

Struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di Sungai Banjaran, Banyumas

Macrozoobenthos community structure as a bioindicator of water quality in the Banjaran River, Banyumas

Received: 06 November 2023, Revised: 01 September 2024, Accepted: 16 September 2024

DOI: 10.29103/aa.v11i3.13343

Eti Wahyuningsih^{a*}, Nur Laila Rahayu^a, dan Musyarif Zaenuri^a

^a *Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, Nahdlatul Ulama University Purwokerto. Jl. Sultan Agung No. 42 Karangklesem South Purwokerto, Banyumas, Indonesia*

Abstrak

Sungai Banjaran merupakan salah satu sungai di Kabupaten Banyumas. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan informasi terkait struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di Sungai Banjaran, dan menghasilkan informasi terkait kualitas air di Sungai Banjaran untuk kehidupan makrozoobentos. Penelitian dilakukan pada bulan September 2022 – Februari 2023 di Sungai Banjaran Banyumas. Penelitian ini menggunakan metode survei, pengambilan sampel dilakukan 3 kali pada bulan September-November 2022. Metode pengambilan sampel secara purposive random sampling yaitu sungai dibagi menjadi 3 stasiun berdasarkan kriteria tertentu. Hasil penelitian ini diperoleh 15 spesies dan terbagi kedalam 11 famili yaitu Perlidae, Psychomyiidae, Thiaridae, Lumbricidae, Naididae, Gecarcinucidae, Palaemonidae, Elmidae, Hydropsychidae, Atyidae, dan Chironomidae di Sungai Banjaran. Kelimpahan individu tertinggi terdapat di stasiun dua yaitu 3156 individu/ m². Spesies dominan yaitu *Melanoides tuberculata* dengan kelimpahan 1852 individu/m² di stasiun dua. Nilai indeks dominansi pada ketiga stasiun berkisar antara 0,1864 sampai 0,2886 yang relatif rendah. Kualitas air di Sungai Banjaran untuk kehidupan makrozoobentos masih cukup baik berdasarkan pada hasil pengukuran parameter lingkungan yang terdiri atas parameter fisika yaitu suhu air dan kecepatan arus.

Kata kunci: Indikator Kualitas Perairan; Komunitas Makrozoobentos; Sungai Banjaran

Abstract

The Banjaran River is one of the rivers in the Banyumas Regency. This research aims to produce information related to macrozoobenthic community structure as a bioindicator of water quality in the Banjaran River and to produce information related to water quality in the Banjaran River for macrozoobenthic life. The research was conducted in September 2022 – February 2023 on the Banjaran River, Banyumas. This research uses a survey method, sampling was carried out 3 times in September-November 2022. The sampling method was purposive random sampling, namely the river was divided into 3 stations based on certain criteria. The results of this research obtained 15 species and were divided into 11 families, namely Perlidae, Psychomyiidae, Thiaridae, Lumbricidae, Naididae, Gecarcinucidae, Palaemonidae, Elmidae, Hydropsychidae, Atyidae, and Chironomidae in the Banjaran River. The highest abundance of individuals was at station two, namely 3156 individuals/m². The dominant species is *Melanoides tuberculata* with an abundance of 1852 individuals/m² at station two. The dominance index values at the three stations ranged from 0.1864 to 0.2886, which is relatively low. The water quality in the Banjaran River for macrozoobenthic life is still quite good based on the results of measuring environmental parameters which consist of physical parameters, namely water temperature and current speed.

Keywords: Banjaran River, Macrozoobenthos Community, Water Quality Indicators

* Korespondensi: Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, Nahdlatul Ulama University Purwokerto. Jl. Sultan Agung No. 42 Karangklesem South Purwokerto, Banyumas, Indonesia.
Tel: +62-81329084568
e-mail: etiwahyuningsih128@gmail.com

1. Introduction

Air merupakan Sumber Daya Alam (SDA) yang memenuhi hajat hidup orang banyak, sehingga perlu dilindungi agar bermanfaat bagi kehidupan serta makhluk hidup lainnya. Perlu dilakukan konservasi dan pengendalian air, menjaga kualitas air ataumencapai kualitas air agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sesuai dengan tingkat kualitas air yang diinginkan. Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan

pengendalian pencemaran air, yaitu dengan menjaga fungsi air agar kualitas air memenuhi baku mutu. Air yang bersih sangat didambakan oleh manusia, baik untuk keperluan hidup sehari-hari, industri, sanitasi, pertanian dan sebagainya (Kodoatie *et al.*, 2010). Salah satu sumber air yang banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya adalah sungai (Tarwotjo *et al.*, 2018).

Sungai merupakan salah satu SDA yang mengalir, sehingga pengolahan air di hulu akan berdampak pada hilir. Pencemaran di hulu akan berdampak di hilir, dan konservasi di hulu akan menguntungkan di hilir. Sungai bermanfaat bagi biota perairan (Blume *et al.*, 2010). Secara umum, sungai memiliki fungsi ganda, seperti menyediakan air bersih, pembangkit listrik, sarana olahraga, dan rekreasi/pariwisata. Selain itu, sungai juga merupakan tempat hidup biota perairan seperti ikan, udang, kepiting, dan bentos (Otvavina *et al.*, 2021). Sungai memiliki peran membawa limbah industri, limbah perkotaan, pupuk, dan air limpasan dari pertanian yang terbawa oleh arus, dan salah satu organisme yang akan terdampak dari pencemaran tersebut adalah makrozoobentos (Chopra *et al.*, 2012).

Sungai Banjaran dimanfaatkan untuk kegiatan industri, dan irigasi pertanian. Akibat pemanfaatan kegiatan tersebut menyebabkan kondisi air Sungai Bbanjaran mengalami penurunan baik secara kualitas maupun kuantitasnya yang berpengaruh terhadap kondisi makrozoobentos di sungai tersebut. Makrozoobentos hidup di dasar perairan, baik menempel pada substrat maupun di sedimen, komunitas makrozoobentos dapat digunakan sebagai bioindikator untuk mengetahui kondisi ekosistem (Gawad, 2019).

Makrozoobentos didefinisikan sebagai fauna dasar invertebrata yang tertahan pada jaring dengan ukuran mata jaring 1 mm x 1 mm (Trožić-Borovav, 2015). Makrozoobentos merupakan organisme pasif yang hidup di dasar perairan (Astrini *et al.*, 2014; dan Hakiki *et al.*, 2017). Keberadaan makrozoobentos tersebar luas, setiap daerah memiliki komunitasnya masing-masing, tergantung pada karakteristik perairan. Perbedaan distribusi spasial makrozoobentos dipengaruhi oleh kedalaman, suhu, dan jenis substrat (Gholizadeh *et al.*, 2012). Suhu perairan yang berkisar antara 24-32 °C masih tergolong normal dalam badan air dan tidak membahayakan makrozoobentos (Verbrugge *et al.*, 2012). Makrozoobentos muncul ke permukaan batu ketika suhu udara berkisar antara 21-32 °C dan tidak ada makrozoobentos muncul ke permukaan batu ketika suhu 36-41 °C (Leung *et al.*, 2019). Makrozoobentos dapat tumbuh dan berkembang pada jenis substrat berlumpur karena memiliki keistimewaan fisiologi yaitu siphon panjang (Maida, 2018). Substrat habitat makrozoobentos terbuat dari bahan abiotik, yaitu komponen fisika dan kimia yang terdiri dari tanah, air, udara, sinar matahari, dan bahan lainnya (Kreps *et al.*, 2014).

Penggunaan makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan untuk mengetahui adanya pencemaran di suatu perairan, selain itu makrozoobentos juga berperand dalam biomonitoring dalam suatu perairan karena hidupnya yang cenderung menetap (Sharma *et al.*, 2013). Makrozoobentos telah terbukti menjadi indikator yang efisien dalam memantau kualitas air dan ekologi ekosistem (Covich, 2014). Komunitas makrozoobentos juga merupakan indikator biologis yang ideal dari ekosistem perairan (Chang *et al.*, 2014; Nguyen *et al.*, 2014; dan Mereta *et al.*, 2013) karena spesiesnya beragam, sensitif terhadap perubahan habitat, menunjukkan migrasi yang lemah, kepekaan terhadap perubahan lingkungan, mudah dikumpulkan, dan mencerminkan perubahan ekosistem jangka panjang (Kappes dan Haase, 2012; Hölker *et al.*, 2015 dan Zhang *et al.*, 2015). Pergerakan makrozoobentos yang sangat terbatas, dan relatif menetap pada substrat tertentu, membuat

makrozoobentos lebih sensitif terhadap tekanan lingkungan seperti penurunan kualitas air dan sedimen (Van Loon *et al.*, 2015; Wardianto *et al.*, 2017).

Studi tentang peran makrozoobentos sebagai bioindikator didasarkan bahwa organisme tersebut memiliki peran yang sangat penting dalam siklus nutrisi di perairan (Yunita *et al.*, 2018). Penentuan kondisi perairan dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan menggunakan respon biota terhadap tekanan lingkungan yang dikenal sebagai bioindikator, dan menggunakan metode fisika kimia (Sundaravaman *et al.*, 2012). Makrozoobentos sangat sensitif terhadap perubahan kimia air. Perubahan faktor lingkungan tersebut mempengaruhi kelimpahan makrozoobentos dan komposisi spesies tergantung pada toleransi masing-masing spesies. Makrozoobentos merupakan bagian dari rantai makanan dalam komunitas akuatik. Beberapa spesies ikan memakan makrozoobentos, seperti invertebrata apibenthic. Makrozoobentos memiliki organ tambahan seperti proleg atau chaetae sehingga dapat menjadi perenang yang baik. Mereka juga dapat hidup menempel di atas batu, tanamaan atau sedimen di dasar, dan melekat pada sesuatu di dalam air (Welsiana, 2012).

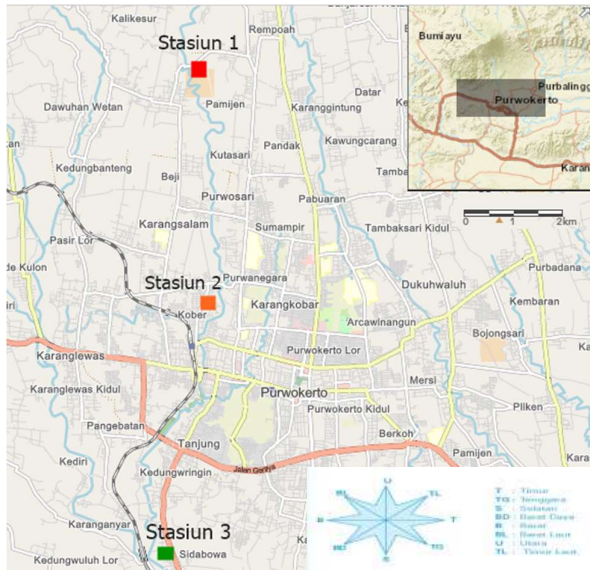
Menurut Wahyuningsih *et al.* (2022), hasil penelitian Pengaruh Penambangan Batu Terhadap Komunitas Makrozoobentos di Sungai Logawa diperoleh kekayaan spesies, kelimpahan individu dan kenaekaragaman yang rendah pada beberapa stasiun dikarenakan tidak semua makrozoobentos memiliki nilai toleransi untuk hidup pada perairan yang kondisi sedimennya sudah terpengaruh oleh penambangan batu. Sementara itu, nilai indeks dominansi kategori tinggi pada stasiun 3 dikarenakan akibat dari penambangan batu yang menyebabkan makrozoobentos yang tidak toleran dengan penambangan batu akan berpindah, sehingga hanya makrozoobentos yang tahan terhadap kondisi demikian yang bertahan dan mendominasi daerah tersebut. Kualitas air untuk kehidupan makrozoobentos masih cukup baik berdasarkan pada hasil pengukuran.

Makrozoobentos berperan penting dalam ekosistem air tawar terkait dengan aliran energi dan nutrisi di perairan (Hartini *et al.*, 2012). Hal tersebut menyebabkan makrozoobentos memiliki sifat yang sensitif terhadap perubahan lingkungan perairan, sehingga keberadaannya cocok digunakan sebagai bioindikator dalam upaya biomonitoring (Pratiwi, 2019). Berdasarkan latar belakang, biomonitoring di Sungai Banjaran belum pernah dilakukan. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Sungai Banjaran, Banyumas. Tujuan penelitian yaitu mengetahui Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator dan Kualitas Perairan di Sungai Banjaran, Banyumas.

2. Materials and Methods

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan pada bulan September 2022–Februari 2023. Pengambilan sampel dilakukan di Sungai Banjaran (Gambar 1). Pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium IPA Terpadu Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian (Sumber: Google Eart).

2.2. Alat dan bahan penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu ember plastik 1 buah, *Ice box* 1 buah, keping sechi 1 buah, botol air mineral 1 buah, spidol 1 buah, penggaris 1 buah, saringan 1 buah, baki 1 buah, kertas pH meter 3 buah, labu *erlenmeyer* 100 ml 1 buah, botol *winkler* 100 ml 1 buah, gelas ukur 100 ml 1 buah, termometer raksa 1 buah, kertas milimeter blok 1 lembar, Jala Surber 40 cm 1 buah, pipet tetes 3 buah, jarum suntik dan spuit ukuran 1 ml, 3 ml, 5 ml 3 buah, kamera hp 1 buah dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu mangan Sulfat ($MnSO_4$) 0,1N 30 ml, KOH-KI 0,1N 30 ml, Asam Sulfat Pekat (H_2SO_4) 0,1N 30 ml, Natrium Tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,025N 30 ml, Amilum 10 ml, Akuades, Alkohol 70%, spesimen Makrozoobentos, dan sampel air yang diambil di Sungai Banjaran 100 ml.

2.3. Rancangan penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan metode survei. Pengambilan sampel dilakukan 3 kali dalam interval waktu 2 minggu. Sedangkan metode pengambilan sampel berdasarkan *Purposive Sampling* di 3 stasiun. Stasiun penelitian dipilih berdasarkan rona lingkungan.

Stasiun 1 dicirikan dengan adanya substrat dasar berupa batuan besar sampai kecil, tepi sungai berupa batu cadas dengan tebing curam. Permukaan tepian tertutup tumbuhan liar. Tata gunalahan sekitar daerah aliran sungai (DAS) berupa hutan damar, hutan pinus dan semak belukar. Lebar sungai antara 20-26 m dengan kedalaman berkisar antara 25-300 cm.

Stasiun 2 memiliki karakteristik substrat dasar berupa batuan sedang sampai kecil, pasir kerikil, dan pasir berlumpur. Tepian sungai memiliki struktur tanah berbatu dan landai. Permukaan tepian sungai ditutupi rerumputan, pohon pisang, pohon kelapa, waru dan bambu. Tata guna lahan DAS berupa kebun, pekarangan dan pemukiman penduduk. Lebar sungai di daerah ini berkisar antara 10-20 m dengan kedalaman mulai dari 20-300 cm.

Stasiun 3 memiliki karakteristik substrat dasar berupa batuan besar sampai sedang, dan pasir berlumpur. Tepian sungai memiliki struktur tanah berbatu dan landai. Permukaan tepian sungai ditutupi pohon sengon, bambu dan tumbuhan bawah. Tata guna lahan DAS berupa kebun, hutan dan pemukiman penduduk. Lebar sungai di daerah ini berkisar antara 10-20 m dengan kedalaman mulai dari 20-200 cm.

2.4. Cara kerja

a. Pengambilan sampel makrozoobentos

Pengambilan sampel makrozoobentos menggunakan jala surber dengan ukuran transek 70x70 cm setelah itu makrozoobentos dimasukkan ke dalam plastik yang telah diberi penamaan lokasi pengambilan. Selanjutnya diidentifikasi di Laboratorium IPA Terpadu UNU Purwokerto. Kelimpahan individu makrozoobentos dihitung menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Fachrul (2012) yaitu:

$$KI = \frac{Ni}{A}$$

Keterangan:

KI = Kelimpahan jenis (ind/m²)

Ni = Jumlah spesies jenis ke-i (ind)

A = luas area pengamatan (m²)

b. Pengambilan sampel air sungai

Pengambilan sampel air sungai secara langsung dimasukkan ke dalam geligen ukuran 1 liter untuk dianalisis parameter fisik dan kimia air di Laboratorium IPA Terpadu.

c. Keanekaragaman dan dominansi makrozoobentos

Indeks keanekaragaman makrozoobentos dapat dihitung dengan persamaan Shannon-Wiener sebagai berikut:

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

Keterangan:

H' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

Pi = ni/N yaitu perbandingan jumlah individu spesies ke-i (ni) terhadap total individu (N). Kategorinya adalah rendah (<1), sedang (1-3), tinggi (>3) (Supratman, 2018).

Indeks dominansi Simpson dihitung menggunakan rumus:

$$C = \sum (P_i)^2$$

Keterangan:

C = indeks dominansi Simpson

Pi = perbandingan terhadap total individu spesies ke-i (ni) terhadap total individu (N). Kategorinya adalah rendah (<0,4), sedang (0,4-0,6), tinggi (> 0,6) (Yuliatwati *et al.*, 2021).

2.5. Analisis data

Analisa data dalam menjawab tujuan yaitu untuk mengetahui struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di Sungai Banjaran dianalisa secara deskriptif menggunakan histogram.

3. Results and Discussion

3.1. Result

3.1.1. Kekayaan spesies dan kelimpahan individu

Tabel 1
Kekayaan spesies makrozoobentos

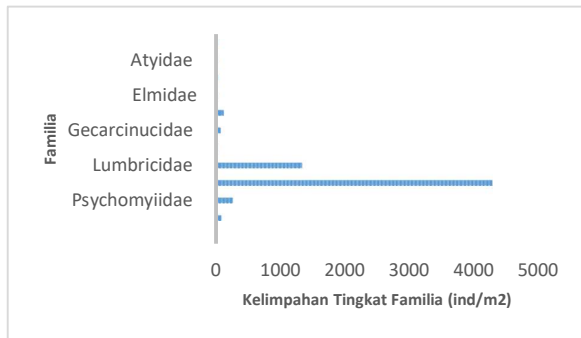
No.	Famili	Nama Spesies
1	Perlidae	<i>Hesperoperla pacifica</i>
2	Psychomyiidae	<i>Psychomyia flavida</i> <i>Melanoides tuberculata</i> <i>Melanoides maculate</i>
3	Thiaridae	<i>Thiara rufis</i> <i>Tarebia granifera</i> <i>Melanoides granifera</i>
4	Lumbricidae	<i>Lumbricus terrestris</i>
5	Naididae	<i>Tubifex sp.</i>
6	Gecarcinucidae	<i>Parathelphusa convexa</i>
7	Palaemonidae	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
8	Elmidae	<i>Microcylloepus sp.</i>
9	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche bronta</i>

10	Atyidae	<i>Atyopsis spinipes</i>
11	Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>

Tabel 2
Kekayaan spesies dan kelimpahan individu makrozoobentos.

Nama Spesies	Stasiun			Kelimpahan Individu (Ind/m ²)
	1	2	3	
<i>Hesperoperla pacifica</i>	44	-	44	88
<i>Psychomyia flavida</i>	30	30	207	264
<i>Melanoides tuberculata</i>	-	1348	504	1852
<i>Melanoides maculate</i>	104	711	370	1185
<i>Thiara rufis</i>	-	356	-	356
<i>Tarebia granifera</i>	-	-	15	15
<i>Melanoides granifera</i>	-	652	222	874
<i>Lumbricus terrestris</i>	44	-	89	1333
<i>Tubifex sp.</i>	-	-	15	15
<i>Paratempelhusa convexa</i>	-	30	44	74
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	15	15	89	119
<i>Microcylloepus sp.</i>	-	-	15	15
<i>Hydropsyche bronta</i>	15	-	15	30
<i>Atyopsis spinipes</i>	-	15	-	15
<i>Chironomus sp.</i>	-	-	15	15
kelimpahan individu (ind/m ²)	252	3156	1645	5053
Kekayaan spesies	6	8	13	

Berdasarkan Tabel 1, kekayaan spesies diperoleh 15 spesies dari 11 famili yaitu Perlidae, Psychomyiidae, Thiaridae, Lumbricidae, Naididae, Gecarcinucidae, Palaemonidae, Hydropsychidae, Atyidae, dan Chironomidae. Berdasarkan Tabel 2, Kekayaan spesies tertinggi berada di stasiun tiga yaitu 15 spesies, sedangkan kekayaan spesies terendah berada di stasiun satu yaitu 6 spesies. Total kelimpahan individu selama penelitian yaitu 5053 individu/ m² dari 15 spesies, kelimpahan individu tertinggi berada di stasiun dua yaitu 3.156 individu/m², sedangkan kelimpahan individu terendah berada di stasiun satu yaitu 252 individu/ m². Kelimpahan individu terendah sebesar 15 ind/m² terdiri dari spesies *Tubifex sp.*, *Chironomus sp.*, *Hydropsyche bronta*, *Microcylloepus sp.*, dan *Atyopsis spinipes*. Kelimpahan tingkat familia disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kelimpahan tingkat famili.

Hasil penelitian kekayaan spesies dan kelimpahan individu makrozoobentos pada masing-masing stasiun disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Gambar 2, Familia Thiaridae merupakan familia dengan kelimpahan tertinggi sebesar 4.282 ind/m². Sedangkan familia Elmidae, Naididae, Atyidae, dan Chironomidae merupakan familia dengan kelimpahan terendah sebesar 15 ind/m².

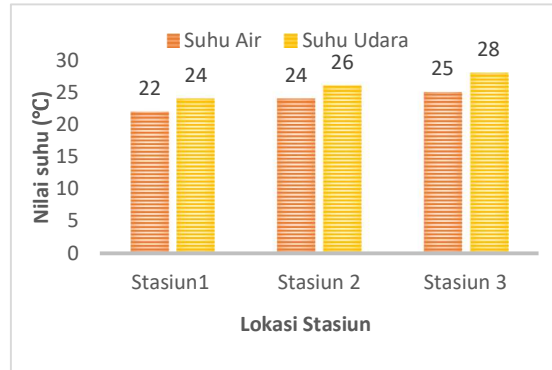
3.1.2. Indeks keanekaragaman dan indeks dominansi

Nilai indeks keanekaragaman dan indeks dominansi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3
Indeks keanekaragaman (H') dan indeks dominansi (C)

Stasiun	H'	C
1	1,564	0,2526
2	1,41	0,2886
3	1,953	0,1864

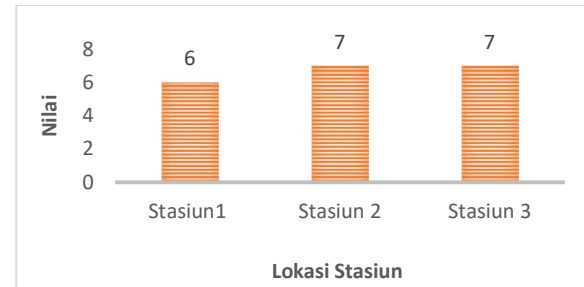
Nilai indeks keanekaragaman (H') makrozoobentos pada stasiun tiga memiliki nilai paling tinggi. Nilai indeks dominansi pada ketiga stasiun berkisar antara 0,1864 sampai 0,2886 yang relatif rendah karena komunitas makrozoobentos yang stabil. Berdasarkan Gambar 3, suhu di Sungai Banjaran berkisar antara 24-26°C.



Gambar 3. Suhu di sungai Banjaran.

3.1.3. pH

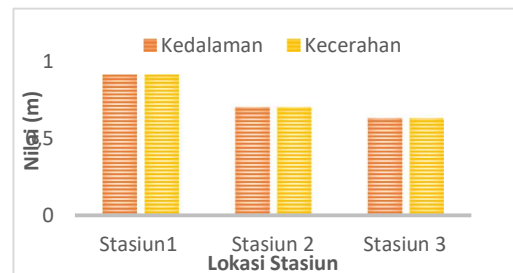
Nilai pH pada Sungai Banjaran yaitu berkisar antara 6-7 (Gambar 4).



Gambar 4. Tingkat pH di sungai Banjaran.

3.1.4. Kedalaman dan kecerahan

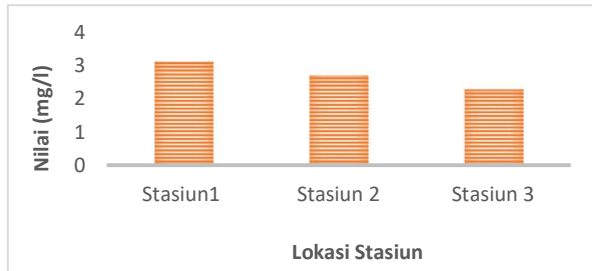
Berdasarkan Gambar 5, kedalaman tertinggi di Sungai Banjaran pada berada di Stasiun 1 sebesar 0,91 m, sedangkan terendah berada di Stasiun 3 sebesar 0,63 m. Kecerahan pada Sungai Banjaran, nilai yang tertinggi berada di Stasiun 1 sebesar 0,91 m dengan warna air yang jernih. Sedangkan nilai yang terendah berada di Stasiun 3 sebesar 0,63 m dengan warna air sungai sedikit keruh.



Gambar 5. Kedalaman dan kecerahan.

3.1.5. Oksigen terlarut (DO)

Nilai DO di Sungai Banjaran berkisar antara 2,29 - 3,12 mg/l seperti yang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Kandungan oksigen terlarut (DO).

3.1.6. Arus

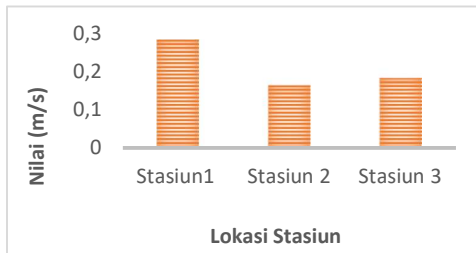
Kecepatan arus dibedakan menjadi 5 kategori menurut Welch (1996) yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4

Interval kecepatan arus sungai

Kategori Kecepatan Arus Sungai	Interval Koefisien (m/s)
Sangat lambat	< 0,1
Lambat	0,1 – 0,25
Sedang	0,25 – 0,5
Cepat	0,5 – 1,0
Sangat cepat	>1,0

Berdasarkan Gambar 7, kecepatan arus di Sungai Banjaran tertinggi berada di Stasiun 1 dengan nilai 0,285 m/s. Sedangkan terendah berada di Stasiun 2 dengan nilai 0,166 m/s.



Gambar 7. Kecepatan arus.

3.2. Discussion

3.2.1. Kekayaan spesies dan kelimpahan individu

Berdasarkan Tabel 2, kelimpahan makrozoobentos di Sungai Banjaran berkisar antara 252 - 3.156 ind/m² dengan kelimpahan tertinggi berada di stasiun 2 dan terendah di stasiun 1. Kondisi stasiun 1 merupakan hulu sungai yang masih rendah aktivitas sungai dan berarus cepat sehingga sedikit spesies yang ditemukan. Sedangkan kondisi lingkungan stasiun 2 merupakan kawasan pemukiman padat penduduk yang cenderung kaya akan limbah domestik memasuki badan sungai serta didominasi oleh spesies kelas Gastropoda yang relatif toleran pada variasi parameter fisik dan kimia. Hal ini sesuai dengan Sahabuddin *et al.*, (2014) bahwa sumber pencemaran air yang disebabkan oleh sampah domestik umumnya berasal dari pemukiman penduduk.

Makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Banjaran sebanyak 15 jenis yang tergabung ke dalam 11 familia. Pada Tabel 2 dapat dilihat kelimpahan individu tertinggi sebesar 1852 ind/m² yaitu spesies *Melanoides tuberculata*. *Melanoides tuberculata* tergolong dalam kelas gastropoda yang dikenal memiliki daya tahan tubuh dan adaptasi yang tinggi sehingga kelimpahan spesies ini tertinggi di Sungai Banjaran. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Ratih *et al.* (2015) bahwa kelimpahan tertinggi dari spesies *Melanoides* sp. disebabkan oleh kemampuan adaptasi yang menempati berbagai habitat

sehingga lebih banyak kesempatan untuk organisme berkembang biak, didukung oleh banyaknya tumbuhan di sekitar sungai yang dapat digunakan sebagai tempat meletakkan telur dan tempat makrozoobentos mencari sumber makanan.

Selain itu, menurut Anastasia *et al.* (2022), gastropoda relatif toleran terhadap variasi parameter fisik dan kimia lingkungan serta diketahui memiliki kemampuan mengakumulasi logam dalam konsentrasi. Sedangkan kelimpahan individu terendah sebesar 15 ind/m² terdiri dari spesies *Chironomus* sp., *Hydropsyche bronta*, *Microcylloepus* sp., *Tubifex* sp. dan *Atyopsis spinipes*. Selain itu, menurut Kinanti *et al.*, (2014), keberadaan *Tubifex* sp. dan *Chironomus* sp. merupakan penanda jika perairannya dalam kondisi mulai tercemar. Perairan Sungai Banjaran masih bagus sehingga keberadaan *Tubifex* sp. dan *Chironomus* sp. ditemukan masih sedikit.

Melanoides tuberculata termasuk anggota familia Thiariidae kelas Gastropoda dan memiliki kelimpahan tertinggi dibanding spesies lain dipengaruhi oleh perairan yang cukup dangkal dan sejuk. Hal ini sejalan dengan Albarran-Melze *et al.* (2009), laguna di Cagar Biosfer Pantanos de Centla (RBPC) memiliki sistem lentik yang dangkal merupakan ciri khas lahan basah tropis yang menguntungkan bagi perkembangan suatu populasi dan komunitas, terutama gastropoda seperti *Melanoides tuberculata*.

Spesies *Atyopsis spinipes* memiliki kelimpahan terendah. Menurut Johnson *et al.* (2011), stadia larva *Atyopsis spinipes* dilewatkan di air yang berkadar garam sehingga induk yang berterlur akan bermuara ke hilir. Spesies *Hydropsyche bronta* termasuk anggota Familia Hydrpsychidae dan memiliki kelimpahan terendah. Hal ini sejalan dengan pernyataan Richard (2019) menyatakan bahwa *Hydropsyche bronta* memiliki jumlah yang lebih rendah disebabkan oleh penurunan kelimpahan dari hulu ke hilir sungai. Spesies *Chironomus* sp. termasuk anggota Familia Chironomidae dan memiliki kelimpahan terendah ditemukan pada stasiun 3 Sungai Banjaran yang merupakan hilir sungai dan terdapat beragam aktivitas manusia seperti pertanian dan mencuci. Menurut Lyiola dan Asiedu (2020), keberadaan *Chironomus* sp. sebagai indikator pencemaran organik di sungai yang tercemar limbah domestik dan industri.

Spesies *Microcylloepus* sp. sering dikenal dengan *Riffle beetles* atau Kumbang Riffle termasuk anggota Familia Elmidae yang memiliki kelimpahan terendah yang disebabkan oleh ketersediaan oksigen yang rendah. Menurut Luna-luna *et al.* (2023), puncak kelimpahan tertinggi terjadi pada akhir musim hujan sehingga *Micocylloepus* sp. memiliki jumlah individu terbanyak. Larva Elmidae berkembang pada suhu antara 22-25°C, ketersediaan sumber makanan yang cukup sehingga perkembangannya dapat dilakukan dalam waktu singkat (150 hari) (Manzo, 2013). Jika kondisi ini kurang menguntungkan, perkembangannya mungkin memakan waktu lebih lama. Ketersediaan oksigen yang lebih tinggi dan kecepatan air yang tinggi dapat mempengaruhi secara positif keberadaan Elmidae, terutama untuk yang dewasa (Manzo, 2013). Spesies ini memiliki respirasi plastron, yang membutuhkan pergerakan air yang konstan untuk pertukaran gas yang memungkinkan peningkatan oksigen dalam air oleh hujan sehingga secara tidak langsung mempengaruhi secara positif keberadaan spesies ini (Luna-luna 2023).

Spesies *Tubifex* sp. termasuk anggota Familia Naididae dan memiliki kerapatan terendah diduga dipengaruhi oleh banyaknya predator dan bahan organik yang mulai mencemari sungai karena stasiun 3 merupakan daerah hilir sungai. *Tubifex* sp. memiliki daya toleransi yang sangat tinggi pada pencemaran lingkungan.

Familia Thiariidae merupakan familia dengan kelimpahan tertinggi sebesar 4.282 ind/m². Familia Thiariidae dikenal

memiliki daya tahan tubuh dan adaptasi yang tinggi karena memiliki cangkang yang keras (Ratih *et al.*, 2015) serta dapat mengakumulasi logam dalam konsentrasi (Anastasia *et al.*, 2022). Sedangkan familia Elmidae, Naididae, Atyidae, dan Chironomidae merupakan familia dengan kelimpahan terendah sebesar 15 ind/m². Keempat familia ini diduga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di Sungai Banjaran. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Anastasia *et al.* (2022) bahwa familia Atyidae dikenal dengan status taksa peka-polutan. Pernyataan lain menurut Roger *et al.* (2022), keberadaan familia Atyidae dipengaruhi oleh kadar oksigenasi yang tinggi di perairan mencerminkan tingkat polusi yang rendah sehingga dapat mendukung perkembangan organisme yang peka terhadap polusi. Menurut Luna-Luna *et al.* (2023), kelimpahan familia Elmidae yang rendah dipengaruhi oleh kondisi yang kurang menguntungkan, faktor familia ini agar berkembang biak secara cepat yaitu membutuhkan nutrisi yang cukup, ketersediaan oksigen yang tinggi ditandai oleh arus yang cepat.

3.2.2. Indeks keanekaragaman dan indeks dominansi

Nilai indeks keanekaragaman (H') makrozoobentos pada stasiun tiga memiliki nilai paling tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh kondisi lingkungan yang mendukung berlangsungnya siklus hidup makrozoobentos dan vegetasi riparian di sisi kiri dan kanan yang didominasi oleh tumbuhan bawah dan beberapa vegetasi pohon. Vegetasi riparian yang kaya di sepanjang tepi sungai dapat menyediakan bahan organik bagi makrozoobentos dalam bentuk serasah tumbuhan (Cummins *et al.*, 1989). Pada stasiun dua, nilai indeks keanekaragaman (H') makrozoobentos paling rendah. Hal ini terkait dengan penurunan kualitas lingkungan, berkurangnya vegetasi bantaran sungai (yang telah berubah menjadi pemukiman) dan banyaknya limbah domestik yang masuk ke sungai. Nilai indeks dominansi pada ketiga stasiun berkisar antara 0,1864 sampai 0,2886 yang relatif rendah karena komunitas makrozoobentos yang stabil. Kondisi komunitas yang stabil ditandai dengan rendahnya dominansi famili tertentu dalam komunitas (Washington, 1984).

3.2.2. Kualitas perairan sungai Banjaran

Kondisi lingkungan di Sungai Banjaran masih dapat diterima oleh komunitas makrozoobentos karena suhu air tidak melebihi 30°C (Oktarina dan Syamsudin, 2017). Hal ini sesuai dengan pernyataan Wijayanti (2007) dan Purnami *et al.*, (2010) menyatakan bahwa suhu membatasi sebaran hewan makrozoobentos secara geografik dan keanekaragaman makrozoobentos dapat berkurang jika suhu lebih tinggi dari 30°C. Selain itu, kisaran suhu yang optimum untuk pertumbuhan dan kehidupan benthik adalah 25-30°C (Wijayanti, 2007).

Kisaran pH menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan nilai pH pada masing-masing stasiun, pH tersebut bersifat netral. Nilai pH tersebut optimal untuk makrozoobentos berkembang biak, dikarenakan pH yang optimum bagi makrozoobentos menurut Akram (2012) berkisar antara 6,5 – 8,5.

Secara keseluruhan dari ketiga stasiun, kedalaman di Sungai Banjaran termasuk perairan dangkal (≤ 1 m) (Astrini *et al.*, 2014). Kedalaman suatu perairan berhubungan dengan kelimpahan organisme. Sejalan dengan pernyataan Sulistiyarto (2008) bahwa perairan dengan kondisi yang dangkal terdapat kelimpahan organisme tertinggi. Pernyataan lain menurut Rizal *et al.* (2013), kedalaman suatu perairan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberadaan organisme perairan, jika semakin dalam suatu perairan maka semakin sedikit organisme yang ditemukan, serta akan berpengaruh terhadap cahaya matahari yang masuk di perairan.

Secara keseluruhan, penetrasi cahaya di Sungai Banjaran sampai ke dasar perairan. Tambahkan sitasi mengenai kriteria

atau pengaruh kemampuan penetrasi cahaya dapat masuk di dalam perairan. Hal tersebut menunjukkan penetrasi cahaya masuk kolom perairan kecuali kolom yang tertutupi oleh tanaman (Faisal, 2021).

Kandungan oksigen terlarut dapat mempengaruhi jumlah dan jenis makrozoobentos di perairan (Ba'iu *et al.*, 2021). Nilai DO di Sungai Banjaran tergolong relatif rendah dan cukup untuk kehidupan makrozoobentos. Hal tersebut sesuai dengan Rosyadi dan Ali (2020) menyatakan bahwa kadar DO yang dibutuhkan oleh makrozoobenthos berkisar 1,00 – 3,00 mg/l.

Berdasarkan hasil penelitian, kecepatan arus di lokasi penelitian tergolong lambat. Sejalan dengan pernyataan Husnayati *et al.*, (2015) bahwa kecepatan aliran yang lebih lambat menyebabkan sedimen didominasi oleh lanau atau lempung. Pernyataan lain menurut Setiawan (2008), sungai dengan arus yang lambat memiliki substrat dasar pasir atau lumpur akan mempengaruhi keberadaan dan komposisi makrozoobentos, serta mempengaruhi bentuk dari substrat dasar perairan secara tidak langsung. Selain substrat lempung, pernyataan lain menurut Magfirah *et al.* (2014), pada sungai terdapat substrat pasir memiliki konsentrasi oksigen yang relatif lebih tinggi daripada substrat lumpur atau tanah liat, disebabkan adanya pori atau ruang antar partikel sehingga terbentuk rongga udara. Sedangkan sedimen yang lebih halus atau lempung biasanya memiliki konsentrasi bahan organik yang lebih tinggi daripada partikel yang lebih besar dan dapat meningkatkan kekeruhan pada air (Oktavia, 2009). Sedimen perairan penting untuk kelangsungan hidup dan kelangsungan hidup populasi benthik seperti makrozoobentos dan perbedaan karakteristik substrat pada sungai dapat menyebabkan variasi struktur komunitas makrozoobentos (Apriadi *et al.*, 2020).

4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan antara lain kelimpahan individu tertinggi terdapat di stasiun dua yaitu 3156 individu/ m². Spesies dominan yaitu *Melanoides tuberculata* dengan kelimpahan 1852 individu/m² di stasiun dua. Nilai indeks dominansi pada ketiga stasiun berkisar antara 0,1864 sampai 0,2886 yang relatif rendah karena komunitas makrozoobentos yang stabil. Kondisi komunitas yang stabil ditandai dengan rendahnya dominansi famili tertentu dalam komunitas. Kualitas air di Sungai Banjaran untuk kehidupan makrozoobentos masih cukup baik berdasarkan pada hasil pengukuran parameter lingkungan yang terdiri atas parameter fisika yaitu suhu air dan udara, dan kecepatan arus. Serta parameter kimia yaitu oksigen terlarut, dan pH.

Acknowledgement

Terimakasih kepada Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto dan LPPM Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto yang telah membantu dan memfasilitasi kegiatan penelitian ini dengan lancar, serta seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

Akram, M. 2012. Penelitian Kualitas Sungai Pesanggrahan dari Bagian Hulu (Bogor, Jawa Barat) hingga bagian hilir (Kembangan, DKI Jakarta) berdasarkan Indeks Biotik. Depok, UI, hal.1.

Albarran-Melze, N.C., Rangel-Ruiz, L.J., and Gamboa Aguilar, J. 2009. Distribution and abundance of *Melanoides tuberculata* (Gastropoda: Thiaridae) in the Biosphere

- reserve of Pantanos de Centla, Tabasco, Mexico. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*. 25(1): 93-104.
- Anastasia, S., Munfarida, I., dan Suprayogi, D. 2022. Penilaian Kualitas Air Menggunakan Indeks Makroinvertebrata FBI dan Biotilik di Sungai Buntung Sidoarjo. *Jurnal Serambi Engineering*. 7(3): 3617-3623.
- Apriadi, T., Muzammil, W., Melani, W.R., dan Safitri, A. 2020. Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Aliran Sungai di Senggarang, Pulau Bintan, Kepulauan Riau. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 9(1): 119-130.
- Astrini, R.D.A., Yusuf, M., dan Susanto, A. 2014. Water Conditions on the Structure of the Macrozoobenthos Community at the Mouth of Karanganyar River and Tapak, Tugu District, Semarang. *Journal of Marine Research*, 3(1): 27-36.
- Ba'iu, N.H., Riyantini, I., Mulyani, Y., dan Zallesa, S. 2021. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan di Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(2): 227-238.
- Blume, K.K., Macedo, J.C., Maneguzzi, A., Silva, L.B., Quevedo, D.M., and Rodrigues, M.A.S. 2010. Water Quality Assessment of the Sinos River, Southern Brazil. *Journal of Biology*, 70(4): 1185-1193.
- Chang, F.H., Lawrence, J.E., Rios-Touma., and Resh, B.V.H. 2014. Tolerance Values of Benthic Macroinvertebrates for Stream Biomonitoring: Assesment of Assumptions Underlying Scoring Systems Worldwide. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(4): 2135-2149.
- Chopra, G., Bhatnagar, A., and Malhotra, P. 2012. Limnochemical Characteristics of River Yamuna in Yamunagara, Haryana, India. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, 4 (4): 97-104.
- Covich, A.P., Palmer, M.A., and Crowl, T.A. 2014. The Role of Benthic Invertebrate Species in Freshwater Ecosystem ZoobenthicSpecies Influence Energy Flows and Nutrient Cycling in Shahpura Lake, Bhopal (M.P.). *International Journal of Advanced Research*, 8: 686-693.
- Cummins, K.W., Wilzbach, M.A., Gates, D.M., Perry, J.B., and Taliaferro, W.B. 1989. Shredders and riparian vegetation. *BioScience*. 39(1): 24-30.
- Fachrul, M.F. 2012. Metode Sampling Bioekologi. Bumi Aksara, Jakarta.
- Faisal, M. 2021. Analisis Karakter Morfometrik Lamun Enhalus Acoroides di Perairan Pulau Laelae Dan Pulau Barranglombo [Skripsi]. Universitas Hasanuddin.
- Gawad, S.S.A. 2019. Using Benthic Macroinvertebrates as Indicators for Assessment of the WaterQuality in River Nile, Egypt. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6 (1): 206-219.
- Gholizadeh, M., Yahya, A., Talib, A., and Ahmad, O. 2012. Effects of Environmental Factors onPolychaeta Assemblage in Penang National Park, Malaysia. *Word Academy of Science Technology and Engineering*, 6 (12): 11-18.
- Hakiki, T.F., Setyobudiandi, I., and Sulistiono. 2017. Macrozoobenthos Community Structure in the Estuary of Donan River, Cilacap, Central Java Province, Indonesia. *Omni- Aquatica*, 13 (2): 163-179.
- Hartini, H., Arthana, I.W., dan Wiryanto, J. 2012. Struktur Komunitas Makrozoobentos pada Tiga Muara Sungai Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Pesisir Pantai Ampenan dan Pantai Tanjung Karang Kota Mataram Lombok. *Journal Ecotrophic*, 7(2): 116-125.
- Hölker, F., Vanni, M.J., Kuiper, J.J., Meile, C., Grossart, H.P., and Stief. 2015. Tube-Dwelling Invertebrates: Tiny Ecosystem Engineers Have Large Effects in Lake Ecosystems. *Ecological Monographs*, 85 (3): 333-351.
- Husnayati, H., Arthana, I.W., dan Wiryatno, J. 2015. Struktur Komunitas Makrozoobenthos pada Tiga Muara Sungai Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Pesisir Pantai Ampenan dan pantai Tanjung Karang Kota Mataram Lombok. *Jurnal Ecotropis*. 7(2): 116-125.
- Johnson, S.N., Staley, J.T., McLeod, F.A.L., and Hartley, S.E. 2011. Plant-mediated effects of soil invertebrates and summer drought on above-ground multitrophic interactions. *J. Ecol.* 99: 57–65.
- Kappes, H., and Haase, P. 2012. Slow, But Steady: Dispersal of Freshwater Molluscs. *Aquatic Sciences*, 74(1): 1-14.
- Kinanti, T.E., Rudiyan, S., dan Purwanti, F. 2014. Kualitas Perairan Sungai Brems Kabupaten Pekalongan Ditinjau Dari Faktor Fisika-Kimia Sedimen Dan Kelimpahan Hewan Makrobentos. *Journal of Maquares*. 3(1): 160-167.
- Kodoatie, Robert J, and Sjarief R. 2010. Water Spatial, Publisher Andi, Yogyakarta.
- Krepsi, T., Pilecka-Rapacz, M., and Jozef Domagala, R. 2014. Analysis of Benthic Macroinvertebrate Communities from the Lower Sections of Large River in Relation to Different Environmental Factors. *Central European Journal of Biology*, 9(11): 1037-1047.
- Leung, J.Y., Russel, B.D., and Connell, S.D. 2019. Adaptive Responses of Marine Gastropods to Heatwaves. *One Hearth*, 1 (3): 374-381.
- Luna-Luna, A.M., Martins, C.C., Lara, C., and Contreras-Ramos, A. 2023. Diversity and Seasonality of Aquatic Beetles (Coleoptera) in Three Localities of the State of Tlaxcala, Central Mexico. *Hydrobiology*. 2(1): 244-259.
- Lyiola, A.O., and Asiedu, B. 2020. Benthic Macro-Invertebrates as Indicators of Water Quality in Ogunpa River, South-Western Nigeria. *West African J. Appl. Ecol.* 28(1): 85–95.
- Magfirah, Emiyarti., dan Haya, L.O.M.Y. 2014. Karakteristik Sedimen dan Hubungannya dengan Struktur Komunitas

- Makrozoobenthos di Sungai Tahiite Kecamatan Rarowatu Kabupaten Bombana Sulawesi Tenggara. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. 4(14): 117-131.
- Maida, E. 2018. Macrozoobentos Diversity Index as a Bioindicator in Krueng Cunda River to Support the Success of the Shrimp Agribusiness at Lhokseumawe City, Aceh. *In Proceedings of MICoMS*.
- Manzo, V. 2013. Los élmidos de la región Neotropical (Coleoptera: Byrrhoidea: Elmidae): Diversidad y distribución. *Rev. Soc. Entomol. Arg.*, 72: 199–212.
- Mereta, R.F., Boets, P., De Meester, L., and Goethals, P.L.M. 2013. Development of a Multimetric Index Based on Benthic Macroinvertebrates for the Assessment of Natural Wetlands in Southwest Ethiopia, *Ecological Indicators*, 29(2013): 510-521.
- Nguyen, H.H., Everaert, G., Gabriels, W., Hoang, T.H., and Goethals, P.L.M. 2014. A Multimetric Macroinvertebrate Index for Assessing the Water Quality of the Cau River Basin in Vietnam, *Limnology*, 45(2014): 16-23.
- Oktarina, A., dan Syamsudin, T.S. 2017. Komunitas Makrozoobentos di Ekosistem Lotik Kawasan Kampus Institut Teknologi Bandung, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat, *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 3(2): 175-182.
- Oktavia, S. 2009. Perbedaan Ketebalan Integrasi Dasar Perairan dengan Instrumen Hidroakustik Simrad EY-60 di Perairan Kepulauan Pari [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ovtavina, C., Razi, N.M., Agustiar, M., Sakinah, R., Fazillah, M.R., and Sahidin, A. 2021. Biological Community Structure in Krueng Sarah River, Aceh Besar District. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 674: 012065.
- Pratiwi. 2019. Sustainable Settlement Development: Land Use Change in Lakeside Tourism of Bandung. *ISTeCS 2019. Equity, Equality, and Justice in Urban Housing Development*.
- Purnami, A.T., Sunarto., and Setyono, P. 2010. Study of Benthic Community Based on Diversity and Similarity Index in Cengklik DAM Boyolali. *Jurnal Ekosains*. 2(2): 50–65.
- Ratih, I., Prihanta, W., dan Susetyarini, Rr.E. 2015. Inventarisasi Keanekaragaman Makrozoobentos di Daerah Aliran Sungai Brantas Kecamatan Ngoro Mojokerto sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(2): 158-169.
- Rizal, E., dan Abdullah. 2013. Pola Distribusi dan Kepadatan Kijing di Taiwan (*Anadonta woodiana*) di Sungai Aworeka Kabupaten Konawe. *Jurnal Mina Lautan Indonesia*, 2(6): 142-153.
- Roger, G.N.S., Samuel, F.M., Donald-Or, N.M., Biram A Ngon Eric Belmont., and Balzani, L. 2022. Physicochemical Characterization of The Waters of The Lep'oo River in Mbanda (Bot-Makak) And Structuring of The Benthic Macroinvertebrate Community. *World Journal Adv. Res. Rev.*, 13(3): 001–012.
- Rosyadi, H.I., dan Ali, M. 2020. Biomonitoring Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Air Sungai, *Jurnal Envirotek*, 12(1): 11-18.
- Sahabuddin, H., Harisuseno, D., dan Yuliani, E. 2014. Analisa Status Mutu Air Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*. 5(1): 19–28.
- Setiawan, D. 2008. Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi [tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 193 hal.
- Sharma, R., Kumar, A., and Vyas, V. 2013. Diversity of Macrozoobenthos in Morand River-A Tributary of Ganjal River in Narmada Basin, *International Journal of Advanced Fisheries and Aquatic Sciences*, 1(1): 57-65.
- Sulistiyarto, B. 2008. Keterkaitan Antara Kelimpahan Makrozoobentos dengan Parameter Fisika Kimia Air di Danau Hanjalantung Palangka Raya Kalimantan Tengah. Fakultas Perikanan, Universitas Kristen Palangka Raya, Kalimantan Tengah.
- Sundaravaman, K., Varadharajan, D., Babu, A., Savaranakumar A., Vijayalakshmi, S., and Balasubramania, T.A. 2012. Study of Marine Benthic Fauna With special Reference to the Environmental Parameters, Southeast coastal of India Intl, *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archive*, 3(5): 115711-115769.
- Supratman, O. 2018. Kelimpahan dan Keanekaragaman Gastropoda Pada Zona Intertidal di Pulau Bangka Bagian Timur. *Jurnal Enggano*, 3(1): 10–21.
- Tarwotjo, U., Rahardian, R., and Hadi, M. 2018. Community Structure of Macrozoobenthos as Bioindicator of Pepe River Quality, Mojosongo Boyolali, *Journal of Physics: Conference Series*, 1025: 012039.
- Trožić-Borovav, a n d Učuković. 2015. Diverzitet Makrozoobentosa Potoka Skakavac. 90: 37-42.
- Van Loon, W.M.G.M., Boon, A.R., Gittenberger, A., Walvoort, D.J.J., Lavaleye, M., and Duineveld, G.C.A. 2015. Application of the Benthic Ecosystem Quality Index 2 to Benthos in Dutch Transitional and Coastal Waters. *Journal of Sea Research*, 103(1): 1-13.
- Verbrugge, L.N., Schipper, A.M., Huijbregts, M.A., Van Der Velde, G., a n d Leuven, R. 2012. Sensitivity of Native and NonNative Mollusc Species to Changing River Water Temperature and Salinity. *Biological Invasions*, 14(6): 1187-1199.
- Wahyuningsih, E., Rahayu, N.R., dan Zaenuri, M. 2022. Pengaruh Penambangan Batu terhadap Komunitas Makrozoobentos di Sungai Logawa. *Mudima*, 2(2): 1047-1066.

- Wardianto, Y., Qonita, Y., Mursalin, Zulmi, R., Effendi, H., and Krisanti, M. 2017. Determining Ecological Status of Two Coastal Waters in Western Java Using Macrozoobenthic Community: A Comparison Between North Part and South Part, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 54(1): 01207.
- Washington, H.G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices, *Water Research*. 18: 653-694.
- Welch, E.B. 1996. Ecological Effect of Wastewater Applied Limnology and Pollutan Effect, second edition. London: E&FN SPON and Imprint of Chapman and Hall.
- Welsiana. S., Yulintine, L., Septiani, Wulandari, L., and Trislina, Yurenfrie. 2012. Composition of Makrozoobenthos Community in the Sebangau River Basin, Central Kalimantan, Indonesia. *Tropics*, 21(4): 127-136.
- Wijayanti H. 2007. Kualitas Perairan di Pantai Kota Bandar Lampung Berdasarkan Komunitas Hewan Makrobenthos [Tesis]. Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Yuliawati, E., Afriyansyah, B., Mujiono, N., Perpat, S., dan Bangka, K. 2021. Komunitas Gastropoda Mangrove di Sungai Perpat dan Bunting, Kecamatan Belinyu, Kabupaten Bangka Abstrak Pendahuluan Metodologi. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 6(200): 85–95.
- Yunita, F., Leiwakabessy, F., and Dominggus, R. 2018. Macrozoobenthos Community Srructure in the Coastal Waters of Marsegu Island, Maluku, Indonesia. *International Journal of Applied Biology*, 2(1): 2580-2119.
- Zhang, Y., Liu, L., Cai, Y.J., Yin, H.B., Gao, J.F., and Gao, Y.N. 2015. Examining the Influence of River Lake Interaction on the Drought and Water Resources in the Poyang Lake Basin, *Journal of Hydrology*, 522: 510-521.