

Status ekologi perairan Sungai Umban Sari Kota Pekanbaru dengan bioindikator makrozoobentos menggunakan metode kurva ABC

Ecological status of the Umban Sari River waters in Pekanbaru City with macrozoobenthos bioindicators using the ABC curve method

Luhlu Aprilia Helmi¹, Yuliati^{1*}, Eko Prianto¹

Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau
Kampus Bina Widya km. 12,5, Bina Widya, Pekanbaru, Riau, 28293, Indonesia

*email: yuliati@lecturer.unri.ac.id

Abstrak

Sungai Umban Sari merupakan anak sungai yang bermuara ke Sungai Siak. Adanya aktivitas di sepanjang aliran sungai memberikan tekanan ekologis yang terus terakumulasi hingga ke hilir sungai. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Mei 2024 dengan menggunakan makrozoobentos sebagai bioindikator pencemaran. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman, dominansi, biomassa dan status ekologi perairan Sungai Umban Sari berdasarkan metode Kurva makrozoobentos ABC (*Abundance and Biomass Comparison*). Metode survei digunakan pada penelitian ini dengan membagi lokasi menjadi tiga stasiun secara *purposive sampling*. Sampling penelitian dilakukan setiap satu kali sebulan selama tiga bulan (interval 30 hari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan delapan spesies makrozoobentos yang terdiri dari *Pila ampullacea*, *Pomacea canaliculate*, *Lymnaea rubiginosa*, *Bellamyia sumatrensis*, *Gyraulus convexiusculus*, *Indoplanorbis exestus*, *Melanoides pantherine* dan *Schistosoma* sp.. Rata-rata kelimpahan makrozoobentos paling tinggi dijumpai pada stasiun I di hulu sungai dengan nilai 3.685 ind/m² dan paling rendah pada stasiun III di hilir sungai dengan nilai 2.148 ind/m². Keanekaragaman dan keseragaman makrozoobentos termasuk dalam kategori sedang, serta tidak terdapat dominansi spesies. Rata-rata biomassa makrozoobentos paling tinggi terdapat pada stasiun I di hulu sungai dengan nilai 2,643 gr/m² dan paling rendah terdapat pada stasiun III di hilir dengan nilai 2,199 gr/m². Hipotesis K-Dominan kurva ABC di Sungai Umban Sari termasuk dalam kategori dan kondisi ekosistem yang tidak terganggu. Namun dominasi garis biomassa relatif (BR) hanya sedikit diatas garis kelimpahan relatif (KR) dan hampir tumpang tindih, hal ini menunjukkan kondisi ekosistem mulai terganggu.

Kata Kunci: Biomassa, kelimpahan, kurva ABC, makrozoobentos, *Schistosoma*

Abstract

Rivers are surface water flows from upstream to downstream estuaries. The Umban Sari River is a tributary that flows into the Siak River. The activities along the river provide ecological pressure that continues to accumulate downstream. This study was conducted in March-May 2024 using macrobenthos as bioindicators of pollution. The purpose of this study was to determine the abundance, diversity, uniformity, dominance, biomass and ecological status of the Umban Sari River waters based on the ABC (*Abundance and Biomass Comparison*) macrobenthos curve method. This research uses a survey method by determining sampling stations using purposive sampling consisting of three stations. Macrozoobenthos sampling was carried out 3 times with an interval of once a month (30 Day interval). The results showed that the found 8 macrozoobenthic species consisting of *Pila ampullacea*, *Pomacea canaliculate*, *Lymnaea rubiginosa*, *Bellamyia sumatrensis*, *Gyraulus convexiusculus*, *Indoplanorbis exestus*, *Melanoides pantherine* and *Schistosoma* sp. The highest abundance of macrozoobenthos was found at station I upstream of the river with an average of 3,685 ind/m² and the lowest was found at station III downstream of the river with an average of 2,148 ind/m². The diversity and uniformity of the macrozoobenthos is in the medium category, there are no species that dominate. The highest macrozoobenthic biomass was found at station I upstream of the river with an average of 2,643 gr/m² and the lowest was found at station III downstream with an average of 2,199 gr/m². The K-Dominant Hypothesis of the ABC curve in the Umban Sari River is included in the category and condition of an undisturbed and unpolluted ecosystem. However, the dominance of the relative biomass (BR) line was found to be only slightly above the relative abundance (KR) line and was close to overlapping, this indicates that the ecosystem condition is starting to become polluted.

Keyword: ABC curve, abundance, biomass, macrozoobenthos, *Schistosoma*

Pendahuluan

Sungai merupakan aliran air permukaan yang terbentuk secara alami dan dapat berubah seiring waktu, tergantung debit air, kontur tanah dan tebing sungai serta sedimen pembentuk dasar perairan. Sungai Umban Sari termasuk anak sungai yang bermuara pada Sungai Siak dan melintasi beberapa kelurahan di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Sepanjang aliran dan bantaran sungai terdapat pemukiman penduduk, area industri, dan perkebunan kelapa sawit. Adanya berbagai aktivitas di sepanjang aliran Sungai Umban Sari dapat memberikan tekanan ekologis hingga mencemari perairan. Bahan pencemar perairan dapat berupa limbah anorganik seperti minyak, residu pupuk, pestisida dan sampah domestik dari aktivitas rumah tangga serta perkebunan di sepanjang bantaran sungai serta limbah organik berupa bangkai hewan maupun sisa tumbuhan (Pasaribu *et al.*, 2020). Limbah pada perairan sungai akan terus terakumulasi seiring bertambahnya aliran sungai hingga menuju muara, sehingga kualitas perairan pada hilir sungai akan lebih buruk dibanding pada bagian hulu dan dapat berdampak buruk terhadap status ekologi perairan.

Pengkajian status ekologi perairan penting dilakukan untuk mengetahui bagaimana tingkat pencemaran terhadap kondisi dan kemampuan suatu ekosistem dalam mendukung kehidupan. Pada perairan dinamis seperti aliran air sungai, pengkajian status ekologi secara fisika-kimia kurang mampu memberikan gambaran sesungguhnya, karena nilai-nilai peubahnya dapat dipengaruhi oleh keadaan sesaat. Bioindikator digunakan sebagai petunjuk kondisi suatu kawasan perairan dengan cara menganalisis interaksi biota terhadap setiap perubahan lingkungan, setiap penurunan dan perubahan komposisi organisme indikator menunjukkan adanya gangguan ekologi (Zakiawati *et al.* Penelitian dilakukan pada bulan Maret-Mei 2024 di Sungai Umban Sari Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Metode survei *et al.*, 2021). Sehingga peranan indikator biologi diperlukan seperti makrozoobentos.

Makrozoobentos merupakan hewan dasar perairan yang hidup menetap lebih lama dan bergerak relatif lambat serta memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan, makrozoobentos pada perairan berperan dalam proses mineralisasi dan siklus rantai makanan (Putri *et al.*, 2021). Hal ini menyebabkan makrozoobentos efektif sebagai bioindikator lingkungan dan parameter status ekologi perairan dari tingkat pencemaran. Pengukuran tingkat pencemaran perairan dapat menggunakan metode kurva *Abundance and Biomass Comparison* (ABC). Parameter ini membandingkan kurva antara persentase kelimpahan dan biomassa makrozoobentos sehingga didapatkan analisa terhadap tingkat pencemaran dan status ekologi perairan sungai (Warwick 1986).

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai status ekologi perairan menggunakan bioindikator makrozoobentos dengan metode kurva ABC telah dilakukan, diantaranya oleh Zakiawati *et al.*, (2021) di anak Sungai Bogowonto Yogyakarta, Putri *et al.*, (2021) di bagian hilir Sungai Hurun Lampung, dan oleh Sosiawan *et al.*, (2022) pada ekosistem lamun di Taman Nasional Kepulauan Seribu. Sedangkan penelitian sebelumnya tentang ekosistem di Sungai Umban Sari telah dilakukan oleh Yusnita *et al.*, (2017), identifikasi jenis ikan Pasaribu *et al.*, (2020), dan , kandungan mikroplastik pada air dan sedimen di anak-anak Sungai Siak Kota Pekanbaru (Aritonang *et al.*, 2024). Namun belum ada penelitian tentang makrozoobentos sebagai bioindikator, terutama dalam pengkajian status ekologi perairan menggunakan metode kurva *Abundance and Biomass Comparison* (ABC).

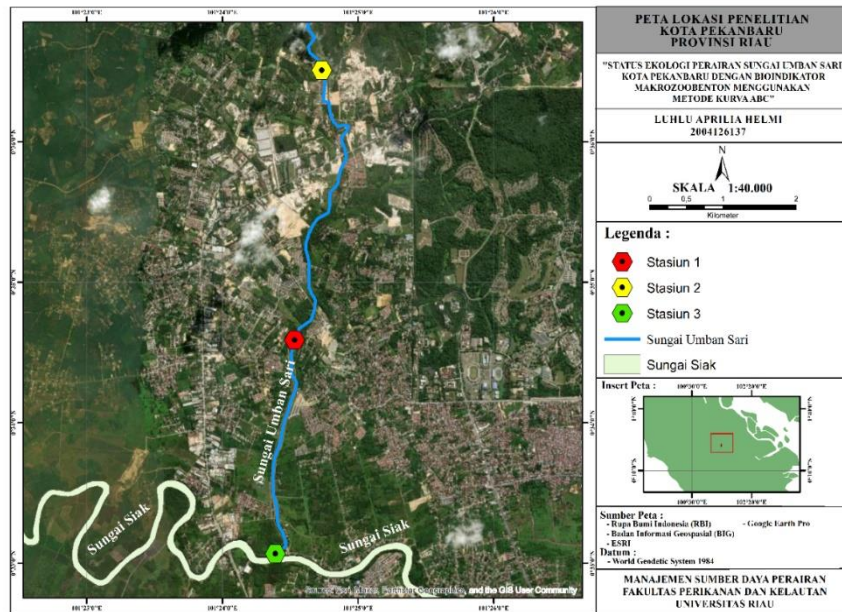
Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai status ekologi perairan menggunakan bioindikator makrozoobentos. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman, dominansi, biomassa dan status ekologi perairan Sungai Umban Sari berdasarkan metode Kurva makrozoobentos ABC (*Abundance and Biomass Comparison*).

Hipotesis awal yang dikemukakan menunjukkan terdapat pencemaran perairan di Sungai Umban Sari.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan pengamatan dan pengambilan sampel di tiga

stasiun yang ditentukan secara *purposive sampling* berdasarkan kriteria lingkungan di sekitar lokasi penelitian. Sampling penelitian dilakukan setiap satu kali sebulan selama tiga bulan (interval 30 hari). Lokasi dan titik stasiun penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. peta lokasi dan titik stasiun penelitian di Sungai Umban Sari Kota Pekanbaru

Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 (tiga) stasiun pengambilan sampel yaitu;

a) Stasiun I

Stasiun I berada pada hulu sungai di Kelurahan Muara Fajar dan terletak di antara perkebunan kelapa sawit pada koordinat 0°60'26.08" N dan 101°41'35.54" E. Stasiun I memiliki kontur tebing tanah di kedua sisi sungai dengan ketinggian bervariasi ± 0,5–1,5 meter serta terdapat vegetasi pepohonan dan semak belukar di sekitar tebing sungai. Pada stasiun I terdapat jembatan transportasi serta terdapat perkebunan kelapa sawit ke arah hulu sungai.

b) Stasiun II

Stasiun II berada dekat Gang Jeruk, Perumahan Mutiara Rumbai Indah, Kelurahan Rumbai Bukit pada koordinat 0°60'83.19" N dan 101°41'29.96" E. Stasiun II memiliki kontur tebing sementasi serta tebing tanah di sisi seberangnya dengan ketinggian ± 2 meter, serta terdapat vegetasi semak belukar dengan

sebaran yang tidak merata. Terdapat masukan aliran selokan dari perumahan warga serta terdapat masukan aliran selokan atau parit pada sisi kanan sungai.

c) Stasiun III

Stasiun III berada di hilir Sungai Umban Sari yang bermuara ke Sungai Siak di Kelurahan Sri Meranti pada koordinat 0°55'10.53" N dan 101°40'63.05" E. Pada sisi kanan sungai yang menghadap ke arah hulu terdapat vegetasi tumbuhan merambat di tepian sungai yang tidak terdapat pada sisi sebelah kiri sungai karena sering menjadi tempat spots memancing bagi warga, serta terdapat perkebunan kelapa sawit di sekitar bantaran sungai hingga ke arah muara

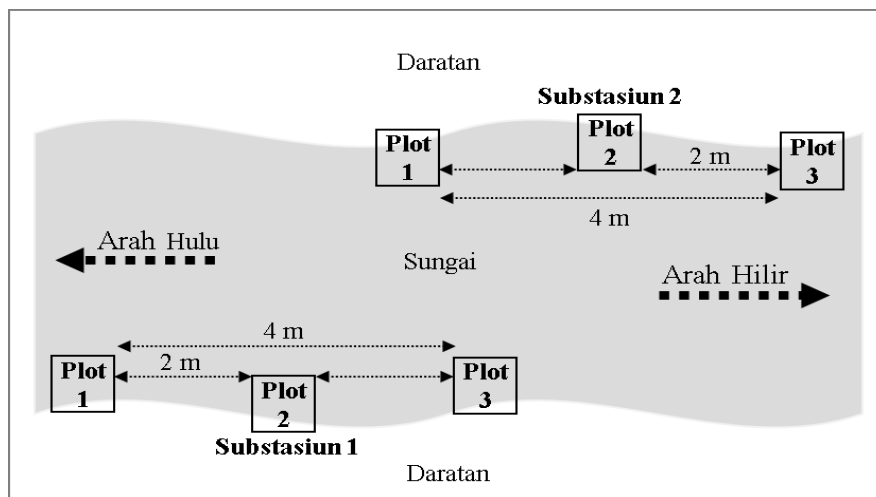
Data yang dikumpulkan meliputi pengukuran kualitas perairan seperti pH, oksigen terlarut (DO), suhu, kecerahan dan kecepatan arus perairan, serta pengambilan sampel makrozoobentos dan sedimen. Pengukuran parameter kualitas perairan

dilakukan satu kali pada setiap stasiun pada masing-masing sampling penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan identifikasi dan analisis sampel makrozoobentos serta penentuan tipe substrat dasar perairan dan kandungan bahan organik sedimen di Laboratorium Ekologi Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel substrat dasar perairan dilakukan pada sisi tepian kiri dan kanan serta tengah sungai di setiap stasiun penelitian. Sampel sedimen diambil menggunakan *Coring* dengan diameter 14 cm

dan panjang 120 cm. *Coring* ditancapkan dan didorong ke dalam sedimen sedalam ± 30 cm dengan kemiringan 45° , kemudian ditarik keluar hingga sedimen terangkat. Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan dengan membagi masing-masing stasiun menjadi dua substasiun yang berada pada masing-masing sisi tepian sungai. Substasiun 1 berada pada sisi kiri sungai dan substasiun 2 berada pada sisi kanan sungai yang menghadap pada hulu sungai. Setiap substasiun dibagi lagi menjadi tiga unit plot pengambilan sampel berukuran 1 m^2 dengan jarak 2 m antar plot. Skema pengambilan sampel pada masing-masing stasiun penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema plot pengambilan sampel makrozoobentos pada masing-masing stasiun

Sampel makrozoobentos *epifauna* diambil secara langsung menggunakan tangan. Sedangkan sampel makrozoobentos *infauna* diambil menggunakan *Coring* sebanyak 20 kali pengulangan pada tiap plot, kemudian dimasukkan ke dalam ayakan dengan *mesh size* 2 mm^2 untuk memisahkan makrozoobentos dengan substrat. Sampel makrozoobentos yang diperoleh dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi pengawet formalin 5% sampai sampel terendam dan *rose bengal* secukupnya sebagai pewarna serta diberi label dengan keterangan stasiun, substasiun dan plot. Sampel dimasukkan ke dalam *cool box* dan dibawa ke Laboratorium untuk diidentifikasi.

Analisis Sampel

1. Tipe Substrat Sedimen

Analisis tipe substrat dasar perairan dilakukan di Laboratorium Kimia Laut. Analisis fraksi sedimen menggunakan 2 (dua) metode sekaligus, yaitu metode pengayakan basah (ayakan bertingkat) dan metode pipet. Metode ayakan bertingkat digunakan untuk mendapatkan jenis fraksi kerikil ($\emptyset-1$) dan pasir ($\emptyset 0-\emptyset 4$), sementara metode pipet menggunakan pipet *volumetrik* untuk mendapatkan jenis fraksi lumpur ($\emptyset 5-\emptyset > 7$). Data yang diperoleh kemudian ditabulasi untuk menghitung persentase partikel fraksi sedimen. Penggolongan tipe substrat dasar perairan didasarkan pada persentase kandungan partikel kerikil, pasir dan lumpur dengan cara menarik

garis lurus nilai persentase partikel yang di plotkan dalam sepuluh kelas segitiga *Sheppard* (Oriza *et al.*, 2023).

2. Kandungan Bahan Organik Sedimen

Analisis kandungan bahan organik total sedimen dilakukan di Laboratorium Kimia Laut. Prosedur analisis kandungan bahan organik sedimen dilakukan menggunakan metode *Loss on Ignition*. Kandungan bahan organik sedimen dihitung menggunakan rumus menurut Odum *dalam* Alhadad *et al.*, (2024), berikut ini:

$$\text{Bahan Organik Sedimen} = \frac{a - c}{a - b} \times 100\%$$

Keterangan:

- a = Berat cawan dan sampel substrat sebelum pembakaran (gram)
- b = Berat cawan aluminium (gram)
- c = Berat cawan dan sampel setelah pembakaran (gram)

3. Makrozoobentos

Analisis sampel makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Ekologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau. Identifikasi jenis spesies makrozoobentos dilakukan berdasarkan morfologi biota yang didapatkan berdasarkan buku identifikasi dan literatur. Selanjutnya dilakukan klasifikasi makrozoobentos berdasarkan spesies dan dihitung jumlah individu yang ditemukan. Makrozoobentos yang diperoleh kemudian dikelompokkan berdasarkan spesies pada masing-masing plot untuk kemudian di oven selama ± 4 jam sampai kering. Sampel masing-masing spesies tiap plot di timbang menggunakan timbangan analitik.

a) Kelimpahan Makrozoobentos

Kelimpahan makrozoobentos dihitung berdasarkan perbandingan jumlah individu per jenis dengan luasan area plot pengambilan sampel (m^2). Perhitungan kelimpahan masing-masing spesies pada setiap plot dilakukan menggunakan rumus menurut Odum *dalam* Sumiarsih *et al.*, (2018), sebagai berikut:

$$K = \frac{N}{A} \quad KR = \frac{K \text{ suatu jenis}}{K \text{ total}} \times 100\%$$

Keterangan:

- K = Indeks kelimpahan (ind/m^2)

KR = Kelimpahan relatif (%)

N = Jumlah individu spesies ke-i ditemukan

A = Luas plot spesies ke-i ditemukan (m^2)

b) Keanekaragaman Makrozoobentos

Keanekaragaman biota ditentukan berdasarkan banyaknya jenis serta kelimpahan individu tiap jenis yang didapatkan. Indeks keanekaragaman makrozoobentos dihitung menggunakan rumus *Shannon-Wiener* (Alhadad *et al.*, 2024), sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i (\log_2 p_i)$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman

p_i = n_i/N

n_i = Jumlah individu pada spesies ke-i

N = Jumlah total keseluruhan individu

s = Jumlah spesies yang ditangkap

c) Keseragaman Makrozoobentos

Indeks keseragaman mencerminkan keseimbangan dan komposisi individu tiap spesies yang berada pada suatu ekosistem. Keseragaman makrozoobentos dihitung menggunakan rumus *Evennes Indeks* menurut Krebs *dalam* Alhadad *et al.*, (2024), berikut ini:

$$E = \frac{H'}{H' \text{ Maks}}$$

Keterangan:

E = Indeks keseragaman

H' = Nilai indeks keanekaragaman

H' maks = $\log_2 S = 3,321928 \log S$ (S = Jumlah spesies)

d) Dominansi Makrozoobentos

Indeks dominansi makrozoobentos dihitung menggunakan rumus *Dominance of Simpson* menurut Odum *dalam* Alhadad *et al.*, (2024), sebagai berikut:

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

Keterangan:

C = Indeks dominansi

n_i = Jumlah individu setiap spesies

N = Jumlah total individu dari semua spesies

e) Biomassa Makrozoobentos

Biomassa ditentukan melalui bobot kering makrozoobentos setelah di oven. Analisis data dilakukan dengan membagi

biomassa total per spesies terhadap luas pengamatan. Komposisi biomassa makrozoobentos dihitung mengacu Yasir et al., (2015), sebagai berikut:

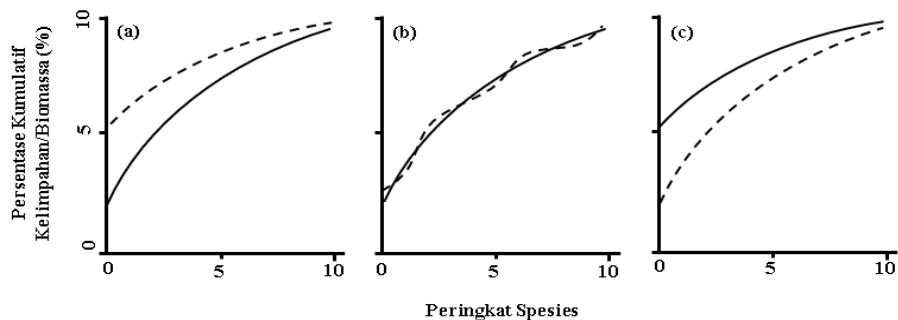
$$\text{Biomassa (B)} = \frac{\text{Biomassa individu (gr)}}{\text{Luas (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Biomassa Relatif (BR)} = \frac{\text{B suatu jenis}}{\text{B total}} \times 100 \%$$

4. Status Ekologi Perairan

Status ekologi Sungai Umban Sari ditentukan berdasarkan rasio antara kelimpahan

dan biomassa makrozoobentos menggunakan metode kurva *Abundance Biomass Comparison* (ABC). Analisis kurva ABC digunakan untuk mengetahui kondisi lingkungan dari tingkat pencemaran dengan menganalisis perbandingan ranking persentase kumulatif dominan dari kelimpahan relatif dan biomassa relatif makrozoobentos per satuan luas. Penentuan hipotesis kurva *Abundance and Biomass Comparison* (ABC) makrozoobentos menurut Warwick (1986), dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hipotesis kurva *Abundance and Biomass Comparison* (ABC)

Keterangan:

(—) = Kelimpahan makrozoobentos

(---) = Biomassa makrozoobentos

a = Kondisi ekosistem tidak tercemar

b = Terjadi gangguan ekosistem dengan intensitas sedang

c = Terdapat tekanan ekologis yang mengganggu ekosistem menjadi tercemar

Analisis Data Penelitian

Analisis data dilakukan untuk menentukan status ekologi perairan berdasarkan hasil pengolahan data dan studi literatur. Data yang diperoleh dari penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, selanjutnya dibahas secara statistika deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Parameter Fisika-Kimia Perairan

Pengukuran kualitas perairan secara fisika-kimia dilakukan untuk mengetahui faktor lingkungan perairan yang dapat mempengaruhi kehidupan biota perairan yang dinamis seperti pada aliran sungai. Hasil pengukuran parameter fisika-kimia perairan di Sungai Umban Sari dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, hasil pengukuran kualitas perairan pada masing-masing parameter dan stasiun penelitian memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dan cenderung stabil. Hasil pengukuran pH perairan berkisar antara 5,33–6. Kadar oksigen terlarut (DO) perairan berkisar antara 3,36–4,04 mg/l. Suhu perairan berkisar antara 27,67–28,33 °C. Tingkat kecerahan perairan berkisar 26,67–50,16 cm. Kecepatan arus perairan berkisar antara 0,17–0,38 m/det. Pada dasarnya biota akuatik sensitif terhadap perubahan kadar kualitas perairan. Perubahan sifat fisika-kimia perairan dapat menjadi toksik dan mempengaruhi distribusi biota perairan.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Perairan di Setiap Sampling Penelitian

Stasiun	Parameter Kualitas Perairan				
	pH	DO (mg/l)	Suhu (°C)	Kecerahan perairan (cm)	Kecepatan arus (m/det)
I	5,66	4,04	28,33	35,00	0,28
II	5,33	3,36	27,67	26,67	0,38
III	6	3,92	28,00	50,16	0,17

Tipe Substrat Sedimen

Tipe substrat sedimen didasarkan pada persentase kandungan fraksi kerikil, pasir dan lumpur yang terkandung dalam substrat dasar

perairan dan diklasifikasikan berdasarkan segitiga *Sheppard*. Hasil perhitungan persentase jenis fraksi dan tipe substrat sedimen pada masing-masing stasiun disajikan Tabel 2.

Tabel 2. Tipe Substrat Dasar Perairan pada Masing-masing Stasiun di Sungai Umban Sari

Stasiun	Kerikil (%)	Pasir (%)	Lumpur (%)	Tipe substrat (Rifardi dalam Oriza et al., 2023)
I	7,83	39,75	52,42	Lumpur berpasir
II	17,63	68,05	14,32	Pasir berkerikil
III	2,57	33,29	64,14	Lumpur berpasir

Setiap stasiun ditemukan jenis fraksi dengan persentase yang beragam pada tipe substrat yang berbeda. Stasiun I dan III ditemukan tipe substrat sedimen lumpur berpasir. Sedangkan pada stasiun II yang berada di dekat perumahan warga ditemukan tipe substrat pasir berkerikil. Lokasi stasiun II yang berada pada tikungan sungai memiliki kekuatan arus yang berbeda pada masing-masing sisi sungai yang mempengaruhi proses pengendapan sedimen. pada stasiun III terdapat pertemuan arus sungai sehingga terjadi pengangkutan dan pengadukan tipe fraksi yang mempengaruhi pengendapan sedimen pada dasar perairan.

Adanya perbedaan kekuatan arus dan kontur sungai dapat menyebabkan fraksi sedimen terangkut, teraduk dan mengendap sehingga menimbulkan perbedaan pada karakteristik sedimen. Pada setiap stasiun terdapat perairan yang cenderung tenang dengan kecepatan arus yang lambat. Arah dan kekuatan arus gelombang perairan merupakan faktor kekuatan utama yang menentukan sebaran dan karakteristik sedimen pada dasar perairan (Rifardi dalam Alhadad et al., 2024).

Kurangnya pengaruh arus dan gelombang dapat mengakibatkan pengendapan lebih baik pada fraksi yang lebih halus dan ringan seperti lumpur.

Kandungan Bahan Organik Sedimen

Bahan organik sedimen didasarkan pada persentase kandungan zat organik yang terkandung dalam sedimen. Kandungan bahan organik sedimen bervariasi pada masing-masing sisi dan tengah sungai. Hasil analisis kandungan bahan organik sedimen di Sungai Umban Sari dapat dilihat pada Tabel 3.

Kandungan bahan organik sedimen di Sungai Umban Sari berkisar antara 4,258–7,327 % dengan nilai rata-rata 6,031 %. Berdasarkan Reynold dalam Pranata et al., (2019), kandungan bahan organik pada substrat dasar perairan di stasiun I termasuk dalam kategori sedang (7-17 %), sedangkan pada stasiun II dan III termasuk dalam kategori rendah (3-7 %). Perbedaan kandungan bahan organik sedimen pada masing-masing zona sungai tentunya dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik itu faktor dari alami ataupun dari antropogenik.

Tabel 3. Hasil persentase kandungan bahan organik sedimen tiap zona antar stasiun di Sungai Umban Sari

Stasiun	Zona (%)			Rata-rata (%)
	Left	Middle	Right	
I	7,535	5,396	9,051	7,327
II	4,186	2,856	5,733	4,258
III	7,423	5,164	6,938	6,509
				6,031

Kandungan bahan organik dapat dapat berasal dari masukan aliran air, serta pelapukan serasah dedaunan dan jasad biota yang mengalami perombakan oleh *detritus* menjadi partikel-partikel organik. Kandungan bahan organik dipengaruhi oleh jenis dan tipe substrat yang mengendap di dasar perairan. Tekstur dan ukuran partikel serta pori-pori substrat yang lebih halus dapat memudahkan penyerapan dan pengendapan bahan organik pada dasar perairan, sedangkan sedimen pasir dan kerikil memiliki tekstur fraksi yang lebih kasar serta pori-pori yang lebih renggang sehingga bahan organik sulit terakumulasi dengan baik (Efendi et al., 2020). Kandungan bahan organik dalam sedimen sangat bervariasi bergantung pada lingkungan pengendapannya.

Perbedaan kekuatan arus dan pertemuan massa air mempengaruhi *suplay* dan proses dekomposisi bahan organik sehingga berdampak terhadap kualitas perairan. Berlimpahnya kandungan bahan organik akan didekomposisi secara aerob dan menurunkan

kandungan oksigen terlarut bahkan habis, Jika kandungan oksigen terlarut rendah maka proses dekomposisi akan berlangsung secara anaerob yang tidak stabil dan bersifat toksik. (Efendi et al., 2020). Kandungan oksigen terlarut selama penelitian normal dan mendukung kehidupan biota dan dekomposisi bahan organik (Yasir et al., 2015). Apabila jumlah kandungan bahan organik pada sedimen melimpah, maka dapat mengakibatkan terjadinya *blooming* hingga mengganggu proses dekomposisi bahan organik yang mempengaruhi kualitas hidup biota perairan seperti makrozoobentos.

Jenis Makrozoobentos

Berdasarkan hasil identifikasi makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Umban Sari terdiri dari delapan spesies yang terdiri dari satu spesies dalam kelas Trematoda dan tujuh spesies dari kelas Gastropoda. Klasifikasi spesies makrozoobentos yang ditemukan selama penelitian di Sungai Umban Sari dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Makrozoobentos yang Ditemukan di Sungai Umban Sari

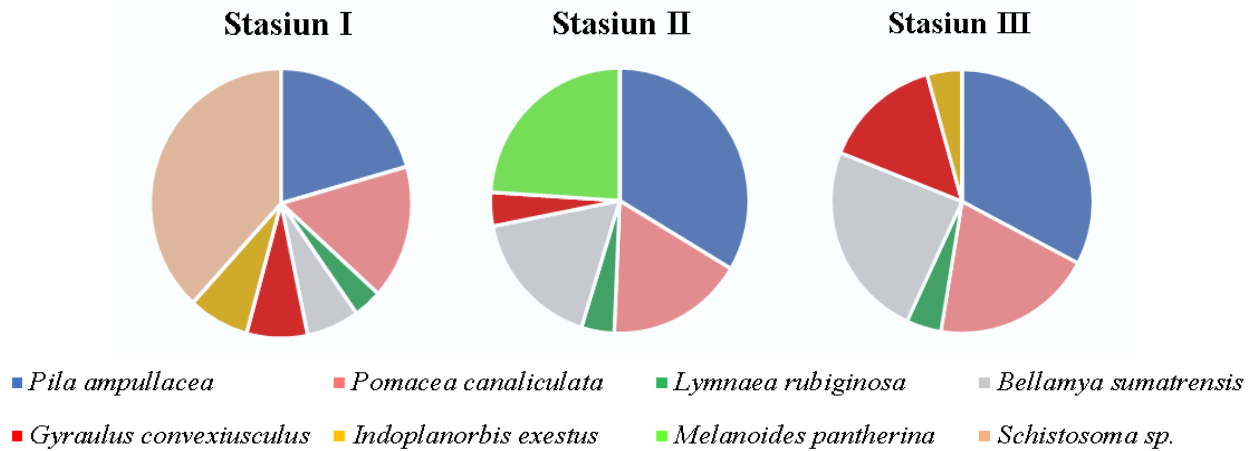
Kelas	Ordo	Famili	Genus	Spesies	
Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Pila</i>	<i>Pila ampullacea</i>	
			<i>Pomacea</i>	<i>Pomacea canaliculata</i>	
	Pulmonata	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i>	<i>Lymnaea rubiginosa</i>	
			Liymnaciidae	<i>Bellamya</i>	<i>Bellamya sumatrensis</i>
				<i>Gyraulus</i>	<i>Gyraulus convexiusculus</i>
				<i>Indoplanorbis</i>	<i>Indoplanorbis exustus</i>
Sorbeoconcha	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	<i>Melanoides pantherina</i>		
		Trematoda	Strigeiformes	Schistosomatidae	<i>Schistosoma</i>

Berdasarkan hasil identifikasi pada setiap stasiun selama tiga periode sampling ditemukan dua kelas, tujuh ordo dan famili, serta delapan genus dan spesies. Pada stasiun I ditemukan

tujuh spesies, dengan terdapat spesies *Schistosoma* sp. yang hanya ditemukan pada stasiun I. Pada stasiun II dan III ditemukan enam spesies, dengan terdapat spesies *M.*

pantherina yang hanya ditemukan pada saat sampling I penelitian di stasiun II. Distribusi

spesies makrozoobentos pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Gambar 4.



Makrozoobentos pada kelas trematoda ditemukan dengan satu spesies *Schistosoma sp.* (cacing darah). Sedangkan makrozoobentos pada kelas Gastropoda ditemukan dengan enam ordo dan enam famili. Pada famili Ampullariidae ditemukan dua spesies diantaranya *Pila ampullacea* (keong sawah) dan *Pomacea canaliculata* (keong mas). Pada lima ordo dan lima famili berikutnya ditemukan masing-masing satu spesies diantaranya *Lymnaea rubiginosa*, *Bellamya sumatrensis*, *Gyraulus convexiusculus*, *Indoplanorbis exestus* dan *Melanoides pantherina*.

Hasil yang berbeda didapatkan pada penelitian Muharisa *et al.*, (2015), di perairan Sungai Sail Kota Pekanbaru ditemukan sembilan spesies makrozoobentos dengan dua genus yang sama pada penelitian ini diantaranya *Pila sp.* dan *Melanoides sp.* Sedangkan pada penelitian Sumiarsih *et al.*, (2018), di Sungai Siak Kota Pekanbaru ditemukan makrozoobentos lebih banyak pada kelas Gastropoda. Sama halnya dengan penelitian ini juga ditemukan makrozoobentos dari kelas Gastropoda.

Kelas Gastropoda yang ditemukan melimpah diduga dipengaruhi oleh kemampuan adaptasi dan struktur tubuh bercangkang yang dapat memperkecil pengaruh hempasan arus

serta sifat hidupnya yang menempel dan dapat menggali lubang pada substrat dasar tempat mereka hidup, sehingga menentukan penyebarannya (Oriza *et al.*, 2023). Distribusi kelas gastropoda berkaitan dengan sifat biologis, ekologi dan adaptasinya terhadap perubahan lingkungan. Makrozoobentos yang ditemukan di perairan Sungai Umban Sari memiliki komposisi dan sebaran yang beragam pada masing-masing stasiun. Distribusi dan komposisi dapat mempengaruhi sebaran kelimpahan makrozoobentos pada suatu perairan.

Kelimpahan Makrozoobentos

Kelimpahan makrozoobentos selama 3 kali sampling penelitian pada masing-masing stasiun berkisar antara 2,148–3,685 ind/m². Hasil perhitungan kelimpahan makrozoobentos di Sungai Umban Sari dapat dilihat pada Tabel 5.

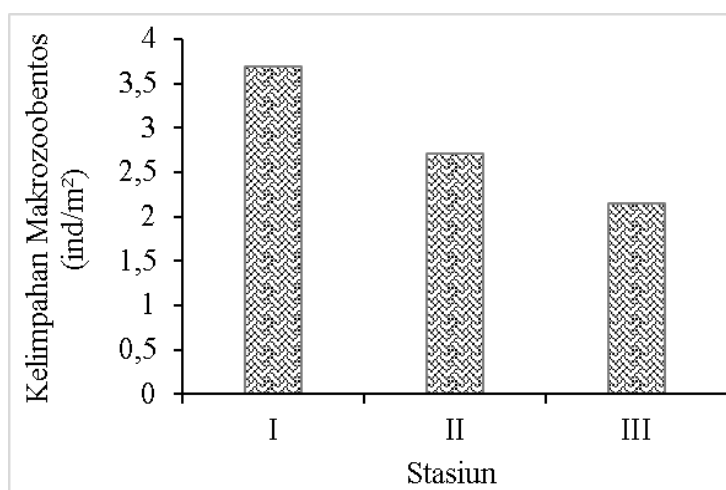
Kelimpahan makrozoobentos pada masing-masing stasiun di Sungai Umban Sari paling tinggi terdapat pada stasiun I di hulu sungai dengan nilai 3,685 ind/m² dan yang terendah terdapat pada stasiun III hilir sungai dengan nilai 2,148 ind/m², sedangkan pada stasiun II (tengah antara hilir dan hulu) memiliki nilai 2,704 ind/m².

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kelimpahan Makrozoobentos (ind/m²) Antar Sampling pada Masing-masing Stasiun di Sungai Umban Sari

Stasiun	Sampling (ind/m ²)			Rata-rata (ind/m ²)
	I	II	III	
I	5,611	3,223	2,223	3,685
II	4,278	2,056	1,778	2,704
III	2,667	2,334	1,445	2,148

Hasil yang berbeda didapatkan pada penelitian Muharisa *et al.*, (2015), di Sungai Sail Kota Pekanbaru, kelimpahan makrozoobentos lebih tinggi ditemukan pada hilir sungai yang bermuara ke Sungai Siak dibandingkan pada daerah hulu sungai. Hal

tersebut diduga kandungan bahan organik lebih banyak ditemukan pada hilir Sungai Sail yang terakumulasi dan terbawa arus sungai. Rata-rata sebaran kelimpahan makrozoobentos pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Kelimpahan makrozoobentos (ind/m²) pada masing-masing stasiun

Pada stasiun I ditemukan kelimpahan makrozoobentos tertinggi dengan rata-rata 3,685 ind/m². Makrozoobentos kelas Trematoda hanya ditemukan di stasiun I pada substrat lumpur berpasir di sekitar tepi sungai. Keberadaan cacing mampu mendukung proses mineralisasi bahan organik pada dasar perairan. Pada stasiun I memiliki tipe substrat pasir berlumpur dengan kandungan bahan organik sedimen tergolong sedang sebesar 7,327 %. Pada stasiun II ditemukan kelimpahan makrozoobentos dengan rata-rata 2,704 ind/m². Stasiun II merupakan daerah peralihan antara hulu dan hilir sungai dengan terdapat masukan aliran air parit yang berasal dari perumahan penduduk dan perkebunan. Pada stasiun II ditemukan tipe substrat lebih kasar (pasir

berkerikil) dengan persentase kandungan bahan organik ,terendah (4,258 %) daripada stasiun lain akibat perbedaan arus dan kontur sungai.

Semakin tinggi persentase fraksi pasir kasar, maka akan menurunkan jumlah kelimpahan makrozoobentos yang ada pada ekosistem tersebut (Zakiawati *et al.*, 2021). Stasiun II terdapat spesies *M. pantherine* yang hanya ditemukan pada periode sampling 1. Hal ini diduga karena kehadiran spesies *M. pantherine* hanya muncul atau melimpah secara periodik pada lokasi tersebut. Kehadiran makrozoobentos bergantung pada jumlah dan sebaran sumber makanan berupa bahan organik pada perairan serta kondisi lingkungan perairan yang mampu mendukung kehidupannya.

Kelimpahan makrozoobentos paling rendah ditemukan pada stasiun III dengan rata-rata 2,148 ind/m². Tipe substrat pasir berlumpur dengan persentase kandungan bahan organik 6,509 %. Keberadaan makrozoobentos pada perairan dipengaruhi oleh berbagai variasi faktor lingkungan baik secara fisika-kimia maupun biologis melalui interaksi dengan biota lain (Sumiarsih *et al.*, 2018). Pada sisi kanan sungai terdapat vegetasi tumbuhan merambat yang tidak terdapat pada sisi sebelah seberangnya karena sering menjadi tempat spots memancing bagi Masyarakat.

Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi Makrozoobentos

Nilai indeks keanekaragaman (H'), Keseragaman (E), dominansi (C) makrozoobentos merupakan komponen biologis yang digunakan untuk mengetahui struktur komunitas biota berdasarkan kondisi lingkungan perairan. Hasil perhitungan nilai indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi makrozoobentos di Sungai Umban Sari dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi makrozoobentos pada masing-masing Stasiun di Sungai Umban Sari

Stasiun	Keanekaragaman (H')	Keseragaman (E)	Dominansi (C)
I	2,372	0,904	0,232
II	1,965	0,846	0,304
III	2,069	0,900	0,260
Rata-rata	2,135	0,883	0,265

Keanekaragaman makrozoobentos antar stasiun di Sungai Umban Sari berkisar antara 1,965–2,372 dengan rata-rata 2,135. Berdasarkan kriteria indeks menurut Krebs *dalam* Alhadad *et al.*, (2024), keanekaragaman makrozoobentos antar stasiun di Sungai Umban Sari tergolong sedang dengan nilai indeks ($1 \leq H' \leq 3$). Keanekaragaman sedang menunjukkan tingkat sebaran individu sedang atau jumlah individu mendekati seragam, adanya tekanan ekologis yang mengganggu kestabilan perairan dan setengah tercemar. Dengan beragamnya aktivitas dari hulu sampai hilir telah memberikan tekanan ekologis bagi makrozoobentos. Baik buruknya kondisi suatu ekosistem tidak dapat hanya ditentukan dari hubungan keanekaragaman dan kestabilan komunitasnya. Suatu ekosistem yang stabil dapat saja memiliki keanekaragaman yang rendah atau tinggi tergantung pada fungsi aliran energi dan sifat adaptasi makrozoobentos (Yasir *et al.*, 2015).

Keseragaman makrozoobentos antar stasiun di Sungai Umban Sari berkisar antara 0,846–0,904 dengan rata-rata 0,883. Berdasarkan kriteria menurut Krebs *dalam*

Sumiarsih *et al.*, (2018), keseragaman makrozoobentos antar stasiun di Sungai Umban Sari tergolong tinggi dengan nilai *Evennes indeks* ($0,5 \leq E < 1$). Keseragaman yang tinggi menunjukkan jumlah individu tiap spesies dapat dikatakan sama atau tidak jauh berbeda, dan kondisi perairan dianggap seimbang. Hal tersebut dapat terjadi karena penyebaran spesies makrozoobentos antar stasiun penelitian relatif sama. Semakin besar nilai indeks keseragaman maka semakin beragam penyebaran jumlah individu suatu spesies serta tidak ada kecenderungan dominansi satu spesies, begitu pula sebaliknya.

Nilai indeks dominansi makrozoobentos selama penelitian di Sungai Umban Sari berkisar antara 0,232–0,304 dengan rata-rata 0,265. Berdasarkan kriteria indeks Odum *dalam* Alhadad *et al.*, (2024), dominansi makrozoobentos antar stasiun di Sungai Umban Sari tergolong rendah dengan nilai indeks ($C < 0,5$). Dominansi makrozoobentos tertinggi pada stasiun II dapat terjadi berkaitan dengan ditemukannya spesies *M. pantherina* yang melimpah pada saat sampling I penelitian dan tidak ditemukan pada sampling maupun stasiun

lain. Indeks dominansi menandakan bahwa tidak semua makrozoobentos memiliki daya adaptasi dan kemampuan bertahan hidup yang sama terhadap faktor lingkungan dan membuat sebaran serta kelimpahan spesies dapat berpihak pada spesies tertentu, begitu pula sebaliknya.

Biomassa Makrozoobentos

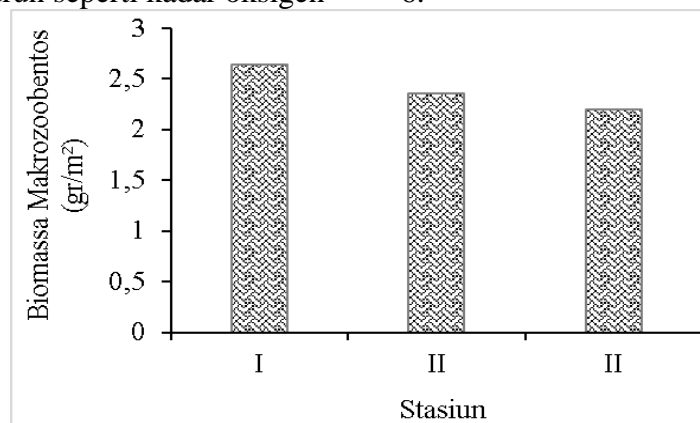
Biomassa makrozoobentos setelah dilakukan identifikasi dan perhitungan berdasarkan berat kering individu per satuan luas (gr/m^2) di Sungai Umban Sari dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil perhitungan biomassa makrozoobentos (gr/m^2) antar sampling pada masing-masing stasiun di Sungai Umban Sari

Stasiun	Sampling (gr/m^2)			Rata-rata (gr/m^2)
	I	II	III	
I	4,206	2,126	1,597	2,643
II	3,470	1,818	1,777	2,355
III	2,785	2,389	1,422	2,199

Rata-rata biomassa makrozoobentos pada masing-masing stasiun di Sungai Umban Sari paling tinggi terdapat pada stasiun I dengan nilai $2,643 \text{ gr}/\text{m}^2$ dan paling rendah pada stasiun III dengan nilai $2,199 \text{ gr}/\text{m}^2$, sedangkan pada stasiun II memiliki nilai $2,126 \text{ gr}/\text{m}^2$. Biomassa makrozoobentos bervariasi pada setiap periode sampling. Hal ini diduga karena adanya perubahan cuaca dan iklim pada periode sampling juga diikuti oleh kualitas perairan yang cenderung menurun seperti kadar oksigen

terlarut, kecerahan dan kecepatan arus perairan. Tingkat gangguan suatu perairan dapat dicirikan dengan adanya perubahan komposisi atau proporsi jenis serta distribusi relatif kelimpahan dan biomassa suatu spesies atau keseluruhan spesies dalam perairan yang akan sejalan dengan meningkatnya tahapan dari suatu gangguan (Putro, 2016). Rata-rata sebaran biomassa makrozoobentos pada masing-masing stasiun disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Biomassa makrozoobentos (ind/m^2) pada masing-masing stasiun di Sungai Umban Sari

Biomassa makrozoobentos tertinggi pada stasiun I sebesar $2,643 \text{ gr}/\text{m}^2$ juga diikuti dengan temuan kelimpahan tertinggi sebesar $3,685 \text{ ind}/\text{m}^2$ pada substrat lumpur berpasir dan kandungan bahan organik sedimen $7,327 \%$. Kualitas perairan mendukung pertumbuhan makrozoobentos pada ukuran dan biomassa tertentu pada masing-masing spesies.

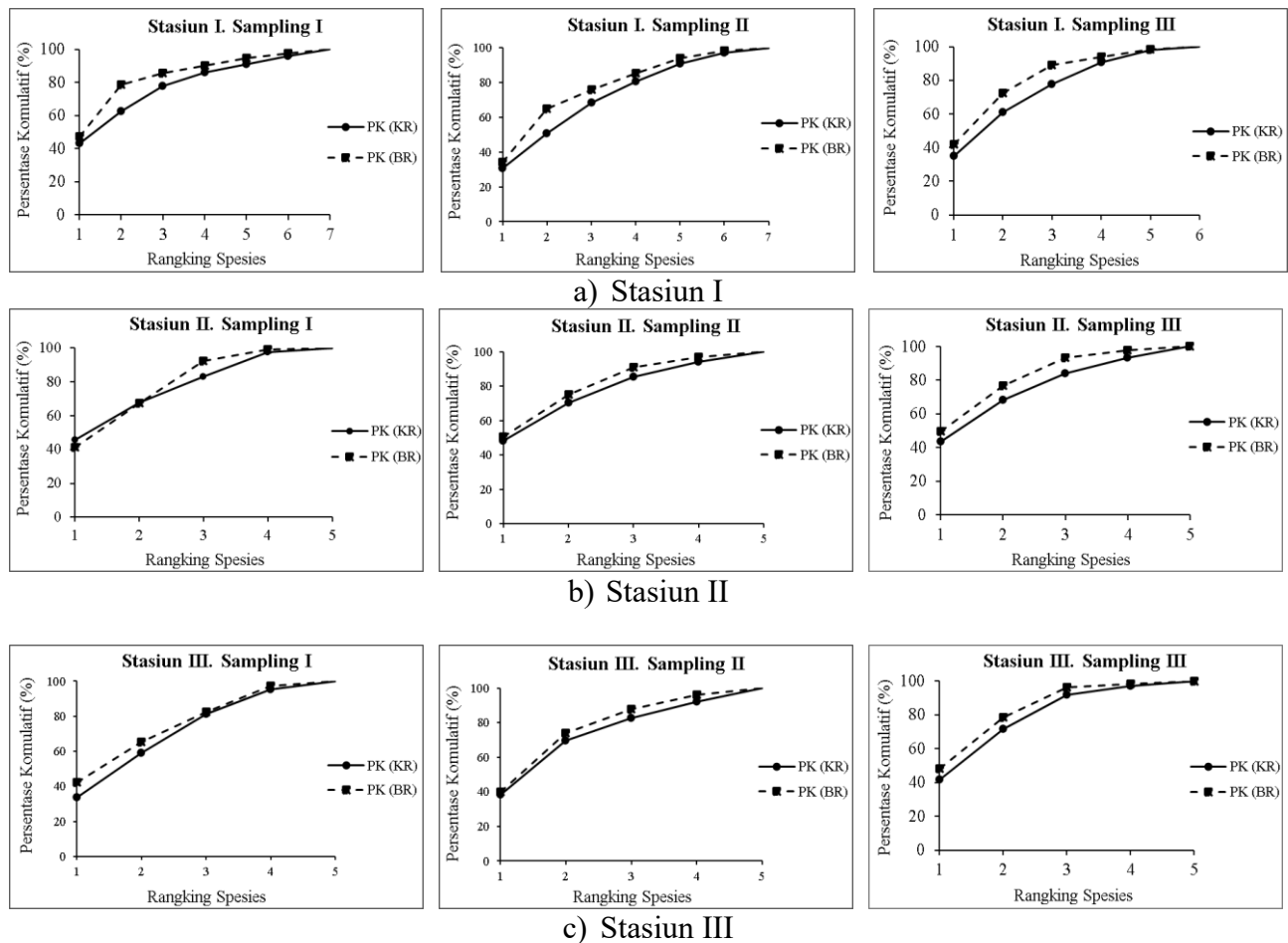
Selanjutnya biomassa pada stasiun II sebesar $2,355 \text{ gr}/\text{m}^2$ diikuti dengan temuan kelimpahan makrozoobentos sebesar $2,704 \text{ ind}/\text{m}^2$ pada substrat pasir berkerikil dan kandungan bahan organik sedimen $4,258 \%$. Pertumbuhan makrozoobentos sangat dipengaruhi oleh kualitas lingkungan tempat hidupnya.

Biomassa makrozoobentos terendah terdapat pada stasiun III dengan nilai 2,199 gr/m², hal tersebut juga diikuti dengan kelimpahan terendah sebesar 2,148 ind/m² pada substrat pasir berlumpur dengan kandungan bahan organik sedimen 6,509 %. Meskipun memiliki tipe substrat halus dan kandungan bahan organik sedimen cukup tinggi, kelimpahan dan biomassa terendah pada stasiun III dapat terjadi karena adanya pengaruh variasi kualitas lingkungan. Adanya variasi kualitas perairan yang dipengaruhi pertemuan arus dan gelombang air serta terdapat aktivitas antropogenik seperti kegiatan nelayan dan pemancing yang sering menjadikan makrozoobentos jenis keong sebagai umpan

memberikan pengaruh terhadap variasi sebaran kelimpahan dan biomassa.

Status Ekologi Perairan Sungai Umban Sari

Status ekologi perairan Sungai Umban Sari berdasarkan kurva *Abundance and Biomass Comparison* (ABC) pada perbandingan persentase kumulatif (PK) dominan dari kelimpahan relatif (KR) dan biomassa relatif (BR) makrozoobentos. Analisis kurva ABC dapat menunjukkan tingkat pencemaran perairan pada daerah yang diteliti. Hasil perhitungan persentase kumulatif dominan dan kurva ABC pada masing-masing sampling antar stasiun penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik kurva ABC pada masing-masing sampling antar stasiun penelitian di Sungai Umban Sari

Hasil keseluruhan analisis kurva *K-Dominance* didapatkan bahwa garis kurva kumulatif dominan dari biomassa relatif (BR)

berada di atas garis kurva kelimpahan relatif (KR). Hal ini menunjukkan perairan Sungai Umban Sari tidak tercemar dan tidak

mengalami gangguan atau tekanan ekologis yang berarti. Garis kurva *K-Dominance* untuk biomassa yang terletak di atas kurva kelimpahan menunjukkan kondisi perairan tidak tercemar (Warwick, 1986). Hasil yang tidak jauh berbeda didapatkan pada penelitian Zakiawati *et al.*, (2021), garis biomassa masih lebih tinggi dari garis kelimpahan namun masih ada bagian yang mepet dan berdekatan sampai tumpang tindih yang menunjukkan kondisi perairan sungai mulai tercemar ringan.

Dominansi garis biomassa relatif (BR) didapatkan hanya berada sedikit di atas garis kelimpahan relatif (KR) dan mendekati akan tumpang tindih, hal ini mengidentifikasi kalau kondisi ekosistem mulai tercemar dengan adanya gangguan dan tekanan ekologis, karena sebaran kelimpahan dan biomassa relatif makrozoobentos berkembang dalam jumlah hampir sama secara kuantitatif (Zakiawati *et al.*, 2021). Sebaran kelimpahan dan biomassa makrozoobentos didominasi oleh individu berukuran kecil sampai sedang. Hasil analisis kurva ABC yang berkaitan dengan tingkat keanekaragaman yang tergolong sedang, keseragaman yang tergolong tinggi serta tidak terdapat spesies yang mendominasi. Hal ini selaras pendapat Alhadad *et al.* (2024) bahwa ekosistem perairan yang alami dapat dicirikan oleh keanekaragaman tinggi, tidak ada dominansi dan penyebaran merata di suatu perairan.

Hasil yang berbeda didapatkan pada sampling I di stasiun II Sungai Umban Sari (Gambar 6b), garis kurva *K-Dominance* untuk biomassa dan kelimpahan saling berhimpitan dan tumpang tindih. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi perairan mengalami tekanan ekologis dan telah tercemar dengan intensitas sedang. Garis kurva *K-Dominance* untuk biomassa yang saling berhimpit atau berpotongan dengan garis kurva kelimpahan menunjukkan kondisi ekologis perairan tercemar sedang (Warwick dalam Yasir *et al.*, 2015). Adanya tumpang tindih antara kelimpahan relatif (KR) dan biomassa relatif (BR) terjadi karena kemampuan kelimpahan dan biomassa untuk berkembang dalam kualitas

air adalah sama yang menunjukkan kondisi ekosistem terganggu dengan intensitas sedang (moderat) dan mulai sedang tercemar.

Pada stasiun II ditemukan enam spesies makrozoobentos yang terdistribusi secara beragam pada masing-masing sampling penelitian. Spesies *M. pantherina* hanya ditemukan sekali yakni pada saat sampling I penelitian di stasiun II dan tidak ditemukan pada sampling maupun stasiun lain yang melimpah secara periodik atau musiman. Keberadaannya tidak secara langsung mendominasi dapat memberikan dampak terhadap kurva ABC dikarenakan ukurannya yang kecil. Hasil tersebut berkaitan dengan kelimpahan dan dominansi kelas Gastropoda yang dapat bersifat mengelompok, terutama pada spesies yang memiliki ukuran kecil. Tipe substrat sedimen dan ketersediaan kandungan bahan organik sedimen dapat mempengaruhi arah sebaran dan perkembangan makrozoobentos yang saling berhubungan dengan keseimbangan ekosistem. Adanya aktivitas antropogenik di sepanjang aliran sungai telah memberikan dampak tekanan ekologis bagi biota perairan.

Kesimpulan

Ditemukan delapan spesies makrozoobentos; *P. ampullacea*, *P. canaliculata*, *L. rubiginosa*, *B. sumatrensis*, *G. convexiusculus*, *I. exestus* dan *M. pantherina* dari kelas Gastropoda serta *Schistosoma* sp. dari kelas Trematoda. Kelimpahan makrozoobentos berkisar antara 2,148–3,685 ind/m². Keanekaragaman dan keseragaman makrozoobentos termasuk dalam kategori sedang dan tinggi, tidak terdapat spesies yang mendominasi. Biomassa makrozoobentos berkisar antara 2,199–2,643 gr/m². Hipotesis *K-Dominance* kurva ABC di Sungai Umban Sari termasuk dalam kategori tidak tercemar dan tidak mengalami gangguan atau tekanan ekologis.

Daftar Pustaka

Alhadad, I., Tanjung A., & Zulkifli, (2024). Macrozoobenthos Community Structure

- in the Intertidal Zone of Muara Air Haji Village, Pesisir Selatan Regency, West Sumatera Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 7(1): 124-132.
- Aritonang, C. E., Budijono, & Fauzi M. (2024). Kandungan Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Anak-anak Sungai Siak Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, 13(3): 329-335. <http://dx.doi.org/10.25077/jfu.13.3.329-335.2024>
- Efendi, M., Nedi S., & Siiregar Y. I. (2020). Kandungan Bahan Organik di Dalam Air dan Sedimen di Kabupaten Pulau Halang Muka Rokan Hilir Provinsi Riau. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 3(3): 202-208.
- Muharisa, Adriman, & El Fajri N. (2015). Water Quality of the Sail River, Pekanbaru Based on Type and Population of Macrozoobenthos. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 2(2): 1-12.
- Oriza, S., Tanjung A., & Elizal. (2023). Struktur Komunitas Gastropod di Zona Intertidal Pulau Pasumpahan Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 6(1): 41-49.
- Pasaribu, R. H., Eddiwan, & Putra R. M. (2020). Identifikasi Jenis Ikan di Perairan Sungai Umban Sari Kecamatan Rumbai Provinsi Riau. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 1(2): 131-132.
- Pranata, E., Rifardi, & Galib M. (2019). Distribusi Bahan Organik pada Sedimen di Kawasan Perairan Muara Sungai Masjid Stasiun Kelautan Purnama Kota Dumai Provinsi Riau. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 6(2): 1-9.
- Putri, V. T., Yudha I. G., Kartini N., & Damai A. A. (2021). Keragaan Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Bagian Hilir Sungai Hurun Lampung. *Journal of Aquatropica Asia*, 6(2): 72-82.
- Putro, S. P. (2016). Konsep Aplikasi Budidaya Sistem Polikultur Terintegrasi Biomonitoring Menuju Akuakultur Produktif Berkelanjutan. Yogyakarta. Plantaxia.
- Sosiawan, T. G., Setia T. M., & Sakdullah. (2022). Ekosistem Lamun dan Makrozoobenthos di Taman Nasional Kepulauan Seribu. *Jurnal TECHNO-FISH*, 6(2): 109-132. <https://doi.org/10.25139/TF.v6i2.5039>
- Sumiarsih, E., El Fajri N., Adriman, Teda S., & Rahmi M. R. (2018). Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Pencemaran di Perairan Sungai Siak, Pekanbaru. *Asian Journal of Environment, History and Heritage*, 2(1): 19-28.
- Warwick, R. (1986). A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine biology*, 92(4), 557-562.
- Yasir, M., Haerudduin, & Suryanto A. (2015). Status Pencemaran Sungai Wakak Kendal Ditinjau Dari Aspek Total Padatan Tersuspensi dan Struktur Komunitas Makrozoobentos. *Diponegoro Journal of Maquares*, 4(2): 112-122. <https://doi.org/10.14710/marj.v4i2.8535>
- Yusnita, Efizon D., & Windarti. (2017). Identifikasi Ikan di Hilir Sungai Umban Sari Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 4(2): 1-13.
- Zakiawati, D., Norma A., & Pujiono W. P. (2021). Makrozoobentos Sebagai Indikator Status Pencemaran Antar Musim di Anak Sungai Bogowonto, Yogyakarta. *Jurnal Pasir Laut*, 5(1): 17-25.