

**KUALITAS PERAIRAN SUNGAI BRONJONG
KECAMATAN GEDONG TATAAN, KABUPATEN PESAWARAN,
BERDASARKAN KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS**

(Skripsi)

Oleh

**Rahayu Handayani
2014201005**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2024**

ABSTRAK

KUALITAS PERAIRAN SUNGAI BRONJONG KECAMATAN GEDONG TATAAN, KABUPATEN PESAWARAN, BERDASARKAN KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS

OLEH

RAHAYU HANDAYANI

Sungai Bronjong merupakan salah satu sungai yang digunakan untuk kegiatan sehari-hari dan wisata air. Berbagai limbah yang dihasilkan dari aktivitas masyarakat yang dibuang secara langsung ke sungai akan menyebabkan penurunan kualitas air sungai. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis struktur komunitas makrozoobentos, menganalisis kualitas air berdasarkan struktur komunitas makrozoobentos dan menganalisis hubungan antar parameter kualitas air dan kelimpahan makrozoobentos di Sungai Bronjong, Pesawaran. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2024 di aliran Sungai Bronjong, Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran. Analisis data yang digunakan *family biotic index* (FBI), *stream invertebrate grade number average level 2* (SIGNAL 2) dan *principal component analysis* (PCA). Hasil penelitian didapatkan 4 kelas makrozoobentos yaitu Insekta, Krustasea, Gastropoda, dan Oligochaeta yang ditemukan di lokasi tersebut. Jenis yang paling banyak ditemui berasal dari kelas Gastropoda. Nilai indeks keanekaragaman berkisar antara 0,83-2,34 (sedang), indeks keseragaman berkisar antara 0,54-0,89 (tinggi) dan indeks dominansi berkisar antara 0,12-0,57 (rendah). Kelimpahan makrozoobentos di Sungai Bronjong memiliki korelasi positif terhadap pH, DO, BOT, TSS, dan berkorelasi negatif dengan suhu, kecerahan dan kedalaman. Hasil FBI dan SIGNAL 2 menunjukkan kondisi sungai pada stasiun 1 masuk ke dalam kategori baik, stasiun 2 masuk ke dalam kategori sedang, serta kondisi stasiun 3 masuk dalam kategori sedang.

Kata kunci: Makrozoobentos, kelimpahan, FBI, SIGNAL 2

ABSTRACT

THE WATER QUALITY OF BRONJONG RIVER, GEDONG TATAAN DISTRICT, PESAWARAN DISTRICT, BASED ON MACROZOOBENTOS COMMUNITIES

By

RAHAYU HANDAYANI

The Bronjong River is one of the rivers used for daily activities and water tourism. Various wastes generated from human activities that are dumped directly into the river will cause a decrease in river water quality. The purposes of this study were to analyze the structure of the macrozoobentos community, analyze water quality based on the structure of the macrozoobentos community, and analyze the relationship between water quality parameters and the abundance of macrozoobentos in the Bronjong River, Pesawaran. The research was carried out in February-March 2024 in the flow of the Bronjong River, Gedong Tataan District, Pesawaran Regency. Data were analyzed using family biotic index (FBI), stream invertebrate grade number average level 2 (SIGNAL 2) and principal component analysis (PCA). The results of the study showed that there were 4 classes of macrozoobentos, namely Insect, Crustacean, Gastropods, and Oligochaeta found in the location. The most common species came from the class of Gastropoda. The diversity index value ranged from 0.83-2.34 (moderate), the uniformity index ranged from 0.54-0.89 (high) and the dominance index ranged from 0.12-0.57 (low). The abundance of macrozoobentos in the Bronjong River had a positive correlation with pH, DO, BOT, TSS, and negatively correlated with temperature, brightness and depth. The results of FBI and SIGNAL 2 showed that the condition of the river at station 1 was in the good category, station 2 was in the medium category, and the condition of station 3 was in the medium category.

Keywords: Macrozoobenthos, abundance, FBI, SIGNAL 2

**KUALITAS PERAIRAN SUNGAI BRONJONG
KECAMATAN GEDONG TATAAN, KABUPATEN PESAWARAN,
BERDASARKAN KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS**

Oleh

Rahayu Handayani

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **KUALITAS PERAIRAN SUNGAI BRONJONG
KECAMATAN GEDONG TATAAN, KABUPATEN
PESAWARAN, BERDASARKAN KOMUNITAS
MAKROZOOBENTOS**

Nama Mahasiswa : **Rahayu Handayani**
NPM : 2014201005
Jurusan/Program Studi : **Perikanan dan Kelautan/Sumberdaya Akuatik**
Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

1. Komisi pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II



Rara Diantari, S.Pi., M.Sc,
NIP. 197908212003122001



Putu Cinthia Delis, S.Pi., M.Si.
NIP. 199008222019032011

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan



Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 197008151999031001

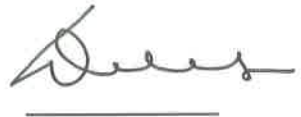
MENGESAHKAN

1. Tim penguji

Ketua : Rara Diantari, S.Pi., M.Sc.



Sekretaris : Putu Cinthia Delis, S.Pi., M.Si.



Anggota : Henni Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. H. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NID. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 06 Agustus 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahayu Handayani

NPM : 2014201005

Judul Skripsi : Kualitas Perairan Sungai Bronjong, Kecamatan Gedong Tataan,
Kabupaten Peswara, Berdasarkan Komunitas Makrozoobentos

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis adalah murni hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan data yang saya dapatkan. Karya ini belum pernah dipublikasikan sebelumnya dan bukan plagiat dari hasil karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan dalam karya ini, maka saya siap bertanggung jawab.

Bandar Lampung, 30 September 2024



Rahayu Handayani

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 25 Agustus 2002, sebagai anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Ponirin dan Ibu Painah. Penulis pernah menempuh pendidikan dasar di SDN 1 Rajabasa Raya, Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2014, dilanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SMPN 3 Natar, Lampung Selatan yang diselesaikan pada tahun 2017, dan pendidikan menengah atas di SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2020. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang sarjana (S1) di Program Studi Sumberdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2020 dan diselesaikan pada tahun 2024.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di kegiatan kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan Universitas Lampung (Himapik) sebagai anggota Bidang Pengabdian Masyarakat periode 2021/2022. Selama menjadi mahasiswa penulis berkesempatan menjadi Bendahara, Sekertaris Pelaksana dalam kegiatan Himapik tahun 2021, menjadi asisten mata kuliah Biologi Akuatik, Fisiologi Hewan Air, Biologi Perikanan, Limnologi, Ikhtiologi dan juga penulis pernah berhasil lolos seleksi pendanaan Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) tahun 2021. Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Teba Bunuk pada tahun 2023. Penulis juga telah melaksanakan Praktik Umum di Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih Way Sekampung (BPDAS) Bandar Lampung pada tahun 2023. Penulis melakukan penelitian di hilir Sungai Bronjong, Gedong Tataan, Pesawaran dengan judul “Kualitas Perairan Sungai Bronjong, Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Peswaran, Berdasarkan Komunitas Makrozoobentos”.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah atas segala rahmat, rasa cinta, dan rasa syukur kepada Allah SWT penulis mempersembahkan karya sederhana ini kepada:

“Ayah dan Ibu”

Cinta pertamaku, Ayahanda Ponirin dan pintu surgaku, Ibunda tercinta Painah yang telah memberikan rasa cinta dan kasih sayang yang begitu besar, walaupun mereka tidak sempat merasakan pendidikan sampai ke bangku perkuliahan, namun mereka mampu mendidik, mendoakan yang terbaik, dan tak bosan untuk selalu memberikan nasihat serta motivasi yang sangat besar kepada penulis hingga dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung

“Kakak”

Kakakku tersayang Rina Axnesia, Reni Agustina, dan Panji Hidayatullah yang selalu memberikan nasihat meski terkadang pikiran kita tidak sejalan, namun terima kasih atas kebesaran hatinya dalam menghadapi penulis yang keras kepala ini. Terima kasih telah menjadi tempat bercerita dalam proses menyelesaikan skripsi ini

“Sahabat-sahabatku”

Terima kasih telah memberikan arti kebersamaan dan pengalaman tak terlupakan

Serta

Almamater kebanggaan, Universitas Lampung

MOTO

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya
(Q.S Al-Baqarah: 286)

Jika hatimu banyak merasakan sakit, maka belajarlh dari sakit itu, untuk tidak
memberikan rasa sakit kepada orang lain
(Ali bin Abi Thalib)

Allah akan mendatangkan hari-hari yang membuat kita bahagia, sebab hidup tak
selamanya sulit
(Habib Zaidan bin Yahya)

Semua yang kita lakukan adalah proses bertumbuh maka setiap kamu lelah
ingatlah betapa sulit kau memulai dan melalui semuanya
(Twenty Five Twenty One)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kualitas Perairan Sungai Bronjong Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran, Berdasarkan Komunitas Makrozoobentos” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Sumberdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung;
3. Henny Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Program Studi Sumberdaya Akuatik sekaligus Penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan nasihat yang bermanfaat dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Rara Diantari, S.Pi., M.Sc., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan banyak waktunya untuk membimbing, memberikan saran, masukan, serta memberikan banyak ilmu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini;
5. Putu Cinthia Delis, S.Pi., M.Si., selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan banyak arahan, dukungan, membimbing, serta memberikan banyak ilmu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini;

6. Dosen-dosen dan para staf administrasi Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan arahan dan ilmu yang diberikan selama ini;
7. Kedua orang tuaku serta kakak yang telah memberikan kasih sayang dengan tulus, senantiasa memberikan nasihat, semangat, dukungan serta doa yang tidak pernah putus kepada penulis selama ini;
8. Laura, Wardah, Siti, Pipin, serta Anisya yang selalu ada untuk penulis berkeluh kesah, memberikan bantuan, serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Nanda, Rela, Silke, serta Sevi yang telah kebersamai di saat apapun, memberikan keceriaan, bantuan dan dukungan dari proses awal penelitian hingga penyelesaian skripsi ini;
10. Teman-teman seperjuangan Program Studi Sumberdaya Akuatik Angkatan 2020 untuk kebersamaan, motivasi, dan semangat selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini;
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membaca maupun bagi penulis.

Bandar Lampung, September 2024

Rahayu Handayani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Pikir.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pencemaran Sungai	6
2.2 Makrozoobentos	7
2.3 Makrozoobentos sebagai Bioindikator	8
2.4 Parameter Fisika	12
2.4.1 Suhu.....	12
2.4.2 Kecerahan.....	13
2.4.3 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	13
2.4.4 Sedimen Dasar.....	14
2.5 Parameter Kimia.....	15
2.5.1 Derajat Keasaman (pH).....	15
2.5.2 <i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	16
2.5.3 Bahan Organik Total (BOT).....	17
2.6 Indeks Ekologi.....	17
2.6.1 Indeks Keanekaragaman	18
2.6.2 Indeks Keseragaman	18
2.6.3 Indeks Dominansi.....	19
III. METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat	20
3.2 Rancangan Penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan	21
3.4 Prosedur Penelitian.....	22

3.4.1 Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia	22
3.4.2 Pengambilan Sampel	24
3.4.3 Identifikasi Makrozoobentos	25
3.5 Perhitungan data	25
3.5.1 Kelimpahan	25
3.5.2 Indeks Keanekaragaman (H')	26
3.5.3 Indeks Keseragaman (E)	26
3.5.4 Indeks Dominansi Spesies	26
3.6 Analisis Data	27
3.6.1 <i>Family Biotic Index</i> (FBI)	27
3.6.2 <i>Stream Invertebrata Grade Number Average Level 2</i> (<i>SIGNAL 2</i>)	27
3.6.3 Hubungan Parameter Kualitas Air dengan Kelimpahan Makrozoobentos	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	31
4.2 Parameter Fisika-Kimia Perairan Sungai Bronjong	32
4.2.1 Suhu	32
4.2.2 Derajat Keasaman (pH)	33
4.2.3 Kedalaman	33
4.2.4 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	33
4.2.5 Kecerahan	34
4.2.6 Bahan Organik Total (BOT)	34
4.2.7 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	34
4.3 Tipe Tekstur Sedimen	35
4.4 Sebaran Jenis Makrozoobentos	36
4.5 Kelimpahan Makrozoobentos	40
4.6 Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E), dan Indeks Dominansi (C)	47
4.7 <i>Family Biotic Index</i> (FBI)	49
4.8 <i>Stream Invertebrata Grade Number Average Level 2</i> (<i>SIGNAL 2</i>)	51
4.9 Hubungan antara Kepadatan Makrozoobentos dengan Kondisi Lingkungan	53
V. SIMPULAN	57
5.1 Simpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi indeks keanekaragaman	18
2. Kualitas air berdasarkan nilai keseragaman.....	19
3. Kualitas air berdasarkan nilai dominansi	19
4. lokasi pengambilan sampel	21
5. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian.....	21
6. Penggolongan kriteria kualitas air	27
7. Nilai faktor pembobotan berdasarkan jumlah individu yang ditemukan.....	28
8. Nilai parameter fisika kimia perairan Sungai Bronjong	32
9. Persentase tekstur sedimen di Sungai Bronjong	35
10. Klasifikasi makrozoobentos yang ditemukan pada setiap stasiun penelitian di aliran Sungai Bronjong	39
11. Nilai kelimpahan makrozoobentos di setiap stasiun di aliran Sungai Bronjong	42
12. Indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominasi makro-zoobentos	47
13. Indeks biotik famili makrozoobentos pada setiap stasiun di aliran Sungai Bronjong	49
14. Nilai SIGNAL 2 dari makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Bronjong	51
15. Nilai Korelasi hubungan kelimpahan makrozoobentos dengan parameter kualitas perairan	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	5
2. Contoh bentos kelas Gastropoda.....	10
3. Contoh bentos kelas Bivalvia.....	11
4. Contoh bentos kelas Insekta.....	11
5. Contoh bentos kelompok Krustasea.....	12
6. Contoh bentos kelompok Oligochaeta	12
7. Peta lokasi penelitian.....	20
8. Surber net	25
9. Penentuan kuadran untuk nilai SIGNAL 2	29
10. Kondisi lokasi penelitian.....	31
11. Kelimpahan makrozoobentos di Sungai Bronjong	43
12. Jenis makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Bronjong	47
13. Hubungan nilai SIGNAL 2 dan jumlah famili pada setiap stasiun	51
14. Kurva bioplot kelimpahan makrozoobentos dengan parameter kualitas perairan	53
15. Jenis-jenis Insekta di Sungai Bronjong.....	75
16. Jenis-jenis krustacea di Sungai Bronjong	76
17. Jenis-jenis Oligochaeta di Sungai Bronjong	76
18. Jenis-jenis Gastropoda di Sungai Bronjong	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabel nilai toleransi FBI.....	68
2. Tabel nilai toleransi SIGNAL 2.....	70
3. Perhitungan FBI	72
4. Nilai SIGNAL 2 dan jumlah famili makrozoobentos	73
5. Makrozoobentos yang ditemukan di hilir Sungai Bronjong	75

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Setianto dan Husni (2019), sungai adalah salah satu ekosistem perairan tawar yang memiliki hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan juga lingkungannya yang mencakup kawasan atau daerah aliran sungai. Ekosistem sungai mencakup wilayah di sepanjang daerah aliran sungai, mulai dari hulu sungai, badan sungai, dan hilir sungai. Sungai Bronjong merupakan salah satu sungai yang memiliki peran penting bagi masyarakat sekitar seperti kegiatan sehari-hari, kegiatan irigasi, dan kegiatan pertanian.

Menurut Dinas Pariwisata Kabupaten Pesawaran dan BUMDes Cipadang (2022), Sungai Bronjong merupakan salah satu sungai yang memiliki panjang kurang lebih 4 km yang berada di Desa Cipadang, Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Namun, seiring berjalannya waktu terjadi alih fungsi pemanfaatan Sungai Bronjong, salah satunya kegiatan penambangan batu ilegal oleh oknum yang tidak bertanggung jawab sehingga menyebabkan terjadinya perubahan alur sungai. Sungai Bronjong kini sedang dikembangkan oleh pemerintah setempat sebagai kawasan wisata. Perubahan ekosistem seperti alih fungsi lahan kebun menjadi bentuk lain serta aktivitas pengunjung wisata ke sungai dapat berpengaruh terhadap keanekaragaman dan kelimpahan biota perairan yang hidup di dalamnya, salah satunya adalah makrozoobentos (Safitri *et al.*, 2021).

Meningkatnya aktivitas yang dilakukan di sepanjang aliran Sungai Bronjong dapat berdampak buruk baik secara ekologi, sosial, dan ekonomi. Dampak yang akan terjadi pada lingkungan sekitar, seperti munculnya tumpukan sampah di aliran sungai sehingga menimbulkan bau yang kurang sedap, terjadinya eutrofikasi karena adanya masukan dari limbah domestik, kualitas perairan menurun sehingga air tidak dapat difungsikan sebagaimana peruntukannya, dan sebagainya (Hamuna *et al.*, 2018).

Dampak lain yang ditimbulkan yaitu penurunan kualitas air permukaan terutama pada komponen biologi. Salah satu organisme yang terdampak langsung oleh bahan pencemar di ekosistem sungai adalah makrozoobentos. Berubahnya kualitas suatu perairan sangat memengaruhi kehidupan biota yang hidup di dasar perairan tersebut sehingga akan berpengaruh juga terhadap komposisi dan kelimpahannya. Makrozoobentos adalah salah satu organisme air yang sebagian besar atau seluruh hidupnya di dasar perairan, hidup sesil, merayap, atau menggali lubang, sehingga organisme ini dipakai sebagai indikator pencemaran suatu perairan (Bana, 2020).

Berdasarkan penelitian Sumanto (2019), keanekaragaman dan kepadatan makrozoobentos dipengaruhi oleh perubahan beberapa parameter kualitas air, seperti pH, DO, temperatur, oksigen terlarut, intensitas cahaya, dan BOD. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Puspitasari *et al.*, (2023), menyebutkan bahwa keanekaragaman makrozoobentos berkaitan dengan adanya aktivitas penambangan pasir di stasiun hulu.

Salah satu cara yang dilakukan untuk mengetahui perubahan kualitas air yaitu dengan makrozoobentos. Menurut Purba (2022), pengukuran kualitas air menggunakan makrozoobentos lebih efisien karena makrozoobentos mudah ditemukan dan mudah diidentifikasi. Namun, pengukuran kualitas air menggunakan makrozoobentos ini juga memiliki kekurangan, salah satunya membutuhkan waktu dan tenaga yang besar karena sulit dalam menentukan stasiun

pengambilan karena substrat yang sebagian berbatu dan kedalaman yang tidak menentu.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dari itu perlu dilakukannya penelitian yang difokuskan untuk mengetahui kualitas air menggunakan makrozoobentos.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis struktur komunitas makrozoobentos di Sungai Bronjong, Pesawaran.
2. Menganalisis kualitas air berdasarkan struktur komunitas makrozoobentos di Sungai Bronjong, Pesawaran.
3. Menganalisis hubungan antara parameter kualitas air dan kelimpahan makrozoobentos di Sungai Bronjong, Pesawaran.

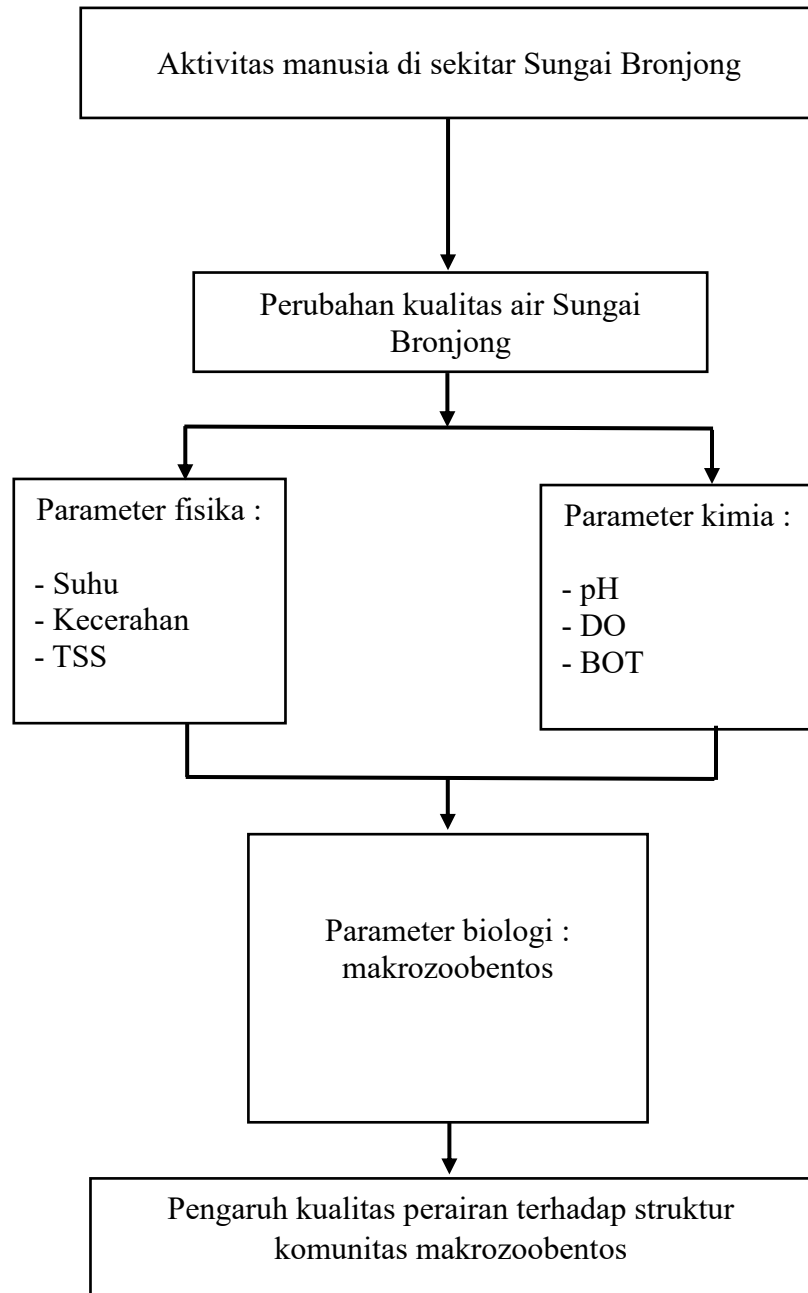
1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai informasi mengenai kondisi lingkungan perairan berdasarkan struktur komunitas makrozoobentos sebagai dasar pengelolaan Sungai Bronjong, Pesawaran.

1.4 Kerangka Pikir

Sungai merupakan ekosistem yang cepat mengalami perubahan apabila terdapat berbagai aktivitas di sekitar yang menyebabkan perubahan kualitas perairan sehingga berdampak terhadap biota perairan salah satunya makrozoobentos. Makrozoobentos merupakan organisme yang dapat dijadikan bioindikator perairan karena organisme ini peka terhadap perubahan kualitas air seperti suhu, kecerahan, pH, DO, total padatan tersuspensi (TSS), dan bahan organik total (BOT).

Bentos juga merupakan organisme yang hidupnya menetap pada substrat dasar suatu perairan dan beberapa organisme bersifat *filter feeder*. Dasar perairan yang merupakan daerah aktivitas seperti dekomposisi, mineralisasi, dan biomagnifikasi serta sebagai tempat penimbunan bahan pencemar yang masuk ke perairan merupakan habitat dari makrozoobentos. Oleh karena itu, makrozoobentos sering digunakan sebagai indikator tingkat pencemaran di perairan (Novembrianto *et al.*, 2022).



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Sungai

Pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lain ke dalam lingkungan, atau diartikan juga berubahnya tatanan lingkungan melebihi daya tampungnya oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan tidak berfungsi kembali sesuai dengan peruntukannya dan sumber pencemarannya ini juga adalah suatu zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan baik pencemaran air, udara, tanah, dan lainnya (Yuniarti dan Biyatmoko, 2019).

Pertumbuhan populasi menyebabkan pencemaran air permukaan, terutama pada air sungai karena manajemen sanitasi dan limbah domestik yang masih terbatas. Perilaku manusia yang memiliki kebiasaan membuang sampah sembarangan, membuang limbah baik organik maupun anorganik serta kurangnya pengelolaan limbah domestik menyebabkan meningkatnya polusi air dan menurunkan kualitas air. Perubahan pemanfaatan lahan menjadi lahan pertanian dan permukiman serta diiringi dengan dibukanya kawasan pariwisata memberikan dampak terhadap kondisi hidrologis. Aktivitas manusia yang berasal dari kegiatan rumah tangga, pertanian, dan pariwisata akan memberikan dampak terhadap penurunan kualitas air sungai (Anwariani, 2019).

Pencemaran yang terjadi di sungai biasanya berasal dari erosi tanah, kegiatan pertanian, penambangan, kegiatan konstruksi, dan sebagainya. Meningkatnya aktivitas penambangan batu yang dilakukan di sungai akan mengakibatkan

terjadinya pendangkalan sungai (sedimentasi), menurunnya kualitas air, meningkatnya kebisingan, meningkatnya sedimen yang terhanyut di badan sungai serta kerusakan habitat sungai. Perubahan ekosistem yang mencakup perubahan sifat fisika, kimia, maupun biologi sungai juga dampak dari adanya pencemaran sungai akibat aktivitas penambangan batu di sungai (Puspitasari *et al.*, 2023).

2.2 Makrozoobentos

Makrozoobentos adalah organisme yang hidup pada jaring-jaring makanan pada ekosistem perairan yang memiliki peran sebagai konsumen tingkat 2 atau herbivora pemakan plankton, karnivora, detritivor, dan pemakan suspensi. Organisme ini dapat hidup pada lumpur, pasir, batu, kerikil, maupun sampah organik baik di dasar perairan laut, danau, kolam, ataupun sungai, yang merupakan hewan melata, menetap, menempel, memendam, dan meliang di dasar perairan (Mirah dan Nengah, 2022).

Makrozoobentos adalah hewan akuatik yang hidup di dasar air dan pergerakannya tidak terlalu cepat dan daur hidupnya relatif panjang. Keberadaan makrozoobentos berhubungan erat dengan indikator kualitas perairan karena makrozoobentos membutuhkan bahan organik di perairan sebagai sumber nutrisi. Apabila terjadi perubahan faktor kimia, fisika, dan biologi di perairan maka akan mengakibatkan kerusakan habitat dan menurunnya keanekaragaman makrozoobentos (Ningrum dan Kuntjoro, 2022).

Menurut Pratami *et al.* (2018), berdasarkan ukurannya bentos dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Makrofauna (makrobentos) yaitu hewan bentik yang dapat dilihat dengan kasat mata karena memiliki ukuran lebih dari sama dengan 0,5 mm.
2. Meiofauna (meiobentos) yaitu hewan bentik yang berukuran antara 0,5 sampai dengan 0,1 mm (100µm).
3. Mikrofauna (mikrobentos) yaitu hewan bentik yang berukuran kurang dari 0,1 mm (100µm) dan merupakan organisme terkecil.

Menurut Wahyuningsih *et al.* (2022), berdasarkan cara memperoleh makannya makrozoobentos dibagi menjadi empat yaitu:

1. Pemakan penyaring (*filter feeder*) yaitu hewan bentos yang mengambil makanan dengan menyaring air, contohnya kerang.
2. Penggali pemakan deposit (*deposit feeder*) yaitu hewan bentos yang mengambil makanan yang ada di substrat dasar yang umumnya lumpur lunak dengan kandungan bahan organik tinggi, pemakan partikel-partikel seperti diatom, bakteri, meiofauna, contohnya siput.
3. Grazer yaitu hewan bentos yang memakan alga seperti kelompok perifiton
4. Predator yaitu hewan bentos yang memakan organisme bentik lainnya

2.3 Makrozoobentos sebagai Bioindikator

Makrozoobentos merupakan organisme perairan yang tinggal di dalam suatu lingkungan perairan dan dipilih menjadi bioindikator karena hidupnya menetap dan keberadaannya yang selalu mengalami kontak dengan limbah yang masuk ke dalamnya. Makrozoobentos dapat dikatakan sebagai organisme bioindikator karena menghabiskan sebagian besar bahkan sepanjang hidupnya di air yang kualitasnya berubah-ubah oleh banyak faktor. Makrozoobentos dipilih sebagai organisme bioindikator karena kebanyakan hidup sesil, tidak mudah bermigrasi, memiliki daur hidup yang kompleks sehingga apabila kondisi lingkungan melebihi batas toleransi maka organisme tersebut akan mati karena sangat peka terhadap perubahan lingkungan (Juwita, 2017).

Menurut Putri *et al.* (2023), hubungan antara struktur komunitas makrozoobentos pada kondisi perairan tertentu yaitu kondisi perairan disebut tidak tercemar, apabila komunitas makrozoobentos seimbang dengan beberapa populasi intoleran dan terdapat pula populasi fakultatif dan tidak ada spesies yang mendominasi. Tercemar sedang ketika jumlah spesies intoleran dan beberapa spesies fakultatif berkurang, sehingga mendominasi satu atau lebih spesies kelompok toleran. Tercemar ketika komunitas makrozoobentos dengan jumlah terbatas dan kelompok intoleran dan fakultatif menghilang. Hal ini merupakan penanda perairan telah tercemar bahan organik. Kelimpahan makrozoobentos

dapat ditentukan oleh kondisi lingkungan perairan, adapun kondisi perairan tercemar berat apabila hilangnya hampir seluruh makrozoobentos.

Menurut Meisaroh *et al.* (2019), makrozoobentos berdasarkan daya toleransinya terhadap tingkat pencemaran perairan dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu sebagai berikut:

1. Jenis intoleran

Bentos jenis intoleran ini memiliki toleransi dengan kisaran yang rendah terhadap bahan pencemar yang masuk ke perairan sehingga jenis bentos ini banyak hidup di perairan yang tidak tercemar. Contohnya kelas Malacostraca (ordo Decapoda), kelas Insekta (ordo Ephemeroptera, ordo Plecoptera, ordo Trichoptera)

2. Jenis toleran

Bentos jenis toleran ini memiliki toleransi dengan kisaran yang tinggi sehingga dapat bertahan hidup di dalam perairan yang tercemar dan mampu berkembang biak di perairan yang sudah tercemar berat. Contohnya kelas Oligochaeta

3. Jenis fakultatif

Bentos jenis fakultatif ini dapat bertahan hidup di wilayah perairan yang mengandung banyak bahan organik, tetapi tidak dapat mentolerir pencemaran lingkungan. Contohnya yaitu kelas Insekta (ordo Odonata), kelas Gastropoda, kelas Bivalvia.

Pada umumnya organisme makrozoobentos yang hidup di perairan tawar terdiri atas moluska, insekta, krustasea, dan oligochaeta.

- 1.) Moluska merupakan salah satu hewan bentos yang banyak hidup di perairan tawar maupun asin dan memiliki sifat yang bertahan di berbagai kondisi perairan baik tercemar ataupun tidak. Moluska memiliki tubuh yang lunak serta tubuh simetri bilateral dan terbungkus cangkang yang terbuat dari zat kapur hasil dari sekresi. Moluska memiliki sistem pencernaan yang lengkap, menggunakan insang dan beberapa paru-paru atau keduanya

sebagai alat bantu pernafasan serta memiliki alat gerak kaki yang besar dan datar dengan banyak kelenjar lendir dan silia (Jailani dan Taru, 2024).

- a.) Kelas Gastropoda merupakan kelompok moluska perairan yang terbanyak. Biasanya memiliki cangkang yang berbentuk seperti kerucut spiral yang terdiri dari lapisan, memiliki alat kelamin jantan dan alat kelamin betina atau hermafrodit, serta sistem pernapasannya menggunakan insang, paru-paru atau keduanya (Damayanti *et al.*, 2022). Kelompok ini umumnya terdapat di balik batu, melekat pada tumbuhan air atau membenamkan diri di pasir. Tipe substrat berpasir akan memudahkan moluska terutama kelas gastropoda untuk mendapatkan suplai nutrisi, menyaring air dan makanan yang diperlukan untuk kelangsungan hidupnya (Yulianti *et al.*, 2023).



Gambar 2. Contoh bentos kelas Gastropoda
Sumber: Glöer (2019)

- b.) Kelas Pelecypoda/Bivalvia merupakan kelompok moluska yang memiliki cangkang yang keras, terdapat garis pertumbuhan yang menunjukkan masa pertumbuhan/umur spesies tersebut. Pelecypoda/Bivalvia mempunyai cangkang setangkup, makanan berupa plankton yang tersaring melalui lubang yang terdapat dalam tubuhnya atau disebut hewan penyaring (Nopriyeni, 2018).



Gambar 3. Contoh bentos kelas Bivalvia
Sumber: Wijayanti *et al.* (2021)

- 2.) Insekta merupakan kelompok avertebrata yang memiliki sepasang sayap dan dapat terbang. Memiliki pernapasan berupa trakea dan tubuhnya terdiri atas tiga bagian yaitu bagian kepala, bagian dada, dan bagian perut. Kelas insekta masuk kedalam filum Arthropoda karena tubuhnya bersegmen-segmen.



Gambar 4. Contoh bentos Insekta
Sumber : Twardochleb *et al.* (2021)

- 3.) Krustasea merupakan salah satu anggota Arthropoda yang hidup menempati perairan, baik tawar maupun air laut. Krustasea diperkirakan berjumlah 60.000 spesies menempati habitat teresterial, perairan air tawar (danau dan sungai), estuari, mangrove, lamun, ekosistem terumbu karang, serta zona intertidal. Tubuhnya terbagi menjadi kepala, dada, dan perut. Krustasea yang paling banyak ditemui di perairan tawar dari genus *Macrobrachium*. Siklus hidupnya dikelompokkan menjadi dua, yaitu kelompok

yang menyelesaikan seluruh siklus hidupnya di air tawar dan kelompok yang membutuhkan air laut atau air payau untuk menyelesaikan siklus hidupnya (Putri dan Kurniawan, 2023).



Gambar 5. Contoh bentos kelompok Krustasea
Sumber : Sastranegara *et al.* (2022)

- 4.) Oligochaeta yang meliputi cacing tanah dan beberapa spesies yang hidup di air tawar. Oligochaeta merupakan kelas filum annelida yang mempunyai sedikit rambut. Habitat umumnya di air tawar, beberapa terestrial pada lapisan kulit terdapat bagian saraf dengan fungsi untuk menerima rangsang-an (Rahmadina dan Eriri, 2018).



Gambar 6. Contoh bentos kelompok Oligochaeta
Sumber: Timm (2020)

2.4 Parameter Fisika

2.4.1 Suhu

Suhu memiliki peran yang sangat penting terhadap kehidupan dalam air berbagai reaksi kimia semisal metabolisme dan reaksi yang terjadi antar gas di dalam air berlangsung dalam suhu-suhu tertentu, suhu air maksimum berkisar

antara 24-32⁰C masih tergolong normal dalam badan air dan tidak membahayakan kehidupan biota akuatik (Wahyuningsih *et al.*, 2022).

Kenaikan suhu akan menyebabkan menurunnya oksigen terlarut yang menyebabkan makrozoobentos kesulitan melakukan respirasi. Jika kondisi ini berlangsung secara terus-menerus maka akan menyebabkan penurunan keanekaragaman makrozoobentos. Maka dari itu, suhu dikatakan sebagai parameter fisik yang sangat penting dan mempengaruhi pola kehidupan organisme seperti distribusi, komposisi, densitas, dan mortalitas (Makmur, 2023).

2.4.2 Kecerahan

Kecerahan adalah kemampuan cahaya matahari untuk menembus perairan yang dapat diamati secara visual menggunakan *secchi disk*. Jika cahaya tidak dapat menembus air, maka tingkat kecerahan di perairan rendah dan perairan dikatakan mengalami kekeruhan. Proses fotosintesis berkaitan erat dengan tingkat kecerahan di perairan. Semakin tinggi kecerahan maka proses fotosintesis akan berjalan maksimal sehingga kadar BOD di perairan rendah dan tidak menimbulkan kekeruhan (Patty *et al.*, 2020).

Kecerahan perairan dipengaruhi langsung oleh partikel yang tersuspensi didalamnya, semakin kurang partikel yang tersuspensi maka kecerahan air akan semakin tinggi. Penetrasi cahaya yang semakin rendah, karena meningkatnya kedalaman, sehingga cahaya yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis oleh tumbuhan air berkurang. Oleh karena itu, secara tidak langsung kedalaman akan memengaruhi pertumbuhan fauna bentos yang hidup didalamnya (Patty *et al.*, 2021).

2.4.3 Total Suspended Solid (TSS)

Total suspended solid (TSS) adalah jumlah padatan total tersuspensi yang terdapat pada suatu perairan, seperti lumpur, jasad renik, adapun yang berupa pasir, kikisan tanah yang terbawa air saat erosi. *Total suspended solid* (TSS) merupakan residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran

partikel maksimal 2 μm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid (Pramita dan Puspita, 2019).

Adanya kadar *Total suspended solid* menjadi suatu ciri terjadinya proses erosi yang dapat meningkatkan tingkat kekeruhan pada suatu perairan. Dalam limbah domestik, TSS berasal dari kegiatan mencuci, mandi dan bersih-bersih rumah. Semakin tinggi TSS akan mengakibatkan meningkatnya kekeruhan di air. Hal ini akan mengakibatkan menghambatnya penetrasi cahaya matahari ke badan air pada akhirnya akan berpengaruh terhadap fotosintesis di perairan (Hidayat *et al.*, 2019).

Perairan yang terkandung *Total suspended solid* dengan kadar yang tinggi akan menyebabkan kekeruhan akibat suspensi padatan yang menjadikan faktor pembatas organisme yang hidup di dalamnya. Apabila kekeruhan terjadi secara terus menerus maka akan memengaruhi kelimpahan organisme perairan. Dalam suatu kawasan, organisme-organisme tertentu mampu berkembang dalam konsentrasi padatan tersuspensi kadar yang tinggi, namun organisme lainnya akan tereliminasi (Mustofa, 2018).

Nilai C organik merupakan sumber makanan bagi makrozoobentos. Maka dari itu, tinggi nilai total padatan tersuspensi memengaruhi kelimpahan makrozoobentos di suatu perairan. Padatan tersuspensi yang terbawa arus dan mengendap di dasar perairan juga memberikan dampak yang besar bagi kelimpahan makrozoobentos apabila memiliki tekstur yang cocok bagi organisme makrozoobentos seperti contohnya tekstur liat. Hal ini karena tekstur liat yang mengandung bahan organik cukup tinggi (Mustofa, 2018).

2.4.4 Sedimen Dasar

Menurut Rahmadhani dan Martuti (2023), sedimen dasar merupakan salah satu faktor ekologis utama yang memengaruhi struktur komunitas makrozoobentos. Jenis substrat berkaitan dengan kandungan oksigen dan ketersediaan nutrisi dalam sedimen. Penyebaran makrozoobentos dapat dengan jelas

berkorelasi dengan tipe substrat karena makrozoobentos memiliki sifat penggali, pemakan deposit cenderung melimpah pada sedimen lumpur dan sedimen lunak yang merupakan daerah yang mengandung bahan organik yang tinggi.

Kehadiran dan kelimpahan makrozoobentos sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan perairan di suatu ekosistem. Bentos yang hidup di perairan mengalir deras memiliki jenis yang berbeda dengan bentos yang hidup di perairan tenang, di perairan deras dan berbatu biasanya didominasi oleh hewan bentos yang mempunyai kemampuan adaptasi morfologi untuk bertahan pada kondisi berarus seperti memiliki alat pelekat, cakar yang kuat, tubuh yang pipih, sementara pada substrat berlumpur didiami oleh hewan bentos yang bersifat menggali ke dalam substrat (Izmiarti, 2021).

Pada jenis substrat berpasir kandungan oksigen relatif lebih besar dibandingkan dengan substrat yang halus, karena pada substrat berpasir terdapat pori udara yang memungkinkan terjadinya pencampuran yang lebih intensif dengan air di atasnya. namun demikian nutrisi tidak banyak terdapat dalam substrat berpasir. Sebaliknya pada substrat yang halus, oksigen tidak begitu banyak tetapi biasanya nutrisi tersedia dalam jumlah yang cukup besar (Aulia *et al.*, 2020).

Substrat lumpur dan pasir merupakan habitat yang paling disukai makrozoobentos, makrozoobentos lebih menyukai dasar perairan dengan substrat lumpur, pasir, kerikil, dan substrat sampah. Bentos tidak menyukai dasar perairan berupa batuan, tetapi jika dasar batuan tersebut memiliki bahan organik yang tinggi, maka habitat tersebut akan kaya akan hewan bentos (Rombe *et al.*, 2022).

2.5 Parameter Kimia

2.5.1 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) adalah faktor ekologis yang penting untuk mengontrol aktivitas dan distribusi tumbuhan dan hewan yang hidup dalam suatu perairan.

Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH air dan menyukai kisaran pH air sekitar 7 - 8,5. pH juga dapat memengaruhi respirasi, sistem enzim, kandungan nutrisi, dan produktivitas. Perairan dengan pH yang terlalu tinggi atau rendah akan memengaruhi ketahanan hidup organisme yang hidup di dalamnya (Yanti *et al.*, 2022).

Tugiyono *et al.*, (2022) mengatakan nilai pH menunjukkan derajat keasaman atau kebasaan suatu perairan yang dijadikan indikator penentuan kualitas air dan pencemaran sungai. Selain itu, pH dapat memengaruhi kehidupan, perkembangan serta aktivitas tumbuhan dan hewan air. Sebagai organisme yang peka terhadap perubahan lingkungan, makrozoobentos memiliki batas toleransi yang sangat bervariasi terhadap pH, salah satunya yaitu jika keasaman tanah berlebihan maka akan mengakibatkan tanah sangat peka terhadap proses biologi, misalnya proses dekomposisi bahan organik oleh makrozoobentos. Proses dekomposisi bahan organik pada umumnya akan mengurangi suasana asam, sehingga makrozoobentos akan tetap aktif melakukan aktivitasnya (Aprilia *et al.*, 2023).

2.5.2 Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen terlarut merupakan variabel kimia yang mempunyai peran penting sekaligus menjadi faktor pembatas bagi kehidupan biota air. Kebutuhan oksigen dalam perairan didapatkan dari proses fotosintesis dan oksigen bebas dari udara. Oksigen terlarut atau yang sering disebut *dissolved oxygen* adalah banyaknya milligram oksigen terlarut dalam 1 liter air. Organisme akuatik dapat hidup dalam ekosistem air apabila perairan tersebut memiliki DO minimal yang dibutuhkan (Scabra *et al.*, 2022).

Secara ekologis, konsentrasi oksigen terlarut juga menurun dengan adanya penambahan bahan organik, karena bahan organik tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang mengonsumsi oksigen yang tersedia. Pada tingkatan jenis, masing-masing biota mempunyai respon yang berbeda terhadap penurunan oksigen terlarut. Semakin besar kandungan oksigen terlarut dalam suatu

perairan maka baik pula kehidupan makrozoobentos yang mendiaminya (Bana, 2020).

2.5.3 Bahan Organik Total (BOT)

Bahan organik total (BOT) adalah kandungan bahan organik total di suatu perairan yang bermuatan dari bahan organik terlarut yang larut, tersuspensi (*particulate*), dan koloid. Bahan organik ini sering ditemukan dalam semua jenis perairan, baik dalam bentuk terlarut, tersuspensi maupun sebagai koloid. Perairan yang subur maupun tidak subur dapat kita lihat melalui kandungan Bahan organik total (BOT) dalam perairan tersebut (Sinulingga *et al.*, 2018).

Bahan organik total (BOT) berasal dari timbunan sisa-sisa organisme dan tumbuhan yang ada di perairan dan mengalami pelapukan. Bahan organik total ini terus-menerus mengalami perubahan bentuk karena dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia, dan biologi. Dekomposisi bahan organik dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain susunan residu, suhu, pH, dan ketersediaan zat hara, dan oksigen (Valentino *et al.*, 2022).

Sedimen dasar perairan yang terkandung bahan organik total yang tinggi didalamnya sangat berkaitan dengan kelimpahan makrozoobentos baik secara langsung maupun tidak langsung, karena pada umumnya bahan organik yang terdapat pada substrat merupakan sumber nutrisi bagi biota. Namun, tingginya kandungan bahan organik tidak selamanya menguntungkan bagi organisme dasar perairan karena dapat menyumbat alat pernafasan (Rosdatina *et al.*, 2019).

2.6 Indeks Ekologi

Menurut Setyaningrum *et al.* (2019), ekologi merupakan ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Indeks ekologi digunakan untuk mempelajari tentang interaksi yang menentukan distribusi dan kelimpahan organisme. Interaksi tersebut merupakan interaksi antar biotik (organisme) seperti interaksi antar spesies yang berbeda,

interaksi mangsa - predator, serta interaksi antara organisme dengan faktor abiotik (lingkungan fisik dan kimia).

2.6.1 Indeks Keanekaragaman

Menurut Humaira dan Syarifah (2022), indeks keanekaragaman merupakan jumlah total spesies dalam satu daerah tertentu yang terdapat dalam suatu area antara jumlah total individu dari spesies yang ada dalam satu komunitas. Indeks keanekaragaman menunjukkan hubungan antara jumlah spesies dengan jumlah individu yang menyusun suatu komunitas, nilai keanekaragaman yang tinggi menunjukkan lingkungan yang stabil, sedangkan nilai keanekaragaman yang rendah menunjukkan lingkungan yang menyesakkan dan berubah-ubah. Keanekaragaman jenis di suatu perairan dapat memberikan informasi tentang tingkat pencemaran perairan tersebut. Klasifikasi berdasarkan nilai indeks keanekaragaman dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi indeks keanekaragaman

H'	Kategori
$H' < 1$	Keanekaragaman rendah
$1 < H' < 3$	Keanekaragaman sedang
$H' > 3$	Keanekaragaman tinggi

Sumber : Puspitasari *et al.* (2023).

2.6.2 Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman merupakan indeks yang digunakan untuk menggambarkan keadaan jumlah jenis biota makrozoobentos yang bervariasi atau seragam dan terdapat pada komunitas. Keseragaman juga dapat menunjukkan keseimbangan dalam suatu pembagian jumlah individu tiap spesies. Indeks keseragaman memiliki nilai yang besar apabila ditemukan spesies yang berbeda-beda (Hamsiah *et al.*, 2023).

Kategori nilai indeks keseragaman mempunyai kisaran nilai tertentu yang disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Kualitas air berdasarkan nilai keseragaman

E	Kategori
$0 < E < 0,4$	Keseragaman rendah
$0,4 < E < 0,6$	Keseragaman sedang
$0,6 < E < 1$	Keseragaman tinggi

Sumber : Sastra *et al.*, (2022).

2.6.3 Indeks Dominansi

Menurut Laraswati *et al.* (2020), kategori indeks dominansi digunakan untuk memperoleh informasi mengenai famili yang mendominasi dalam suatu komunitas. Nilai indeks dominansi yang tinggi menyatakan konsentrasi dominan yang tinggi (ada individu yang mendominasi), sebaliknya jika indeks dominansi rendah maka konsentrasi rendah (tidak ada yang mendominasi). Kategori indeks dominansi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kualitas air berdasarkan nilai dominansi

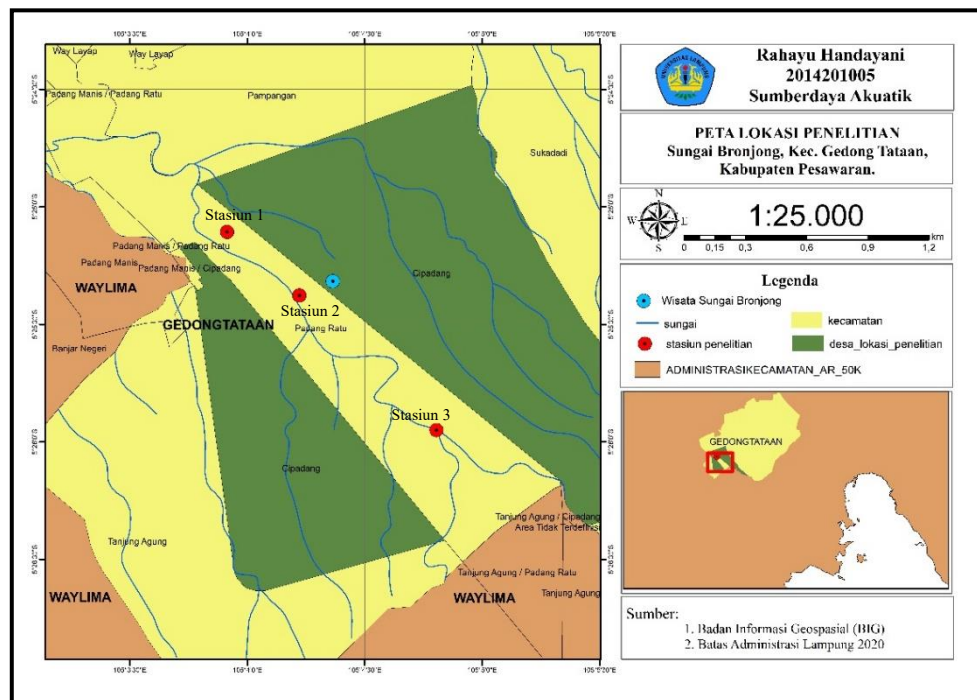
C	Kategori
$0,00 < D < 0,50$	Rendah
$0,50 < D < 0,75$	Sedang
$0,75 < D < 1,00$	Tinggi

Sumber : Pramika *et al.* (2021).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Pengambilan sampel dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2024 yang berlokasi di Sungai Bronjong, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Pengambilan sampel dilaksanakan sebanyak 3 kali dengan interval waktu 2 minggu sekali selama 2 bulan. Identifikasi makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Produktivitas Lingkungan Perairan, Universitas Lampung. Analisis parameter *total suspended solid* (TSS) dan bahan organik total (BOT) dilakukan di Laboratorium Penguji Kesehatan Ikan dan Lingkungan, Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL). Peta lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta lokasi penelitian

3.2 Rancangan Penelitian

Lokasi penelitian ditentukan dengan metode *purposive sampling* berdasarkan topografi kondisi lingkungan dan penggunaan lahan. Pengambilan sampel makrozoobentos dan kualitas air dilakukan pada 3 stasiun dengan 3 titik pengambilan sampel yang dimana untuk masing-masing 3 kali pengulangan. Stasiun pengamatan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. lokasi pengambilan sampel

No	Nama	Titik koordinat	Gambaran lokasi
1.	Stasiun 1	5°25'25,17" 105°4'15,73"	Daerah dekat pertanian
2.	Stasiun 2	5°25'22,61" 105°4'13,3"	Daerah wisata
3.	Stasiun 3	5°25'06,42" 105°03'54,83"	Daerah dekat permukiman

3.3 Alat dan Bahan

Pada pengambilan sampel makrozoobentos dan kualitas air membutuhkan beberapa alat dan bahan, di antaranya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian

No	Nama alat dan bahan	Keterangan
1.	Surber net	Alat pengambil sampel makrozoobentos pada substrat berbatu.
2.	Plastik <i>zip</i>	Tempat untuk menyimpan sampel bentos.
3.	Saringan	Alat penyaring makrozoobentos dari substrat.
4.	Pipet tetes	Alat untuk mengambil formalin.
5.	Botol sampel	Alat untuk menyimpan sampel air.
6.	<i>Roll</i> meter	Alat untuk mengukur luasan dan jarak masing-masing titik.
7.	Termometer	Alat untuk mengukur suhu perairan.
8.	pH meter	Alat untuk mengukur kadar pH di perairan.
9.	DO meter	Alat untuk mengukur kadar oksigen terlarut di perairan.

Tabel 5. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian (lanjutan)

No	Nama alat dan bahan	Keterangan
10.	<i>Secchi disk</i>	Alat untuk mengukur tingkat kecerahan di perairan.
11.	Buku identifikasi	Sebagai panduan mengidentifikasi jenis bentos.
12.	Formalin 4%	Cairan yang digunakan untuk mengawetkan sampel makrozoobentos.
13.	<i>Global positioning system</i> (GPS)	Alat yang berfungsi mengetahui titik koordinat lokasi penelitian.
14.	Kamera	Alat yang berfungsi mendokumentasikan penelitian.
15.	Kertas label	Sebagai tanda setiap sampel.
16.	<i>Cool box</i>	Wadah untuk menyimpan sampel.
17.	Akuades	Cairan yang digunakan untuk mengkalibrasi alat.
18.	Kertas tisu	Digunakan untuk membersihkan alat.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia

Pengambilan sampel kualitas air dilakukan secara bersamaan pada saat pengambilan sampel makrozoobentos. Pengukuran parameter fisika meliputi suhu, kecerahan, dan TSS, sedangkan parameter kimia meliputi pH, DO, dan BOT. Adapun prosedur pengukuran parameter-parameter tersebut sebagai berikut:

1) Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer. Termometer dicelupkan ke dalam perairan kemudian didiamkan kurang lebih 1 menit di dalam air sampai hasil terlihat di layar *display* termometer. Selanjutnya diamati dan dicatat nilai yang terdapat pada termometer.

2) Kecerahan

Pengukuran kecerahan dilakukan dengan menggunakan *secchi disk*. Alat *secchi disk* diturunkan ke dalam perairan hingga indikator warna hitam tidak terlihat lagi, kemudian dicatat hasilnya. Setelah itu, *secchi disk* ditarik ke atas hingga warna hitam pada *secchi disk* dapat terlihat. Setelah itu, dicatat hasil kecerahannya dan dilakukan perhitungan. Perhitungan kecerahan menurut Triawan dan Arisandi (2020) dilakukan dengan melihat kedalaman rata-rata *secchi disk* tidak terlihat pertama kali (D_1) dan tampak lagi pertama kali saat diangkat dari perairan (D_2):

$$\text{Kecerahan} = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

Keterangan:

D_1 = Kedalaman saat *secchi disk* mulai tidak tampak dari pandangan (cm).

D_2 = Kedalaman saat *secchi disk* ditarik dan mulai tampak pertama kali (cm)

3) Total Suspended Solid (TSS)

Pengambilan sampel air dilakukan menggunakan botol sampel dengan kedalaman ± 1 m dari permukaan air. Volume air yang diambil sebanyak 600 mL dimasukkan ke dalam *cool box*, kemudian sampel dibawa ke laboratorium dan dianalisis secara gravimetri dengan acuan metode SNI 06-6989-3-2004.

4) Tipe Tekstur Sedimen

Pengambilan sampel sedimen menggunakan *core sampler* pada setiap stasiun. Sedimen diambil sebanyak 0,5 kg pada masing-masing stasiun dan dimasukkan ke dalam plastik yang telah diberi label, untuk selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk mengetahui tekstur substrat menggunakan standar SNI 06-2506-1991.

5) pH

Pengukuran pH dilakukan dengan alat pH meter. Sebelum dilakukan pengukuran, pH meter perlu dikalibrasi terlebih dahulu. Pengukuran pH meter dilakukan dengan cara mencelupkan *probe* pH meter ke dalam air yang akan

diukur kira-kira ke dalam 5 cm, kemudian alat akan otomatis bekerja mengukur kadar pH air dan ditunggu kurang lebih 1 menit hingga angka yang muncul akan stabil pada layar *display*, kemudian dicatat hasilnya.

6) *Dissolved Oxygen* (DO)

Pengukuran oksigen terlarut (DO) menggunakan DO meter. Sebelum dilakukan pengukuran DO meter perlu dikalibrasi terlebih dahulu. Pengukuran DO meter dilakukan dengan cara mencelupkan *probe* DO ke dalam air yang diukur, ditunggu kurang lebih selama 1 menit hingga angka muncul dan stabil pada layar *display*, kemudian dicatat hasil pengukuran DO.

7) Bahan Organik Total (BOT)

Pengambilan sampel air dengan menggunakan botol sampel. Wadah tidak boleh mengandung suatu senyawa yang sama dengan sampel yang dianalisis. Pengambilan sampel harus dilakukan dengan seksama memastikan bahwa sampel yang dikumpulkan ialah sampel yang representatif dan diusahakan tidak ada botol sampel terkontaminasi oleh kolektor. Botol sampel dimasukkan ke dalam perairan hingga terisi air sampel, setelah itu dimasukkan ke dalam *cool box* yang sudah tersedia untuk selanjutnya dilakukan analisis di laboratorium dengan metode titrimetri menggunakan standar SNI 03-7016-2004

3.4.2 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun dengan 3 titik pengambilan sampel yang mana untuk masing-masing 3 kali ulangan, namun untuk sampel TSS dan BOT hanya dilakukan satu kali pengulangan saja pada setiap stasiun. Pengambilan sampel dilaksanakan setiap 2 minggu sekali selama 2 bulan. Sampel makrozoobentos yang berada pada setiap stasiun diambil di dalam transek kuadran dengan luasan $1 \times 1 \text{ m}^2$. Alat yang digunakan dalam pengambilan makrozoobentos yaitu *surber net* ukuran $30 \times 30 \text{ cm}^2$ dengan ukuran mata jaring 500 mikron. Pengambilan sampel menggunakan *surber net* dilakukan dengan cara meletakkan jaring dengan bagian mulut jaring melawan arus air

sungai kemudian bagian yang dibatasi dengan alat dikeruk dan diaduk sampai substrat masuk ke dalam jaring sehingga bentos yang terdapat di dasar perairan dapat hanyut dan terperangkap dalam jaring. Sampel yang telah didapatkan kemudian disaring untuk memisahkan antara substrat dan biota makrozoobentos. Sampel yang telah didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam plastik zip dan diberi formalin 4% dan diberi label sebagai tanda, sampel yang diperoleh kemudian di bawa ke laboratorium. Berikut gambar surber net pada Gambar 8. di bawah ini



Gambar 8. Surber net

3.4.3 Identifikasi Makrozoobentos

Identifikasi makrozoobentos dilakukan dengan mencocokkan sampel menggunakan buku Syahbuddin dan Darwis (2001), dengan judul Zoologi Avertebrata II (*Eucoelomata*) dan beberapa literatur resmi dari internet. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Produktivitas Lingkungan Perairan, Universitas Lampung.

3.5 Perhitungan Data

3.5.1 Kelimpahan

Kelimpahan makrozoobentos dapat dihitung dengan persamaan (Wahyuningsih *et al.*, 2022)

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

KI = Kelimpahan jenis (ind/m²)

N_i = Jumlah spesies jenis ke-i (ind)

A = Luas area pengamatan (m²)

3.5.2 Indeks Keanekaragaman (H')

Analisis data keanekaragaman dihitung menggunakan indeks Shanom-Wiener (Puspitasari *et al.*, 2023) sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Keterangan rumus:

H' = Indeks keragaman

P_i = peluang kepentingan untuk tiap spesies (n_i/N)

n_i = jumlah individu spesies ke- i

3.5.3 Indeks Keseragaman (E)

Berdasarkan Sastra *et al.*, (2022) data keseragaman dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan rumus:

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman

$H_{\max}$ = jumlah jenis yang ditemukan ($\ln S$)

3.5.4 Indeks Dominansi Spesies

Perhitungan indeks dominansi menurut Pramika *et al.* (2021) dapat diketahui menggunakan indeks dominansi Simpson dengan persamaan sebagai berikut:

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan rumus:

C = Indeks dominansi

n_i = Jumlah individu setiap jenis

N = Jumlah total individu seluruh jenis

3.6 Analisis Data

3.6.1 *Family Biotic Index (FBI)*

Penentuan kualitas air Sungai Bronjong berdasarkan nilai *family biotic index* (FBI) menurut Wardiani *et al.* (2019), dengan persamaan sebagai berikut:

$$FBI = \frac{x_i \cdot t_i}{n}$$

Keterangan :

x_i = jumlah individu famili i

t_i = nilai toleransi famili

n = jumlah individu seluruh famili

Nilai toleransi famili disajikan pada lampiran 1. Berdasarkan nilai FBI, kualitas air dapat digolongkan menjadi tujuh kategori yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Penggolongan kriteria kualitas air

Indeks	Kualitas air	Tingkat pencemaran
0,00-3,75	Paling baik	Tidak terpolusi bahan organik.
3,76-4,25	Sangat baik	Sedikit terpolusi bahan organik.
4,26-5,00	Baik	Terpolusi beberapa bahan organik.
5,01-5,75	Sedang	Terpolusi agak banyak.
5,76-6,50	Agak buruk	Terpolusi banyak.
6,51-7,25	Buruk	Terpolusi sangat banyak.
7,26-10,00	Sangat buruk	Terpolusi berat bahan organik.

Sumber : Wardiani *et al.*, 2019

3.6.2 *Stream Invertebrata Grade Number Average Level 2 (SIGNAL 2)*

SIGNAL 2 adalah indeks biotik sederhana yang digunakan untuk makroinvertebrata dan pertama kali dikembangkan di Australia bagian timur khususnya Sungai Hawkesbury-Napean (Chessman 2003). Indeks ini diadaptasi dari indeks ASPT (*average score per taxon*) versi dari BMWP (*Biological*

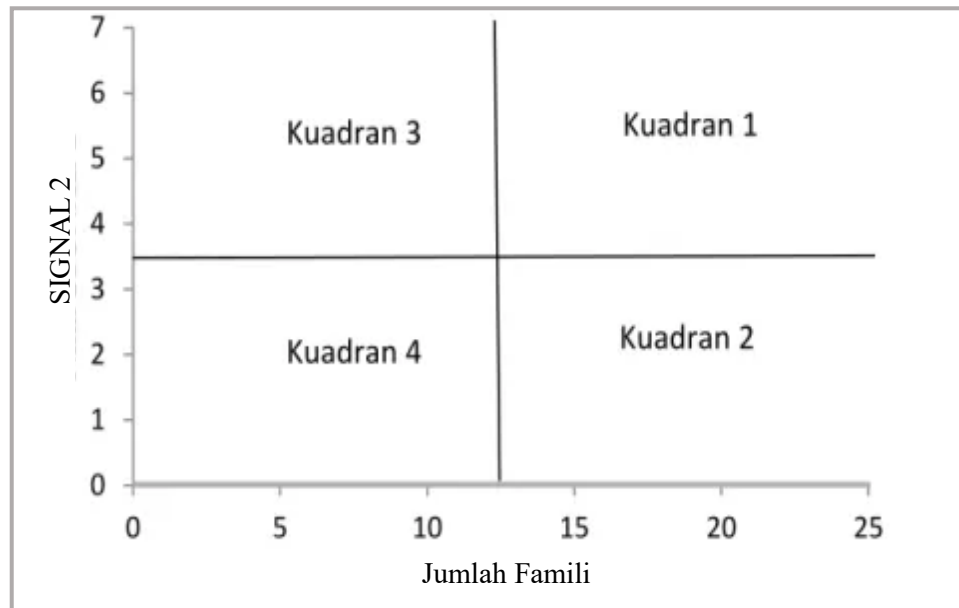
Monitoring Working Party) yang digunakan di Inggris. Langkah-langkah dalam perhitungan nilai SIGNAL 2 menurut Rachman *et al.* (2016) yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis makrozoobentos yang ditemukan hingga level famili atau level ordo untuk mendapatkan nilai toleransi Signal 2 yang disajikan pada Lampiran 2.
2. Penentuan faktor pembobotan dari jumlah individu yang ditemukan pada tiap famili dari makrozoobentos yang ditemukan (Tabel 7).
3. Nilai faktor pembobotan yang telah dihitung dikalikan dengan skor dari tiap famili yang ditentukan, kemudian hasil perkalian tersebut dijumlahkan secara keseluruhan.
4. Hasil penjumlahan perkalian tersebut dibagi dengan jumlah total faktor pembobotan, dan didapatkan nilai SIGNAL 2 yang biasanya berkisar antara 3-7 (Chessman 2003).
5. Nilai SIGNAL 2 yang didapatkan diplotkan dalam grafik yang dihubungkan dengan jumlah famili yang ditemukan. Hasilnya adalah 4 kuadran yang menggambarkan tinggi rendahnya nilai SIGNAL 2, berdasarkan kombinasi jumlah famili makroinvertebrata dan keanekaragaman keadaan fisik habitat.

Tabel 7. Nilai faktor pembobotan berdasarkan jumlah individu yang ditemukan

No.	Jumlah individu	Faktor pembobotan
1.	1-2	1
2.	3-5	2
3.	6-10	3
4.	11-20	4
5.	20	5

Sumber : Rachman *et al.* (2016)



Gambar 9. Penentuan kuadran untuk nilai SIGNAL 2
Sumber : Chessman (2003)

Gambar kuadran di atas menjelaskan bahwa kuadran 1 (sebelah kanan atas) menggambarkan tingginya nilai SIGNAL 2 dan jumlah famili makroinvertebrata. Jumlah famili yang tinggi menunjukkan bahwa keanekaragaman keadaan fisik habitat yang tinggi dan tidak terdapat faktor tekanan ekologis. Kuadran 2 (sebelah kanan bawah) menggambarkan nilai SIGNAL 2 yang rendah dan jumlah famili makroinvertebrata yang tinggi. Jumlah famili yang tinggi menunjukkan bahwa keanekaragaman keadaan fisik habitat yang tinggi dan tidak terdapat faktor tekanan ekologi. Kuadran 3 (sebelah kiri atas) menggambarkan tingginya nilai SIGNAL 2 dan rendahnya jumlah famili makroinvertebrata. Kuadran 4 (sebelah kiri bawah) menunjukkan nilai SIGNAL 2 yang rendah dan juga jumlah famili makroinvertebrata yang rendah.

3.6.3 Hubungan Parameter Kualitas Air dengan Kelimpahan Makrozoobentos

Pengolahan data dilakukan dengan metode *principal component analysis* (PCA). *Principal component analysis* (PCA) merupakan metode analisis multivariat dengan tujuan untuk memperkecil dimensi variabel asal sehingga yang nantinya dapat diperoleh variabel baru (komponen utama) yang saling tidak berkorelasi namun menyimpan sebagian besar informasi yang terkandung

pada variabel asal. Variabel-variabel yang akan digunakan dalam metode ini adalah suhu, kecerahan, pH, DO, TSS, BOT dan kelimpahan. Proses pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program statistika.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh selama penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Makrozoobentos di aliran Sungai Bronjong terdiri dari 4 kelas yaitu Insekta, Krustacea, Gastropoda, dan Oligochaeta. Jenis yang paling banyak ditemui berasal dari kelas Gastropoda dengan 4 genus, di antaranya *Tarebia*, *Melanoides*, *Potadoma freethi*, dan *Pleurocera*. Nilai indeks keanekaragaman berkisar antara 0,83-2,34 (sedang), indeks keseragaman berkisar antara 0,54-0,89 (tinggi) dan indeks dominansi berkisar antara 0,12-0,57 (rendah).
2. Berdasarkan kedua indeks biologi yang digunakan (FBI dan SIGNAL 2) menunjukkan bahwa kondisi sungai pada stasiun 1 masuk ke dalam kategori baik, stasiun 2 dan 3 masuk ke dalam kategori sedang.
3. Kelimpahan kelas Insekta, Krustacea, Gastropoda dan Oligochaeta memiliki korelasi positif dengan pH, DO, BOT, dan TSS, namun berkorelasi negatif dengan suhu, kecerahan, dan kedalaman.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan bagi pengelolaan perairan di sekitar aliran Sungai Bronjong serta perlu dilakukannya peninjauan kembali untuk menjaga ekosistem sungai dan disarankan juga dilakukannya penelitian dengan bioindikator kualitas perairan yang lainnya untuk memantau perubahan tingkat pencemaran dari masukan bahan organik ke dalam perairan yang bersumber dari aktivitas berbeda yang terjadi pada Sungai Bronjong, Pesawaran.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Antczak-Orlewska, O., Płóciennik, M., Sobczyk, R., Okupny, D., Stachowicz-Rybka, R., Rządziejewicz, M., dan Kittel, P. 2021. Chironomidae morphological types and functional feeding groups as a habitat complexity vestige. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8: 583831.
- Anwariani, D. 2019. *Pengaruh Air Limbah Domestik terhadap Kualitas Sungai*. (Karya Ilmiah). Universitas Trisakti. Jakarta. Indonesia. 6 hlm.
- Aprilia, A., Teristiandi, N., dan Fatiqin, A. 2023. Analisis perairan Sungai Kenten Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan: studi kelimpahan makrozoobentos. *BIOSAPPHIRE: Jurnal Biologi dan Diversitas*, 2(1): 14-26.
- Armadan, A., Badrun, Y., dan Gesriantuti, N. 2022. Analisis kualitas lingkungan Sungai pada penggunaan lahan berbeda berdasarkan keanekaragaman makrozoobentos di hutan adat Imbo Putui. *SIMBIOSA*, 11(2): 101-109.
- Aulia, P. R., Supratman, O., dan Gustomi, A. 2020. Struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di Sungai Upang Desa Tanah Bawah Kecamatan Puding Besar Kabupaten Bangka. *Aquatic Science*, 2(1): 17-29.
- Azhari, N., dan Nofisulastri, N. 2018. Identifikasi jenis annelida pada habitat Sungai Jangkok Kota Mataram. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 6(2): 130-137.
- Bana, S. 2020. Kelimpahan makrozoobentos dan kualitas air sungai yang bermuara di Teluk Kendari. *Jurnal Ecosolum*, 9(1): 90-100.
- Chessman BC. 2003. New sensitivity grades for Australian river macroinvertebrates. *Marine and Freshwater Research*, 54: 95-103.
- Damayanti, A., Warisman, A. N. P., Risnawati, L., dan Hapsari, K. Y. 2022. Inventarisasi spesies filum moluska di Pantai Ngebum Desa Mororejo, Kecamatan Kaliwungu, Kabupaten Kendal Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Sains & Entrepreneurship*. Universitas PGRI Semarang. Hlm: 1-8.

- Dharmawibawa, I. D. 2019. Struktur komunitas annelida sebagai bioindikator pencemaran Sungai Ancar Kota Mataram. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 7(1): 42-58.
- Djoharam, V., Riani, E., dan Yani, M. 2018. Analisis kualitas air dan daya tampung beban pencemaran Sungai Pesangrahan di wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(1): 127-133.
- Fadilla., Rizkia N., Winny, R. M., dan Tri A. 2021. Makrozoobentos sebagai bio-indikator kualitas perairan di Desa Pengujan Kabupaten Bintan. *Habitus Aquatica: Journal of Aquatic Resources and Fisheries Management*, 2(2): 83-94.
- Glöer, P. 2019. The freshwater gastropods of the West-Palaearctis. *Hetlingen: Biodiversity Research Lab*. 39 hlm.
- Gultom, C. R., Muskananfolo, M. R., dan Purnomo, P. W. 2018. Hubungan ke-limpahan makrozoobenthos dengan bahan organik dan tekstur sedimen di kawasan mangrove di Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(2): 172-179.
- Hamsiah, H., Asmidar, A., dan Kasmawati, K. 2023. Keanekaragaman dan pola sebaran fauna pada ekosistem mangrove di Pesisir Labakkang Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmiah Wahana Laut Lestari (Jiwall)*, 1(1): 1-9.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H., Suwito, S., dan Maury, H. K. 2018. Konsentrasi amoniak, nitrat dan fosfat di perairan Distrik Depapre, Kabupaten Jayapura. *EnviroScientiae*, 14(1): 8-15.
- Hidayat, M. Y., Fauzi, R., dan Suoth, A. 2019. Efektivitas multimedia dalam bio-filter pada pengolahan air limbah rumah tangga. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Journal of Watershed Management Research)*, 3(2):111-126.
- Humaira, R. dan Syarifah A. 2022. Keanekaragaman jenis plankton di perairan kawasan wisata alam Iboih Kota Sabang. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Teknologi, dan Kependidikan*. Hlm: 125-129.
- Izmiarti. 2021. Keanekaragaman makrozoobentos di air terjun Kubuk, Madobak, Siberut Selatan, Mentawai. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 2(1): 261-272.

- Jailani, Zul, R. L., dan Taru, P. 2024. Keanekaragaman jenis mega gastropoda di perairan Pulau Miang Besar Kecamatan Sangkulirang Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Tropical Aquatic Sciences*, 3(1): 77-89.
- Juwita, R. 2017. *Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Sebukhas di Desa Bumi Agung Kecamatan Belalau Lampung Barat* (Skripsi). UIN Raden Intan Lampung. Bandar Lampung. 105 hlm.
- Laraswati, Y., Soenardjo, N., dan Setyati, W. A. 2020. Komposisi dan kelimpahan gastropoda pada ekosistem mangrove di Desa Tireman, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(1): 41-48.
- Liu, Y., Wang, Y., dan Li, J. 2022. *Influence of environmental factors on the life cycle of freshwater gastropods: a review*. *Aquatic Ecology*, 56(1): 67-80.
- Makmur, M. 2023. *Struktur Komunitas Echinoidea di Pulau Kodingareng Lompo dan Kodingareng Keke, Makassar, Sulawesi Selatan*. (Disertasi). Universitas Hasanuddin. Makassar. 245 hlm.
- Manalu, R. M., Surbakti, S. B., dan Sujarta, P. 2022. Keanekaragaman moluska dan vegetasi perairan Danau Sentani. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 14(1): 88-94.
- Mardika, B., Utami, S., dan Widiyanto, J. 2020. Identifikasi keanekaragaman gastropoda sebagai bioindikator kualitas air sungai Nogosari Pacitan. *Prosiding Seminar Nasional Simbiosis*. Hlm: 349-357.
- Marpaung, S. M., Muhammad, F., dan Hidayat, J. W. 2014. Keanekaragaman dan kelimpahan larva insekta akuatik sebagai bioindikator kualitas air di Sungai Garang, Semarang. *Jurnal Akademika Biologi*, 3(4): 1-8.
- Meisaroh, Y., Restu, I. W., dan Pebriani, D. A. A. 2019. Struktur komunitas makrozoobenthos sebagai indikator kualitas perairan di Pantai Serangan Provinsi Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(1): 36-43.
- Mirah, A. A., dan Nengah, S. W. I. 2022. Penggunaan makrozoobentos sebagai bioindikator pencemaran logam berat pada ekosistem lamun. *Emasains: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 11(2): 1-7.
- Mustofa, A. 2018. Pengaruh total padatan tersuspensi terhadap biodiversitas makrozoobentos di Pantai Teluk awur Kabupaten Jepara. *Jurnal Disprotek*, 9(1): 37-45.
- Nangin, S. R., Langoy, M. L., dan Katili, D. Y. 2015. Makrozoobentos sebagai indikator biologis dalam menentukan kualitas air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*, 4(2): 165-168.

- Ningrum, N. C., dan Kuntjoro, S. 2022. Kualitas perairan Sungai Brangkal Mojo-kerto berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobentos. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(1): 71-79.
- Nopriyeni, N. 2018. Kepadatan dan pola distribusi corbicula fluminea dan bellamyia javanica pada areal persawahan di Desa Air Satan Kabupaten Musi Rawas. *Prosiding Seminar Nasional Biotik Universitas Muhammadiyah Bengkulu*. Hal: 39-44.
- Novembrianto, R., Prasidya, D. A., Jawwad, M. A. S., dan Rhomadhoni, M. N. 2022. Bioindikator plankton dan benthos dalam monitoring kualitas air sungai PT. WXYZ. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 14(2): 169-175.
- Nurfadillah, N., Hasri, I., Afriani, S., dan Ismarica, I. 2022. Struktur komunitas makrozoobentos pada keramba jaring apung dan non keramba jaring apung di danau laut tawar sebagai upaya pengelolaan sumberdaya perairan. *MAHSEER: Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan*, 4(2): 22-31.
- Oktarina, A., dan Syamsudin. 2017. Komunitas makrozoobentos pada ekosistem lotik kawasan kampus Institut Teknologi Bandung, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. Institut Teknologi Bandung. Hal: 175-182.
- Pamuji, A., Muskananfol, M. R., dan A'in, C. 2015. Pengaruh sedimentasi terhadap kelimpahan makrozoobenthos di Muara Sungai Betahwalang Kabupaten Demak. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 10(2): 129-135.
- Patty, S. I., Nurdiansah, D., dan Akbar, N. 2020. Sebaran suhu, salinitas, kekeruhan dan kecerahan di perairan laut Tumbak-Bentenan, Minahasa Tenggara. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 3(1): 78-87.
- Patty, S. I., Yalindua, F. Y., dan Ibrahim, P. S. 2021. Analisis kualitas perairan Bo-laang Mongondow, Sulawesi Utara berdasarkan parameter fisika-kimia air laut. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(1): 113-122.
- Pelealu, G. V., Koneri, R., dan Butarbutar, R. R. 2018. Kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos di sungai Air Terjun Tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(2): 97-102.
- Pramika, L. F., Muliadi, M., dan Minsas, S. 2021. Struktur komunitas makrozoobentos di perairan Pulau Kabung, Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 4(1): 10-19.
- Pramita, A., dan Puspita, E. D. 2019. Penurunan Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Total Suspended Solids (TSS) pada pengolahan limbah cair

- domestik dengan proses anaerobik biofilter. *Journal of Research and Technology*, 5(1): 21-29.
- Pratami, Vivin A.Y., Prabang S., dan Sunarto S. 2018. Keanekaragaman, zonasi serta overlay persebaran bentos di Sungai Keyang, Ponorogo, Jawa Timur. *Depik*, 7(2): 127-138.
- Pranoto, H. 2017. Studi kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos di perairan bedagal, Kecamatan Tanjung Beringin Kabupaten Serdang Bedagai. *Jurnal Biosains*, 3(3): 125-130.
- Purba, I. R. 2022. *Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air*. Cv. Azka Pustaka. 88 hlm.
- Purnama, M.F., dan Salwiyah, S. 2022. Indeks ekologi gastropoda air tawar di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(4): 1146-1159.
- Puspitasari, H., Fikriyya, N., Fianjani, A. S., Viana, R. O., Transendensi, A. S., Handayani, A. M. T., dan Adharani, N. 2023. Keanekaragaman makrozoobenthos di Sungai Logawa, Jawa Tengah. *MAIYAH*, 2(3): 257-269.
- Putri, Y., Kurniawan, A., dan Kurniawan, A. 2023. Macrozoobenthos community as bioindicator of water quality for fish cultivation in the Air Duren River, Bangka Regency. *Journal of Aquatropica Asia*, 8(2): 77-85.
- Rachman, H., Priyono, A., dan Mardianto, Y. 2016. Makrozoobenthos sebagai bioindikator kualitas air sungai di Sub Das Ciliwung Hulu. *Media Konservasi*, 21(3): 261-269.
- Rafi'i, M., dan Maulana, F. 2018. Jenis, keanekaragaman dan kemelimpahan makrozoobentos di Sungai Wangi Desa Banua Rantau Kecamatan Banua Lawas. *Jurnal Pendidikan Hayati*, 4(2): 94-101.
- Rahmadhani, G. W., dan Martuti, N. K. T. 2023. Keanekaragaman makrozoobentos di sekitar alat pemecah ombak wilayah pesisir Kota Semarang sebagai Data Awal Upaya Konservasi. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 46(2): 74-82.
- Rahmadina, dan Erii, I. 2018. Identifikasi hewan invertebrata pada filum annelida di daerah penangkaran buaya asam kumbang dan Pantai Putra Deli. *Klorofil: Jurnal Ilmu Biologi Dan Terapan*, 2(2): 1-4.
- Rayhan, N. N., Arrisqi, A. Z., Putra, R. P., Faizah, F. N., Condro, A., Putri, N. A. V., dan Permatasari, E. D. 2023. Struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator perairan Sungai Pelus, Banyumas, Jawa Tengah. *MAIYAH*, 2(3): 148-160.

- Rombe, K. H., Surachmat, A., dan Rahayu, E. S. 2022. Keanekaragaman Makro-bentos di Pulau Kelapa Dua Taman Nasional Kepulauan Seribu DKI Jakarta. *Berkala Perikanan Terubuk*, 50(2): 53-78.
- Rosdatina, Y., Apriadi, T., dan Melani, W. R. 2019. Makrozoobentos sebagai bio-indikator kualitas perairan Pulau Penyengat, Kepulauan Riau. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 3(2): 309-317.
- Rustiasih, E., Arthana, I. W., dan Sari, A. H. W. 2018. Keanekaragaman dan ke-limpahan makroinvertebrata sebagai biomonitoring kualitas perairan Tukad Badung, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1): 16-23.
- Safitri, A., Melani, W. R., dan Muzammil, W. 2021. Komunitas makrozoobentos dan kaitannya dengan kualitas air aliran Sungai Senggarang, Kota Tanjungpinang. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 8(2): 103-108.
- Sari, G. M., dan Dzakiy, M. A. 2023. Identifikasi gastropoda berdasarkan kompo-nen abiotik tanah pendukungnya pada kawasan mangrove Mangunharjo Kota Semarang. *Prosiding Webinar Biofair*. Universitas PGRI Semarang. Hlm: 421-430.
- Sastra, K., Nugraha, M. A., dan Pamungkas, A. 2022. Struktur komunitas makro-zoobentos pada sedimen permukaan Pantai Sampur, Kabupaten Bangka Tengah. *Journal of Tropical Marine Science*, 5(1): 77-82.
- Sastranegara, Moh H., dan Elly T., W. 2022. Distribusi dan sex ratio udang *Macrobrachium pilimanus* pada Sungai Mengaji di Banyumas. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 4(1): 1-8.
- Scabra, A. R., Afriadin, A., dan Marzuki, M. 2022. Efektivitas peningkatan oks-i-gen terlarut menggunakan perangkat microbubble terhadap produktivitas ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Unram*, 12(1): 13-21.
- Setianto, H., dan Husni F. 2019. Faktor determinan yang berpengaruh terhadap pencemaran Sungai Musi Kota Palembang. *Media Komunikasi Geo-grafi*, 20(2): 186-198.
- Setyaningrum, E. W., Yuniartik, M., Dewi, A. T. K., dan Nugrahani, M. P. 2019. *Pengelolaan Pesisir dalam Perspektif Ekologi Perairan: Studi Kasus Kawasan Pesisir Kabupaten Banyuwangi*. Intelegensia Media. Malang. 178 hlm.
- Simanjuntak, N., Rifardi, R., dan Tanjung, A. 2020. Hubungan karakteristik sedimen dan bahan organik sedimen dengan kelimpahan kerang darah (*Anadara granosa*) di perairan Tanjung Balai Asahan Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 25(1): 6-17.

- Simanjuntak, S. L., Muskananfolo, M. R., dan Taufani, W. T. 2018. Analisis tekstur sedimen dan bahan organik terhadap kelimpahan makrozoobenthos di Muara Sungai Jajar, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(4): 423-430.
- Sinulingga, H. A., Muskananfolo, M. R., dan Rudyanti, S. 2018. Hubungan tekstur sedimen dan bahan organik dengan makrozoobentos di habitat mangrove Pantai Tirang Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 6(3): 247-254.
- Sirza, LJ, Purnama, MF, dan Anwar, K. 2020. Status invasif *Tarebia granifera* berdasarkan kepadatan populasi di Sungai Desa Gunung Sejuk, Kabupaten Buton Selatan. *Aquasains*, 9(1): 875-880.
- Sumanto, N. L. 2019. Keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Bah Bolon Kabupaten Simalungun Sumatera Utara. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 7(1): 8-15.
- Supriatna, M., Mahmudi, M., dan Musa, M. 2020. Model pH dan hubungannya dengan parameter kualitas air pada tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Banyuwangi Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 4(3): 368-374.
- Timm, T. 2020. Observations on the life cycles of aquatic oligochaeta in aquaria. *Zoosymposia*, 17: 102-120.
- Trianto, M., Nuraini, N., Sukmawati, S., dan Kisman, M. D. 2020. Keanekaragaman genus serangga air sebagai bioindikator kualitas perairan. *Justek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(2): 61-68.
- Triawan, A. C., dan Arisandi, A. 2020. Struktur komunitas fitoplankton di perairan muara dan laut Desa Kramat Kecamatan Bangkalan Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(1): 97-110.
- Tugiyono, T., Daely, S. V. A., Umar, S., dan Rustiati, E. L. 2022. Nilai Nutrition Value Coefficient (NVC) ikan sebagai indikator biologi tingkat pencemaran Sungai Way Umpu Kecamatan Way Kanan Provinsi Lampung. *Jurnal Penelitian Sains*, 24(3): 99-106.
- Twardochleb, L., Hiltner, E., Pyne, M., dan Zarnetske, P. 2021. Freshwater insects CONUS: A database of freshwater insect occurrences and traits for the contiguous United States. *Global Ecology and Biogeography*, 30(4): 826-841.

- Valentino, N., Latifah, S., Setiawan, B., Hidayati, E., Awanis, Z. Y., dan Hayati, H. 2022. Karakteristik struktur komunitas makrozoobentos di perairan ekosistem mangrove Gili Lawang, Lombok Timur. *Jurnal Belantara*, 5(1): 119-130.
- Wahyuningrum, E. S., Muskananfolo, M. R., dan Suryanto, A. 2016. Hubungan tekstur sedimen, bahan organik dengan kelimpahan biota makrozoobentos di Perairan Delta Wulan, Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 5(1): 46-51.
- Wahyuningsih, E., Rahayu, N. L., dan Zaenuri, M. 2022. Pengaruh penambangan batu terhadap komunitas makrozoobentos di Sungai Logawa. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(2): 1047-1066.
- Wardiani, F. E., Wimbaningrum, R., dan Setiawan, R. 2019. The correlation between type of land use and water quality in the Rembangan River, Jember Regency. *Jurnal Ilmu Dasar*, 20(2):111-122.
- Wijayanti, D. A., Susanto, C. A. Z., Chandra, A. B., dan Zainuri, M. 2021. Identifikasi mikroplastik pada sedimen dan bivalvia Sungai Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 1(2): 101-109.
- Yanti, M., Susiana, S., dan Kurniawan, D. 2022. Struktur komunitas gastropoda dan bivalvia di ekosistem mangrove Perairan Desa Pangkil Kabupaten Bintan. *Jurnal Akuatiklestari*, 5(2): 102-110.
- Yulianti, N. L. V. Y., Mamangkey, N. G. F. M., Manembu, I. S. M., Kaligis, E. Y. K., Ompi, M. O., Undap, S. L. U., dan Maxs, M. M. 2023. Molluscs attached to a rocky substrate in the Manado Mall Reclamation Area, Bahu Sub-District, Manado. *Jurnal Moluska Indonesia*, 7(1): 26-35.
- Yuniarti, Y., dan Biyatmoko, D. 2019. Analisis kualitas air dengan penentuan status mutu air Sungai Jaing Kabupaten Tabalong. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 5(2): 52-69.
- Yusal, M. S., dan Hasyim, A. 2022. Kajian kualitas air berdasarkan keanekaragaman meiofauna dan parameter fisika-kimia di Pesisir Losari, Makassar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1): 45-57.
- Zeng, Z., Jiang, C., Tan, Q., Tang, B., dan Huang, Z. 2022. Larvae of a marine gastropod and a marine bivalve share common gene expression signatures during metamorphic competence. *Marine Biology*, 169(9): 117.