1. Indeks Keanekaragaman
Shannon-Wiener**

Kriteria	Indeks Keanekaragaman Jenis
Rendah	$H' < 1$
Sedang	$1 \leq H' \leq 3$
Tinggi	$H' > 3$

c. Indeks Dominasi (C)

Indeks dominansi digunakan untuk mengetahui apakah ada satu jenis organisme yang sangat mendominasi dalam suatu komunitas. Jika nilai indeks dominansi tinggi, artinya hanya sedikit jenis yang mendominasi. Sebaliknya, jika nilainya rendah, berarti tidak ada satu pun jenis yang terlalu mendominasi dan komunitas tersebut cenderung seimbang. Nilai ini dihitung menggunakan rumus (Odum, 1993):

$$C = \sum_{i=1}^s (pi)^2 = \sum_{i=1}^s \left(\frac{ni}{N}\right)^2$$

Keterangan :

C = Indeks dominansi jenis

Pi = ni/N

Ni = Jumlah individu jenis ke-i

N = Jumlah total individu setiap jenis

Penentuan kriteria indeks dominansi (Odum,1993) dibagi 3 yaitu dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Indeks Dominansi

Kriteria	Indeks Dominansi
Rendah	$< C \leq 0,5$
Sedang	$0,5 \leq C \leq 0,75$
Tinggi	$0,75 \leq C \leq 1$

d. Indeks Kemerataan (E)

Indeks yang menunjukkan kelimpahan suatu individu pada spesies, yaitu merata (kemerataan). Indeks kemerataan dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Pielou, 1997):

$$E = \frac{H'}{H_{maks}}$$

Keterangan :

E = Indeks kemerataan

H' = Indeks Keanekaragaman Jenis

H maks = Jumlah taksa ($\log_2 S = 3,3219 \log S$)

S = Jumlah jenis yang di tangkap

Kriteria berdasarkan indeks kemerataan (Pielou, 1997) dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Indeks Kemerataan

Kriteria	Indeks Kemerataan
Tidak Merata	0,00-0,25
Kurang Merata	0,26-0,50
Cukup Merata	0,51-0,75
Hampir Merata	0,76-0,95
Merata	0,96-1.00

Semakin tinggi nilai indeks kemerataan (E), semakin tinggi pula

kesamaan penyebaran individu antarspesies dalam komunitas. Sebaliknya, semakin rendah nilai indeks kemerataan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan besar jumlah individu antarspesies sehingga penyebarannya tidak merata.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Hasil

a. Komposisi Jenis Makrozoobentos

Komposisi jenis makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman, pada tiga stasiun pengamatan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi dan proporsi jenis makrozoobentos di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman

Kel as	Suk u	Jenis	Stasiun			Jum lah (ind)	Prop orsi (%)
			I	II	III		
Gas trop oda	Thia rida e	<i>Melanoides tuberculata</i>	46	0	24	70	20,23
		<i>Tarebia a granifera</i>	31	7	10	48	13,87
		<i>Tarebia a lineata</i>	14	0	9	23	6,65
		Jumlah					40,75
		<i>Bivalvia Cyrenidae Corbicula</i>	38	3	0	41	11,85

a	ae	flumin ea							
		Corbic ula	16	0	0	16	4,62		
		largilli erti							
		Gla uco nom idae	Glauc onome virens	25	7	16	48	13,8 7	
Jum lah							30,3 4		
Cru stac ea	Pen aeid ae	Litope naeus vanna mei	28	0	0	28	8,09		
		Jum lah						8,09	
		Hiru din ea	Hiru dini dae	Hirudo medici nalis	3	37	12	52	15,0 3
		Jum lah						15,0 3	
Inse kta	Go mph idae	Progo mpus obscur us	20	0	0	20	5,78		
		Jum lah						5,78	
		TOTAL		22 1	54	71	346	100, 00	

Keterangan: Stasiun I = Hulu; Stasiun II = Tengah; Stasiun III = Hilir

Jenis makrozoobentos yang ditemukan pada setiap stasiun berbeda-beda. Makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman, terdiri dari 9 jenis, yang didominasi oleh jenis *Melanoides tuberculata* dengan proporsi 20,23% dari kelas

Gastropoda dengan proporsi tertinggi yaitu 40,75%.

b. Struktur Komunitas Makrozoobentos

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman, kemerataan, dan dominansi makrozoobentos di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman, pada setiap stasiun pengamatan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Indeks Keanekaragaman (H'), Kemerataan (E), dan Dominansi (C) Makrozoobentos pada Setiap Stasiun

Indeks	Stasiun		
	I	II	III
Keanekaragaman (H')	2,05	0,68	1,54
Kemerataan (E)	0,93	0,31	0,70
Dominansi (C)	0,14	0,51	0,23

Berdasarkan Tabel 5, nilai indeks keanekaragaman (H') makrozoobentos di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman, menunjukkan variasi yang mencerminkan kondisi ekologi berbeda antarstasiun. Stasiun I memiliki nilai $H' = 2,05$ (kategori sedang), Stasiun III memiliki nilai $H' = 1,54$ (kategori sedang), sedangkan Stasiun II memiliki nilai $H' = 0,68$ (kategori rendah).

Pola ini mengindikasikan bahwa tekanan lingkungan terbesar terjadi di

Stasiun II, yang merupakan kawasan dengan intensitas masyarakat dan permukiman tertinggi di sepanjang aliran sungai yang diteliti.

Nilai indeks kemerataan (E) tertinggi terdapat pada Stasiun I sebesar 0,93, menunjukkan distribusi individu yang hampir merata antarspesies. Sebaliknya, Stasiun II memiliki nilai $E = 0,31$ (kurang merata), yang menandakan bahwa satu atau beberapa spesies mendominasi komunitas secara tidak proporsional. Kondisi ini dikonfirmasi oleh nilai indeks dominansi (C) Stasiun II sebesar 0,51 (sedang), berbeda dengan Stasiun I dan III yang masing-masing memiliki dominansi rendah (0,14 dan 0,23).

c. Parameter Fisika-Kimia Perairan

Hasil pengukuran parameter fisika-kimia di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman, pada setiap stasiun pengamatan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Parameter Fisika-Kimia di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman

Parameter	Stasiun			Baku Mutu Normal*)
	I	II	III	
Suhu (°C)	26,8	29,3	28,7	28-32
Kecerahan (cm)	38,5	34,7	37,3	-

Kedalaman (m)	3,7	4,6	3,4	-
Kuat Arus (m/s)	0,57	0,44	0,31	-
Total				
Suspended Solid (TSS) (mg/L)	73	100	68	<50
pH	7,5	6,8	7,2	6-9
Dissolved				
Oxygen (DO) (mg/L)	5,6	3,34	4,73	>4
Chemical				
Oxygen Demand (COD) (mg/L)	95	126	106	<25
Biochemical				
Oxygen Demand (BOD) (mg/L)	3,1	5,7	5,0	<3

*) PP RI No. 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup baku mutu air sungai.

Berdasarkan Tabel 6, hasil pengukuran parameter fisika-kimia menunjukkan bahwa Stasiun II memiliki kondisi paling menyimpang dari baku mutu. Kadar oksigen terlarut (DO) di stasiun II hanya 3,34 mg/L, berada di bawah baku mutu minimal 4 mg/L. Nilai COD dan BOD di Stasiun II pun tercatat paling tinggi, yaitu 126 mg/L dan 5,7 mg/L,

melebihi baku mutu yang ditetapkan. TSS di Stasiun II juga mencapai 100 mg/L, melampaui batas kelas II sebesar 50 mg/L. Sementara parameter pH di seluruh stasiun masih berada dalam kisaran baku mutu 6-9.

2. Pembahasan

a. Komposisi Jenis Makrozoobentos

Komposisi dan distribusi makrozoobentos di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman, memperlihatkan variasi yang mencerminkan perbedaan kondisi lingkungan fisika-kimia di setiap stasiun pengamatan.

Secara keseluruhan, ditemukan 9 spesies dari 5 kelas, yaitu Gastropoda, Bivalvia, Crustacea, Hirudinea, dan Insekta. Jumlah spesies terbanyak ditemukan pada Stasiun I (9 spesies), diikuti Stasiun III (5 spesies), dan Stasiun II (4 spesies).

Tingginya jumlah spesies pada Stasiun I berkaitan erat dengan kondisi lingkungan yang relatif alami dan jauh dari gangguan aktivitas domestik maupun pertambangan. Vegetasi riparian yang masih baik berperan dalam menjaga kestabilan suhu dan ketersediaan oksigen terlarut (DO = 5,6 mg/L). Kondisi ini

mendukung keberagaman komunitas makrozoobentos, karena berbagai spesies dari kelompok Gastropoda, Bivalvia, Crustacea, Hirudinea, hingga Insekta masih dapat hidup berdampingan dengan baik. Hal ini sejalan dengan penelitian (Wahyudi et al., 2023) yang menyatakan bahwa semakin rendah gangguan antropogenik, semakin tinggi keberagaman komunitas makrozoobentos.

Spesies dengan proporsi tertinggi adalah *Melanoides tuberculata* (20,23%) dari kelas Gastropoda. Spesies ini banyak ditemukan di Stasiun I dan III, yang memiliki substrat dasar berupa lumpur berpasir. Fajri dan Kasry (2013) menyatakan bahwa *Melanoides tuberculata* menyukai habitat dengan substrat berlumpur karena memudahkan aktivitas pergerakan dan pencarian makanan. Nilai DO di Stasiun I dan III yang masing-masing sebesar 5,6 mg/L dan 4,73 mg/L, masih berada dalam kisaran yang mendukung kehidupan organisme perairan (>4 mg/L), sehingga mendukung kelangsungan hidup spesies ini.

Pola distribusi yang mengelompok pada *Melanoides*

tuberculata berhubungan dengan preferensi habitat dan ketersediaan sumber makanan, sebagaimana dikemukakan Suwondo et al. (2004) bahwa spesies ini memiliki kecenderungan menempati substrat tertentu dalam waktu yang relatif lama.

Sebaliknya, *Hirudo medicinalis* dari kelas Hirudinea mendominasi Stasiun II dengan 37 individu dari total 52 individu yang ditemukan di stasiun tersebut (15,03%). Keberadaannya dalam jumlah besar di Stasiun II mengindikasikan adanya tekanan lingkungan yang menghasilkan sedimentasi tinggi dan kandungan bahan organik yang melimpah di dasar perairan, yang berkaitan dengan intensitas aktivitas masyarakat dan permukiman di kawasan tersebut.

Hirudo medicinalis merupakan organisme yang memiliki toleransi terhadap kondisi perairan berlumpur dengan kadar bahan organik tinggi (Maisaroh et al., 2019). Dominansi satu spesies di suatu stasiun merupakan indikasi kuat adanya degradasi kualitas lingkungan perairan (Trihadiningrum dan Tjondronegoro, 1998).

Tidak ditemukannya beberapa spesies sensitif seperti dari kelompok Ephemeroptera, Plecoptera, dan Trichoptera (EPT) di seluruh stasiun, khususnya di Stasiun II, turut memperkuat indikasi pencemaran. Rahman et al. (2023) menyatakan bahwa kelompok EPT merupakan indikator perairan yang akan berkurang jumlahnya, bahkan menghilang di sekitar daerah yang mengalami tekanan lingkungan tinggi akibat aktivitas manusia. Temuan ini juga sejalan dengan penelitian Yahya dan Maming (2021) di Sungai Bodi, Sulawesi Tengah, yang menunjukkan bahwa aktivitas PETI menyebabkan perubahan komposisi makrozoobentos menjadi didominasi oleh spesies toleran terhadap pencemaran.

b. Kualitas Perairan Sungai Indragiri dengan Bioindikator Makrozoobentos

Kualitas perairan Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman, dapat dikaji melalui indeks struktur makrozoobentos yang ditemukan di tiga stasiun pengamatan. Variasi nilai indeks keanekaragaman, kemerataan, dan dominansi sangat erat kaitannya dengan kondisi fisika-kimia

perairan serta tingkat aktivitas antropogenik di setiap stasiun.

Stasiun I, yang terletak di bagian hulu dengan kondisi lingkungan yang masih relatif alami dan minimnya gangguan manusia, memiliki nilai indeks keanekaragaman (H') sebesar 2,05 yang termasuk kategori sedang. Komunitas makrozoobentos di stasiun ini cukup beragam dengan 9 spesies yang terdistribusi hampir secara merata ($E = 0,93$), serta tidak ada spesies yang mendominasi secara signifikan ($C = 0,14$).

Kondisi ini sejalan dengan parameter fisika-kimia yang mendukung, yaitu suhu $26,8^{\circ}\text{C}$, DO 5,6 mg/L, BOD 3,1 mg/L, dan COD 95 mg/L. Meskipun nilai COD sudah melampaui baku mutu kelas II, keragaman hayati yang cukup baik menunjukkan bahwa kondisi perairan di stasiun ini masih mampu mendukung kehidupan berbagai jenis makrozoobentos. Berdasarkan kriteria Trihadiningrum dan Tjondronegoro (1998), kehadiran Gastropoda yang toleran di stasiun ini mengindikasikan perairan dalam kondisi tercemar sedang.

Stasiun II, yang terletak di kawasan permukiman padat dengan

intensitas aktivitas masyarakat tertinggi, menunjukkan nilai H' paling rendah, yaitu 0,68, yang mengindikasikan dominansi spesies tertentu dan ketidakseimbangan ekosistem. Nilai indeks kemerataan (E) sebesar 0,31 menunjukkan distribusi yang tidak merata antarspesies, dan nilai dominansi (C) sebesar 0,51 mengonfirmasi adanya dominansi sedang oleh spesies toleran.

Kondisi ini sangat berkaitan dengan kualitas perairan yang buruk di stasiun tersebut, terutama nilai DO 3,34 mg/L yang berada di bawah baku mutu, serta BOD 5,7 mg/L, COD 126 mg/L, dan TSS 100 mg/L yang jauh melampaui batas baku mutu. Perairan dengan kadar oksigen rendah menyebabkan stres fisiologis pada organisme bentik dan hanya memungkinkan spesies toleran untuk bertahan hidup (Zhang et al., 2021). Temuan ini konsisten dengan penelitian Ananda (2024) di Sungai Batang Masumai yang juga mendapatkan $H' < 2$ akibat tekanan aktivitas antropogenik, serta penelitian Yahya dan Maming (2021) yang menemukan indeks keanekaragaman rendah pada

perairan yang mengalami gangguan ekologis akibat aktivitas manusia.

Stasiun III, yang terletak di bagian hilir, menunjukkan nilai $H' = 1,54$ (kategori sedang). Meskipun stasiun ini menerima aliran air dari Stasiun II yang telah mengalami tekanan lingkungan, nilai keanekaragaman yang lebih baik dari Stasiun II mengindikasikan adanya proses pengenceran polutan secara alami oleh aliran sungai.

Nilai $E = 0,70$ menunjukkan kemerataan yang cukup, dan dominansi rendah ($C = 0,23$) menandakan tidak ada spesies yang mendominasi secara berlebihan. Kondisi ini konsisten dengan nilai DO di Stasiun III yang masih di atas batas minimal (4,73 mg/L), meskipun nilai BOD dan COD tetap melebihi baku mutu. Pola pemulihan keanekaragaman dari stasiun tengah ke hilir ini sesuai dengan temuan Angelier (2003) yang menyatakan bahwa kualitas air yang buruk secara langsung menurunkan keanekaragaman, namun komunitas makrozoobentos dapat pulih secara bertahap seiring proses pengenceran dan aerasi alami.

Secara keseluruhan, pola nilai indeks struktur komunitas

makrozoobentos di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman, menunjukkan gradien tekanan lingkungan dari hulu ke tengah yang kemudian sedikit memulih di bagian hilir. Kondisi ini menggambarkan bahwa tingginya intensitas aktivitas masyarakat di Stasiun II memberikan dampak nyata terhadap penurunan kualitas perairan yang tercermin pada perubahan struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator.

c. Parameter Fisika-Kimia Perairan

1) Suhu

Hasil pengukuran suhu perairan di Sungai Indragiri menunjukkan variasi antarstasiun, yaitu Stasiun I sebesar 26,8°C, Stasiun II sebesar 29,3°C, dan Stasiun III sebesar 28,7°C. Secara umum, kisaran suhu tersebut masih berada dalam rentang optimal bagi organisme perairan tropis (28–32°C). Suhu terendah pada Stasiun I diduga dipengaruhi oleh keberadaan vegetasi riparian yang masih cukup baik sehingga mengurangi intensitas paparan sinar matahari langsung ke badan air.

Suhu tertinggi pada Stasiun II berkaitan dengan berkurangnya vegetasi akibat aktivitas domestik masyarakat dan meningkatnya

kekeruhan air yang menyerap panas lebih cepat. Peningkatan suhu yang disertai penurunan DO dapat mengurangi keanekaragaman spesies sensitif dan meningkatkan dominansi organisme toleran (Siwi et al., 2023).

2) Kecerahan dan TSS

Nilai kecerahan terendah terdapat pada Stasiun II sebesar 34,7 cm, berbanding terbalik dengan nilai TSS tertinggi di stasiun yang sama sebesar 100 mg/L. Hubungan negatif antara kecerahan dan TSS ini menunjukkan bahwa tingginya konsentrasi padatan tersuspensi akibat aktivitas pengerukan dasar sungai oleh PETI menyebabkan penurunan transparansi perairan.

Kekeruhan yang tinggi menghambat penetrasi cahaya matahari sehingga proses fotosintesis organisme produsen oksigen terganggu, yang pada akhirnya menurunkan produksi oksigen dalam perairan (Alaerts dan Sumestri, 2004). Nilai TSS di seluruh stasiun telah melampaui baku mutu kelas II (50 mg/L) berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021, yang mengindikasikan tingginya beban sedimen di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman.

3) Kedalaman

Hasil pengukuran kedalaman perairan di Sungai Indragiri menunjukkan variasi antarstasiun, yaitu Stasiun I sebesar 3,7 m, Stasiun II sebesar 4,6 m, dan Stasiun III sebesar 3,4 m. Stasiun II memiliki kedalaman tertinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya. Perbedaan kedalaman ini dipengaruhi oleh kondisi morfologi sungai serta aktivitas pengerukan dasar sungai oleh PETI yang dapat mengubah struktur dasar perairan (Kumar et al., 2021).

Kedalaman yang lebih besar pada Stasiun II berimplikasi pada terbatasnya penetrasi cahaya ke dasar perairan, terutama mengingat nilai kecerahan di stasiun tersebut juga paling rendah (34,7 cm). Kondisi ini menyebabkan zona fotosintesis menjadi lebih dangkal sehingga produksi oksigen primer berkurang. Hal ini turut menjelaskan rendahnya nilai DO di Stasiun II (3,34 mg/L), karena pada perairan yang lebih dalam dengan penetrasi cahaya terbatas, proses fotosintesis berkurang dan dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme menjadi lebih dominan dalam mengonsumsi oksigen terlarut.

Selain itu, kedalaman berpengaruh terhadap distribusi substrat dan komunitas makrozoobentos; pada lokasi yang lebih dalam dengan arus relatif lambat, partikel tersuspensi cenderung mengendap dan mengubah karakteristik substrat dasar sehingga memengaruhi komposisi spesies benthik (Li et al., 2022).

4) Kuat Arus

Kuat arus di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman, menunjukkan pola menurun dari hulu ke hilir, yaitu Stasiun I sebesar 0,57 m/s, Stasiun II sebesar 0,44 m/s, dan Stasiun III sebesar 0,31 m/s. Perbedaan kecepatan arus ini berkaitan erat dengan kondisi morfologi sungai dan kedalaman perairan; lokasi yang lebih dalam umumnya memiliki arus lebih lambat karena berkurangnya energi kinetik aliran per satuan luas penampang (Kumar et al., 2021). Hal ini konsisten dengan data penelitian di mana Stasiun II yang memiliki kedalaman terbesar (4,6 m) menunjukkan arus lebih lambat dibandingkan dengan Stasiun I.

Kecepatan arus memiliki peran penting dalam proses aerasi alami

perairan. Arus yang lebih kuat pada Stasiun I mendukung difusi oksigen dari atmosfer ke badan air sehingga nilai DO di stasiun tersebut lebih tinggi (5,6 mg/L) dibandingkan dengan Stasiun II (3,34 mg/L). Penelitian Wang et al. (2020) mengonfirmasi bahwa turbulensi akibat arus berperan meningkatkan transfer oksigen dari udara ke perairan.

Arus yang lambat di Stasiun III (0,31 m/s) juga berdampak pada pengendapan partikel tersuspensi di dasar sungai sehingga memengaruhi karakteristik substrat tempat makrozoobentos hidup. Dalam kaitannya dengan distribusi makrozoobentos, arus yang kuat umumnya mendukung organisme yang mampu melekat pada substrat keras, sedangkan arus lambat cenderung mendukung spesies yang beradaptasi pada substrat berlumpur (Chen et al., 2023). Variasi kecepatan arus pada ketiga stasiun ini turut memengaruhi perbedaan komposisi dan distribusi makrozoobentos yang ditemukan dalam penelitian ini.

5) pH

Nilai pH di seluruh masih berada dalam kisaran baku mutu 6–9 (PP RI No. 22 Tahun 2021), yaitu

Stasiun I (pH 7,5), Stasiun II (pH 6,8), dan Stasiun III (pH 7,2). Namun, nilai pH yang sedikit lebih rendah pada Stasiun II berkaitan dengan meningkatnya kandungan bahan organik dan aktivitas dekomposisi yang menghasilkan asam organik.

Proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme menghasilkan CO₂ terlarut yang dapat membentuk asam karbonat, sehingga menurunkan pH perairan (Chen et al., 2023). Meskipun demikian, kisaran pH di seluruh stasiun masih dalam batas toleransi sebagian besar organisme akuatik, termasuk makrozoobentos dari kelompok Mollusca yang optimal pada pH 5,7-8,4 (Prasetio et al., 2023).

6) Oksigen Terlarut (DO)

Kadar oksigen terlarut (DO) merupakan parameter paling kritis dalam penelitian ini. Nilai DO tertinggi terdapat pada Stasiun I (5,6 mg/L) dan terendah pada Stasiun II (3,34 mg/L). DO di Stasiun II berada di bawah baku mutu minimal 4 mg/L (kelas II, PP RI No. 22 Tahun 2021), yang mengindikasikan kondisi hipoksia. Rendahnya DO di Stasiun II berkaitan erat dengan aktivitas domestik dan pertambangan yang

meningkatkan kekeruhan (TSS = 100 mg/L), mengurangi penetrasi cahaya, serta meningkatkan beban bahan organik yang memicu aktivitas dekomposisi oleh mikroorganisme.

Sugianti dan Astuti (2018) menyatakan bahwa tingginya beban bahan organik akan meningkatkan nilai BOD dan menyebabkan penurunan kadar DO. Korelasi positif antara kadar DO dan indeks keanekaragaman makrozoobentos telah dikonfirmasi oleh Chen et al. (2023), di mana peningkatan DO cenderung meningkatkan stabilitas dan kompleksitas komunitas bentik.

7) BOD dan COD

Nilai BOD dan COD di seluruh stasiun telah melampaui baku mutu kelas II ($BOD \leq 3$ mg/L dan $COD \leq 25$ mg/L). Nilai tertinggi terdapat pada Stasiun II dengan BOD 5,7 mg/L dan COD 126 mg/L. Tingginya nilai BOD dan COD di Stasiun II menunjukkan bahwa lokasi tersebut menerima masukan bahan organik terbesar, terutama dari limbah domestik dan aktivitas permukiman masyarakat di sekitar stasiun tersebut.

Hubungan terbalik antara BOD dan DO pada penelitian ini, di mana Stasiun II memiliki BOD tertinggi sekaligus DO terendah, menunjukkan

bahwa oksigen terlarut banyak digunakan untuk proses dekomposisi sehingga ketersediaannya bagi organisme akuatik menjadi terbatas. Kondisi ini berdampak langsung pada rendahnya keanekaragaman makrozoobentos di Stasiun II.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa struktur komunitas makrozoobentos di Sungai Indragiri, Kecamatan Inuman, terdiri dari 9 spesies (346 individu) yang mewakili 5 kelas (Gastropoda, Bivalvia, Crustacea, Hirudinea, dan Insekta). Kelas Gastropoda mendominasi dengan proporsi 40,75%. Stasiun I (hulu) memiliki nilai keanekaragaman tertinggi ($H' = 2,05$, kategori sedang) dan dominansi terendah ($C = 0,14$), sedangkan Stasiun II (tengah, kawasan permukiman dengan aktivitas masyarakat tertinggi) menunjukkan keanekaragaman terendah ($H' = 0,68$, kategori rendah) dengan dominansi sedang ($C = 0,51$).

Berdasarkan bioindikator makrozoobentos dan parameter fisika-kimia, Stasiun II dikategorikan tercemar sedang hingga berat, Stasiun I dan III tercemar ringan

hingga sedang. Kondisi ini dibuktikan dengan nilai DO Stasiun II sebesar 3,34 mg/L yang berada di bawah baku mutu, serta nilai BOD, COD, dan TSS yang melampaui batas PP RI No. 22 Tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., & Sumestri, S. S. (2004). *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Ananda, N. D. (2024). Dampak Aktivitas Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti) Di Sungai Batang Masumai, Kabupaten Merangin, Pada Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Pencemaran Air.
- Angelier, E. (2003). *Ecology of Streams and Rivers*. Enfield, NH: Science Publishers, Inc. 215 p.
- Chen, X., Liu, Y., Zhang, H., & Wang, L. (2023). Influence of organic pollution on dissolved oxygen dynamics in tropical river systems. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(4), 512–524.
- Covich, Margaret A. Palmer, & Todd A. Crowl. 1999. The Role of Benthic Invertebrate Species in Freshwater Ecosystems: Zoobenthic Species Influence Energy Flows and Nutrient Cycling. *BioScience*, 49(2): 119–127.
<https://doi.org/10.2307/1313537>
- Dwi Ananda, N. (2024). Dampak Aktivitas Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti) Di Sungai Batang Masumai, Kabupaten Merangin, Pada Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Pencemaran Air (Doctoral Dissertation, Universitas Jambi).
- Fajri, N. E., & Kasry, A. 2013. Kualitas Perairan Muara Sungai Siak Ditinjau dari Sifat Fisika Kimia dan Makrozoobentos. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*, 41(1), 37–52.
- Maisaroh, S., Kholidah, N., & Arisandy, D. A. (2019). Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air di Sungai Brantas, Jawa Timur.
- Prasetio, T., Putri, V. A., Lugyn, Z. D., & Kurniawati, A. (2023). Pemetaan Kesehatan Mangrove. Penerbit NEM.
- Rosenberg, D. M., & Resh, V. H. 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall.
- Siwi, R., Prasetyo, A., & Nugroho, B. (2023). Relationship between dissolved oxygen and macrozoobenthos diversity in freshwater ecosystems. *Journal of Aquatic Ecology*, 18(2), 120–129.
- Sugianti, Y., & Astuti, L. P. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 203–212.
- Suweni, I., Widya, K., Yuswantari, T., & Harsono, G. (2025). Studi Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Di Pesisir Teluk Jakarta Pada Mei 2024 Study of Macrozoobentos As a Bioindicator of Water Quality on the Coast of Jakarta Bay in May 2024. 7(1).

- Suwondo, E. Febrita, A.M. Dessy. 2004. Kualitas Biologi Perairan Sungai Senapelan, Sago dan Sail di Kota Pekanbaru berdasarkan Bioindikator Plankton dan Bentos. *Jurnal Biogenesis*. 1(1):p.15-20.
- Triesa Putri, V., Gumay Yudha, I., Kartini, N., & Aman Damai, A. (2021). Keragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air di Bagian Hilir Sungai Hurun Lampung. *Journal of Aquatropica Asia*, 6(2), 70–77. e-ISSN: 2721-7574, p-ISSN: 2407-3601. Jurusan Akuakultur, Universitas Bangka Belitung. Diakses dari <https://repository.lppm.unila.ac.id/35621/1/Vina%20Triesa.pdf>
- Trihadiningrum, Y.. Tjondronegoro, 1998. Makroinvertebrata sebagai Bioindikator Badan Air Tawar Indonesia. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 18(1): 1-7
- Wahyuni, N. W. A. S., Citrawathi, D. M., & Heny, A. P. (2023). Pengembangan E-Modul Flipbook Berbasis Problem-Based Learning untuk Siswa SMA pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Al Jahiz: Journal of Biology Education Research*, 4(2), 82-94.
- Wang, T., Xu, M., Li, Z., & Sun, Q. (2020). Effects of turbidity and organic matter enrichment on benthic macroinvertebrate communities. *Science of the Total Environment*, 728, 138879.
- Yahya R, Maming, Amir Y. (2021). Dampak Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti) Terhadap Makrozoobentos di Perairan Sungai Bodi, Desa Bodi, Kecamatan Paleleh Barat Kabupaten Buol, Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Esoculum* 10(2):59-69.
- Zhang, Y., Liu, S., Zhou, F., & Chen, W. (2021). Sediment disturbance and its effect on river water quality parameters. *Journal of Environmental Management*, 295, 113049.