

**ANALISIS HUBUNGAN KUALITAS AIR TERHADAP STRUKTUR
KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI BAKO KECAMATAN
PANJANG, BANDAR LAMPUNG**

(SKRIPSI)

**ANNISA AMALIA RIZI
NPM 2117021055**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

ANALISIS HUBUNGAN KUALITAS AIR TERHADAP STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI BAKO KECAMATAN PANJANG, BANDAR LAMPUNG

Oleh

ANNISA AMALIA RIZI

Makrozoobentos merupakan salah satu indikator biologi yang dapat menjadi penilai kualitas perairan, karena makrozoobentos bersifat rentan terhadap perubahan kualitas perairan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan dan hubungan parameter air secara fisika-kimia terhadap struktur makrozoobentos di Sungai Bako Kecamatan Panjang, Bandar Lampung. Pengambilan sampel dengan metode purposive sampling menggunakan Ekman grab. Parameter fisika yang diamati adalah suhu dan TSS, sedangkan parameter kimia yang diamati meliputi pH, DO, COD, BOD, Nitrat, dan Fosfat. Makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Bako ada 6 spesies makrozoobentos dari 4 kelas, yaitu Gastropoda, Bivalvia, Insecta dan Oligochaeta. Makrozoobentos tertinggi ditemukan pada kelas Gastropoda yaitu *Melanoides tuberculata* dan *Melanoides turricula*. Struktur komunitas dari ketiga stasiun tersebut memiliki indeks keanekaragaman 1,10-1,4 tergolong dalam status tercemar sedang. Analisis korelasi Pearson menunjukkan hubungan positif antara keanekaragaman dengan nitrat, sedangkan keanekaragaman dengan BOD dan dominansi dengan nitrat menunjukkan adanya hubungan negatif.

Kata kunci: Makrozoobentos, Bioindikator, Faktor Fisika-Kimia, Sungai Bako

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN WATER QUALITY AND MACROZOOBENTHOS COMMUNITY STRUCTURE IN BAKO RIVER PANJANG DISTRICT, BANDAR LAMPUNG

BY

ANNISA AMALIA RIZI

Macrozoobenthos is one of the biological indicators used to assess water quality because macrozoobenthos are sensitive to changes in water quality. The purpose of this study was to determine the structure of the macrozoobenthos community as a bioindicator of water quality and to examine the relationship between physicochemical water parameters and macrozoobenthos structure in Bako river, Panjang District, Bandar Lampung City. Sampling was conducted using the purposive sampling method with an Ekman grab. Physical parameters observed included temperature and TSS, while chemical parameters analyzed were pH, DO, COD, BOD, Nitrate, and Phosphate. Six species of macrozoobenthos found in Bako river from 4 classes, namely Gastropoda, Bivalvia, Insecta, and Oligochaeta, were found in Bako River. The most abundant macrozoobenthos in the Gastropoda class were *Melanoides tuberculata* and *Melanoides turiculata*. The community structure across the three stations displayed a diversity index of 1.10–1.4, indicating moderate pollution. Pearson correlation analysis showed a positive relationship between diversity and nitrate, while diversity and BOD, as well as dominance and nitrate, showed negative relationships.

Keywords: Macrozoobenthos, Bioindicator, Physics-Chemical Factors, Bako River

**ANALISIS HUBUNGAN KUALITAS AIR TERHADAP STRUKTUR
KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI BAKO KECAMATAN
PANJANG, BANDAR LAMPUNG**

Oleh

Annisa Amalia Rizi

Skripsi

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

Pada

Jurusan Biologi

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : ANALISIS HUBUNGAN KUALITAS AIR
TERHADAP STRUKTUR KOMUNITAS
MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI BAKO
KECAMATAN PANJANG, BANDAR
LAMPUNG

Nama Mahasiswa : Annisa Amalia Rizki

Nomor Pokok Mahasiswa : 2117021055

Jurusan/Program Studi : Biologi/S1 Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



MENYETUJUI
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Drs. Tugiyono, M.Si, Ph.D
NIP. 196411191990031001

Prof. Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc
NIP. 196103111988031001

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung

Dr. Jaiti Mastur, M.Si
NIP. 198301312008121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

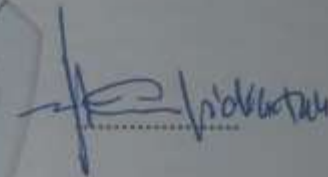
Ketua : Prof. Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D



Sekretaris : Prof. Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc



Penguji Utama : Prof. Dra. Endang Linirin
Widiastuti, M.Sc., Ph.D



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si

NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 8 Juli 2025

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Annisa Amalia Rizi
NPM : 2117021055
Program Studi : S1 Biologi
Jurusan : Biologi

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah berjudul “Analisis Hubungan Kualitas Air Terhadap Struktur Komunitas Makrozoobentos Di Sungai Bako Kecamatan Panjang, Bandar Lampung” ini adalah hasil karya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 1 Oktober 2025

Yang Menyatakan

The block contains an official stamp of the institution, which includes the Indonesian national emblem (Garuda) and the text 'METERAI TEMPEL' (Official Seal). Below the emblem is a unique identification number '782FCANX071581296'. Overlaid on the stamp is a handwritten signature in black ink.

Annisa Amalia Rizi

NPM: 2117021055

RIWAYAT HIDUP



Annisa Amalia Rizi adalah penulis skripsi ini. Penulis lahir pada 1 Oktober 2003 di Desa Pahmungan Kecamatan Pesisir Tengah Kabupaten Pesisir Barat. Penulis merupakan anak kedua dari tiga saudara pasangan bapak Zikri Yamin dan ibu Risda Yuarni. Penulis menempuh pendidikan di SDN Pahmungan dan menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar pada tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan di SMP N 2 Pesisir Tengah dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2018. Penulis melanjutkan pendidikan di SMA N 1 Pesisir Tengah dengan memperoleh prestasi non akademik tari kreasi dan menyelesaikan pendidikan tahun 2021. Penulis melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Lampung pada tahun 2021.

Penulis berhasil diterima sebagai mahasiswa pada program studi S1 Biologi Melalui Jalur SBMPTN. Selama Perkuliahan penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA unila Sebagai Anggota Bidang Ekspedisi tahun 2022, dan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) sebagai Kepala Dinas Pemberdayaan Perempuan tahun 2024. Selama menjadi mahasiswa Biologi , penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Botani Tumbuhan Tinggi tahun 2023-2024, Botani Tumbuhan Rendah, Ekologi Perairan, Zoologi Vertebrata tahun 2024. Pada bulan Desember 2023– Februari 2024 penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Lampung Laboratorium Mikrobiologi, dengan judul “Analisis Total Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* pada Sampel Air Minum Isi Ulang Kota Bandar Lampung Tahun 2023 dengan Metode *Membrane Filtration* di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung”. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2024 di Desa Sukaraja Tiga Kecamatan Marga Tiga Kabupaten Lampung Timur.

MOTTO

“aku mengejar pendidikan karena untuk keluargaku, aku bertahan sampai saat ini juga karena keluargaku. Jadi semua aku perjuangkan untuk keluargaku, bukan karna sekedar gelar untuk terlihat hebat melainkan ingin melihat keluargaku tersenyum melihatku berhasil atas do’a dan segala upaya”

(Penulis)

“ketika berbicara lelah semua orang pun lelah akan kehidupannya, tapi ingatlah saat kamu memulai ini semua karena apa dan untuk siapa”

(Penulis)

Fa inna ma'al usri yusroo. Inna ma'al 'usri yusroo

“sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan”

(Al-insyirah: 5-6)

PERSEMBAHAN

Kepada almamater tercinta
Universitas lampung

Alhamdulillah hirabbil alamin, dengan menghaturkan syukur dan pujian setinggi-tingginya kepada Allah Tuhan semesta alam yang telah memberikan kesehatan, kemampuan, ketabahan, dan kekuatan serta pertolongannya diarah yang tidak disangka-sangka kepadaku

Kupersembahkan kerja keras selama perkuliahan dalam bentuk karya kecil ini kepada kedua orang tuaku dan kakakku, adikku, dan orang-orang yang selalu bertanya:

“kapan selesai? Kapan wisuda?”

Langkah setiap orang tidak dapat diukur sama, setiap orang punya proses yang berbeda-beda sekalipun sudah direncanakan. Manusia hanya bisa merencanakan tapi allah punya jalannya.

SANWACANA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji hanya bagi Allah Swt. Tuhan semesta alam , karena hanya berkat rahmat dan hidayah-Nya , penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "**ANALISIS HUBUNGAN KUALITAS AIR TERHADAP STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI BAKO KECAMATAN PANJANG, BANDAR LAMPUNG**" sebagai salah satu syarat meraih gelar Sarjana Sains (S.Si) Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian laporan praktik kerja lapangan ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dan juga keterlibatan berbagai pihak. Oleh karena itu , penulis ingin mengucapkan terimakasih sebanyak banyaknya kepada :

1. Kedua orangtua ku tersayang bapak Zikri Yamin dan ibu Risda Miarni yang telah memberikan dukungan , doa , semangat , dan menjadi tempat untuk berkeluh kesah serta menjadi alasan penulis agar tidak berhenti berjuang dalam proses mendapatkan gelar S.Si ini.
2. Kedua saudaraku Ramdani Rasyid S.Pi dan Rasyehan Yamin yang selalu memberi dukungan positif selama hidup .
3. Bapak Prof. Drs.Tugiyono, M.Si., Ph.D selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing I, yang telah menjadi orang tua selama perkuliahan dan dengan sabar memberikan bimbingan kepada penulis selama perkuliahan dan menyusun skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc selaku dosen pembimbing I yang dengan sabar memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis menyusun skripsi ini.
5. Ibu Prof. Dra. Endang Linirin Widiastuti, M.Sc., Ph.D selaku dosen penguji yang sudah memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.

6. Bapak Drs. Suratman Umar, M.Sc selaku kepala laboratorium ekologi jurusan Biologi yang sudah memberikan masukan masukan selama menjalankan semester akhir ini .
7. Bapak Dr. Jani Masteri ,S.Si.,M.Si selaku ketua jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Sepupu-sepupu saya yang telah memberi dukungan positif selama masa perkuliahan yaitu Ade Isthia Septina, Mutia Aqila, Rona Deviana, Rezkika Seftarina dan Jeny Restika sebagai tempat keluh kesah.
9. Teman seperjuangan dalam perkuliahan yaitu mertia ayu pamungkas, adila putri patriciana, oktavia pupung sari, dan teman-teman Biologi A 2021 yang selalu memberikan dorongan semangat dan berbagi suka duka selama perkuliahan.
10. Dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan akhir kerja praktik ini.

Penulis juga menyadari bahwa dalam proses penyelesaian laporan kerja praktik kerja lapangan ini tidak terlepas dari kesempurnaan. Oleh karena itu , penulis menerima kritik , saran , dan juga masukan yang membangun sehingga dapat menjadi sebuah perbaikan kedepannya sehingga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Bandar Lampung, 1 Oktober 2025

Penulis,

Annisa Amalia Rizi

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pikir Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sungai.....	6
2.2 Pencemaran Sungai.....	9
2.3 Makrozoobentos Sebagai Bioindikator.....	11
2.4 Faktor Fisika-Kimia Yang Mempengaruhi Makrozoobentos.....	14
III. METODE KERJA.....	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	17
3.3.1 Penentuan stasiun penelitian.....	18
3.3.2 Pengambilan sampel makrozoobentos.....	20
3.3.3 Pengukuran parameter fisika dan kimia.....	20
3.3.4 Analisis data.....	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil.....	27
4.1.1 Makrozoobentos.....	27
4.1.2 Parameter fisika dan kimia.....	29
4.1.3 Hubungan antar struktur komunitas makrozoobentos dan parameter fisika-kimia.....	29

4.2 Pembahasan	30
4.2.1 Makrozoobentos	30
4.2.2 Parameter fisika dan kimia	36
4.2.3 Hubungan antar struktur komunitas makrozoobentos dan parameter fisika-kimia.....	44
V. SIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Simpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. <u>Penentuan status mutu air berdasarkan indeks keanekaragaman</u>	24
2. <u>Penentuan status mutu air berdasarkan indeks keseragaman</u>	24
3. <u>Penentuan status mutu air berdasarkan indeks dominansi</u>	25
4. <u>Penentuan status mutu air berdasarkan indeks kekayaan jenis</u>	25
5. <u>Interval korelasi dan tingkat hubungan antar faktor</u>	26
6. <u>Distribusi spesies makrozoobentos yang ditemukan di lokasi penelitian</u>	27
7. <u>Hasil pengukuran parameter fisika-kimia di sungai bako Kecamatan Panjang, Kota Bandara Lampung</u>	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pola aliran sungai	7
2. Peta lokasi penelitian sungai Bako Kecamatan Panjang Kota Bandar Lampung	19
3. Distribusi spesies makrozoobentos perstasiun pengamatan	28
4. <u>Distribusi spesies makrozoobentos berdasarkan nilai indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dominansi C, dan kekayaan jenis (D_{mg}).....</u>	28

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Lampung merupakan provinsi yang terletak di ujung pulau sumatera. Provinsi Lampung dibentuk pada tanggal 18 Maret 1964. Awalnya provinsi Lampung tergabung provinsi Sumatera Selatan. Ibu kota Provinsi Lampung adalah Bandar Lampung. Kota Bandar Lampung terletak pada lintang selatan antara $5^{\circ} 20'$ dan $5^{\circ} 30'$ serta bujur timur antara $105^{\circ} 28'$ dan $105^{\circ} 37'$. Bandar Lampung menjadi pusat kegiatan pemerintahan, sosial, politik, pendidikan dan kebudayaan, kota ini merupakan pusat kegiatan perekonomian daerah Lampung. Secara pembagian wilayah Bandar Lampung memiliki 20 kecamatan dan 126 kelurahan di antaranya Bumi waras, Enggal, Kedamaian, Kedaton, Kemiling, Labuhan Ratu, Langkapura, Rajabasa, Sukabumi, Sukarame, Tanjung Senang, Way Halim, Tanjung Karang Barat, Tanjung Karang Pusat, Tanjungkarang Timur, Teluk Betung Barat, Teluk Betung Selatan, Teluk betung Timur, Teluk Betung Utara, dan Panjang.

Batas-batas wilayah kota Bandar Lampung sebagai berikut

Batas utara	: Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung selatan
Batas selatan	: Kecamatan Padang Cermin, Ketibung dan Teluk Lampung, Kabupaten Lampung Selatan
Batas timur	: Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan
Batas barat	: Kecamatan Gedung Tataan dan Padang Cermin Kabupaten Lampung Selatan

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2025 jumlah penduduk Kota Bandar Lampung mencapai 1.214,33 ribu jiwa. Peningkatan jumlah penduduk secara langsung menyebabkan kenaikan kebutuhan hidup salah

satunya air. Air berperan penting dalam menopang kehidupan manusia. Sumber daya air saat ini tidak mampu memenuhi permintaan yang terus meningkat, sementara kualitas air semakin menurun. Air dibagi menjadi air permukaan, air tanah dan air hujan. Air sungai berasal dari air hujan dan mata air yang berada di permukaan tanah. Manusia biasanya menggunakan sumber daya air sungai untuk berbagai hal (Latuconsina, 2020). Air sungai memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi yang tercampur dengan lumpur, pasir, dan kotoran lainnya (Badu dkk., 2023). Di Indonesia banyak sungai-sungai yang mengalami penurunan kualitas air yang disebabkan oleh pencemaran. Pencemaran air disebabkan oleh berbagai sumber seperti aktivitas industri, pertanian, rumah tangga, dan lain-lain. Pencemaran air dapat mempengaruhi kualitas air. Kualitas air menggambarkan kesesuaian atau kecocokan air untuk penggunaan tertentu misalnya sumber air bersih kebutuhan sehari-hari, air minum, perikanan, pengairan atau irigasi, dan lain-lain (Noviarni dkk., 2023).

Salah satu aliran sungai yang ada di Kecamatan Panjang, Kota Bandar Lampung adalah Sungai Bako. Sungai Bako dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk keperluan sehari-hari seperti pengaliran air bersih dari rumah ke rumah, mandi dan mencuci baju. Namun tak banyak masyarakat sekitar tahu apakah air sungai tersebut tercemar atau tidak sehingga masih layak untuk dijadikan sumber air bagi kebutuhan sehari-hari. Aktivitas masyarakat Sungai Bako juga mengambil alih fungsi pencemaran sungai dengan tindakan kegiatan sehari-hari, secara tidak sengaja telah menambah jumlah bahan anorganik pada perairan, dan mencemari misalnya, pembuangan limbah rumah tangga (limbah domestik) diantaranya buangan air rumah tangga, air cucian, urin, tinja serta sampah yang dibuang secara langsung di sepanjang aliran sungai (Hadi, 2023). Aktivitas-aktivitas tersebut secara tidak langsung dapat memengaruhi kualitas air sungai yang akan memberi dampak terhadap organisme akuatik yang berada di sungai tersebut (Raharjo dan Taher, 2024).

Penurunan kualitas perairan berdampak bagi kehidupan biota akuatik salah satunya makrozoobentos. Keberadaan makrozoobentos dapat digunakan sebagai parameter biologi dalam pemantauan kualitas air sungai karena makrozoobentos dapat menghabiskan seluruh hidupnya di lingkungan tersebut. Makrozoobentos lebih sensitif terhadap gangguan lingkungan dan sedimen karena pergerakan makrozoobentos relatif menetap pada suatu substrat tertentu yang akan mempengaruhi komposisi, keanekaragaman dan dominansi (Marsudi dan Lufira, 2021). Perairan dengan kualitas baik akan memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi dan perairan tercemar sebaliknya akan memiliki keanekaragaman jenis yang rendah (Jailani dan Taru, 2024). Spesies makrozoobentos yang biasa ditemukan di perairan adalah *Sulcospira testudinaria*, *Clea helena*, *Parathelphusa convexa*, *Tarebia granifera*, *Filopaludina javanica*, *Thiara scabra*, *Melanoides tuberculata*, *Pila polita*, *Radix rubiginosa*, *Boyeria vinosa*, *Tubifex* sp., dan *Macrobrachium latidactylus* (Ayu dkk., 2023).

Oleh karena itu, penelitian ini terfokus pada analisis secara biologi dengan mengamati struktur komunitas makrozoobentos meliputi keanekaragaman, keseragaman, dominansi dan indeks kekayaan yang ditemukan di sungai Bako, Kecamatan Panjang, Kota Bandar Lampung. Perubahan struktur tersebut merupakan pertanda adanya gangguan fisika dan kimia dari perairan tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui struktur komunitas makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan dan hubungan parameter kualitas air secara fisika-kimia terhadap struktur makrozoobentos di Sungai Bako Kecamatan Panjang, Bandar Lampung.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat memberikan informasi mengenai tingkat pencemaran sungai berdasarkan parameter biologi yaitu struktur komunitas makrozoobentos.
2. Dapat menjadi acuan pemerintah setempat dalam pengambilan kebijakan di wilayah aliran sungai Bako Kecamatan Panjang, Bandar Lampung.

1.4 Kerangka Pikiran Penelitian

Air berperan penting dalam menopang kehidupan manusia. Sumber daya air saat ini terus mengalami penurunan. Penurunan kualitas air disebabkan oleh berbagai hal seperti industri, pertanian, rumah tangga, dan lain-lain.

Salah satu aliran sungai yang ada di Kota Bandar Lampung adalah sungai Bako berlokasi di Kecamatan Panjang. Sungai Bako dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk keperluan sehari-hari seperti mandi dan mencuci baju. Letak sungai Bako yang berada di kawasan padat penduduk dapat menjadi faktor penurunan kualitas air dengan tindakan kegiatan sehari-hari seperti pembuangan limbah rumah tangga diantaranya air cucian, urin, tinja serta sampah yang dibuang secara langsung di sepanjang aliran sungai

Penurunan kualitas perairan berdampak bagi kehidupan biota akuatik salah satunya makrozoobentos. Makrozoobentos dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas air sungai karena Makrozoobentos dapat menghabiskan seluruh hidupnya di lingkungan tersebut dan sensitif terhadap gangguan lingkungan yang akan mempengaruhi struktur komunitas. Struktur komunitas makrozoobentos dapat digunakan untuk menggambarkan ekosistem sungai. Selain itu faktor fisika- kimia dapat menentukan pola sebaran makrozoobentos di lingkungannya.

Faktor fisika-kimia mempengaruhi kehidupan makhluk hidup bentos. Faktor-faktor ini seperti suhu, pH, DO, dan zat kimia lainnya, dapat mempengaruhi kemampuan organisme bentos untuk bertahan hidup, berkembang, dan bereproduksi. Perubahan pada faktor-faktor ini dapat menyebabkan kerusakan habitat dan penurunan keanekaragaman bentos. Oleh karena itu, keberadaan makrozoobentos dapat dijadikan bioindikator.

II. TINJAUAN PUSTAKA

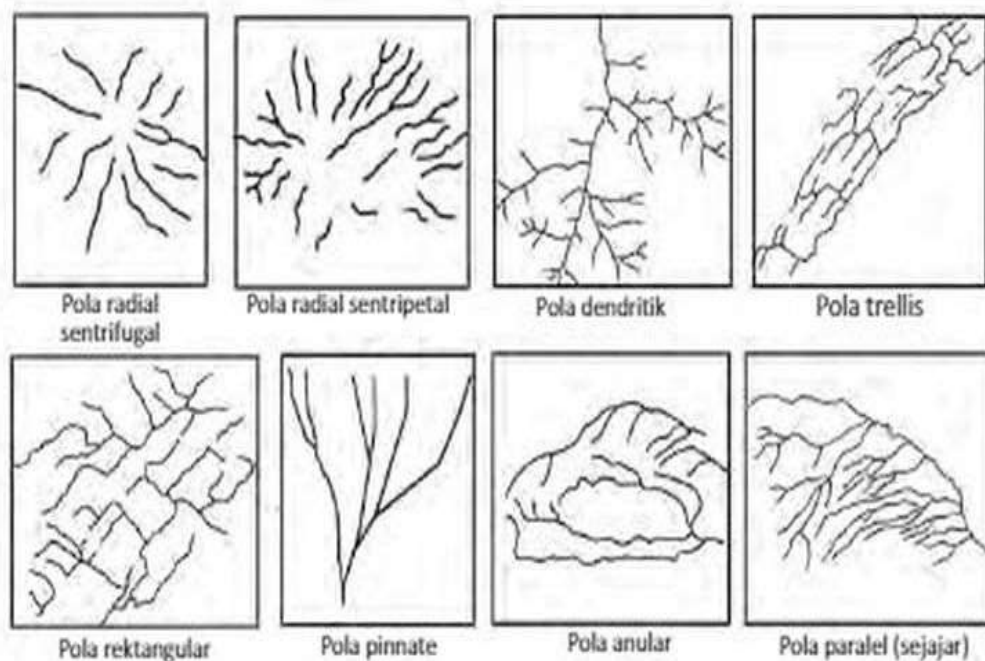
2.1 Sungai

Sungai merupakan aliran air di permukaan bumi yang mengalir secara terus menerus dari hulu menuju hilir yang bersifat memanjang. Sungai terbentuk secara alami di permukaan bumi, oleh karena itu sungai sering kali disebut drainase alam (Kopalit dkk., 2020). Aliran sungai mengalir secara gravitasi yaitu dari tempat tinggi menuju ke tempat yang lebih rendah. Arus atau kecepatan aliran air pada sungai berbanding lurus dengan kemiringan lahan. Pada daerah hulu arus sungai relatif cepat sedangkan pada daerah hilir pergerakan air menjadi lebih lambat (Yanel, 2023). Sungai tidak selalu mengalir lurus, ada juga yang berkeluk dan dipengaruhi lingkungan sehingga membentuk pola aliran sungai. Pola aliran sungai adalah sebuah kumpulan dari sungai-sungai yang memiliki bentuk yang sama dalam hal itu menggambarkan kondisi profil dan juga genetika sungai itu sendiri. Terbentuknya pola aliran sungai ini disebabkan adanya berbagai faktor alami, diantaranya yaitu jenis tanah dan juga batuan, topografi, morfologi, kemiringan, tingkat erosi, dan struktur geologi. Seiring berjalannya waktu, sistem jaringan yang ada di sungai akan membentuk pola aliran sungai yang bercabang dan akan menyesuaikan dengan faktor lingkungan sekitar (Ishak dkk., 2023)

Menurut Ishak dkk., (2023) secara umum pola aliran sungai terdapat beberapa jenis, seperti disajikan pada Gambar 1. Adapun pola aliran sungai tersebut yaitu:

- 1 Pola aliran radial sentrifugal, pola aliran ini bersifat menyebar dan meninggalkan pusatnya, pola aliran ini dapat dilihat daerah gunung.
- 2 Pola aliran radial sentripetal, pola aliran ini sumbernya berasal dari berbagai arah kemudian alirannya menuju pusat.

- 3 Pola aliran denrdritik, pola aliran ini berbentuk seperti cabang pohon yang tidak teratur, pola aliran ini dapat dilihat daerah plato.
- 4 Pola aliran trellis, pola aliran ini membentuk tulang daun atau teralis, pola aliran ini dapat dilihat daerah pegunungan lipatan.
- 5 Pola aliran rectangular, pola aliran ini yang membentuk sudut siku-siku (90°), pola aliran ini dapat dilihat daerah patahan atau tingkat kekerasan batu.
- 6 Pola aliran pinnate, pola aliran ini yang di mana muara-muara anak sungainya membentuk sudut lancip
- 7 Pola aliran annular, pola aliran ini pada sungai utamanya berbentuk lingkaran dan pola aliran anak sungainya berbentuk hampir tegak lurus dengan sungai utama.
- 8 Pola aliran parallel, pola aliran ini anak sungainya saling sejajar atau hampir sejajar. Anak sungainya bermuara ke sungai utama dengan sudut lancip, atau langsung bermuara ke laut.



Gambar 1. Pola aliran sungai

Sumber: Ishak dkk., (2023).

Menurut Marsudi dan Lufira (2021) secara umum sungai dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. Bagian Hulu

Bagian hulu merupakan daerah perbukitan dan pegunungan. Bagian hulu debit aliran sungai jauh lebih tinggi dibandingkan area hilir, sehingga pada saat banjir material seperti partikel pasir halus, material pasir, kerikil dan bebatuan dari hulu akan terbawa arus menuju hilir.

2. Bagian Tengah

Bagian tengah merupakan daerah transisi antara hulu dengan hilir. Daerah ini dasar sungai memiliki kemiringan yang lebih landai, sehingga kecepatan aliran lebih rendah dibandingkan bagian hulu. Daerah ini merupakan wilayah persentase erosi dan pengendapan seimbang.

3. Bagian Hilir

Bagian hilir merupakan daerah pembuangan yang berbatasan dengan perairan asin, daerah ini arus sungai yang landai sehingga alirannya lebih lambat. Situasi ini sangat mendorong pembentukan endapan. Endapan sedimen yang terbentuk biasanya berupa pasir halus, lanau, sedimen organik dan jenis sedimen lain.

Menurut Ishak dkk., (2023) berdasarkan sumber airnya sungai dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

1. Sungai gletser, sungai gletser merupakan sungai yang sumber airnya berasal dari pencairan es.
2. Sungai air hujan, sungai air hujan merupakan sungai yang sumber airnya berasal dari air hujan. Sungai ini pada daerah yang memiliki curah hujan yang tinggi.
3. Sungai campuran, sungai campuran merupakan sungai yang sumber airnya berasal lebih dari dua sumber, sumbernya dapat berasal dari es, air hujan, dan dari sumber mata air.

2.2 Pencemaran Sungai

Sungai merupakan salah satu sumber air yang sering mengalami pencemaran (Pangastuti dkk., 2022). Pencemaran merupakan penyimpangan dari keadaan normalnya. Jadi pencemaran sungai merupakan kondisi suatu perairan yang telah mengalami penyimpangan dari keadaan normalnya seperti kontaminasi dari berbagai sumber (Muadifah, 2019). Pencemaran air sungai dapat terjadi dari dua sumber yaitu sumber tertentu dan tak tentu, sumber tertentu berasal dari limbah aktivitas industri dan limbah domestik terpadu. Sedangkan untuk sumber tak tentu bersumber dari kegiatan pemukiman, pertanian, dan transportasi (Firmansyah dkk., 2021).

Sungai memiliki daya dukung yang berbeda-beda, daya dukung sungai ditentukan dari selisih daya tampung beban pencemaran dengan beban pencemaran itu sendiri. Sedangkan daya tampung beban pencemaran sungai diartikan sebagai kapasitas sungai dalam menampung pencemaran yang masuk ke perairan dalam tingkat tertentu (Firmansyah dkk., 2021). Pengertian tingkat tertentu tersebut adalah tingkat kualitas air yang menjadi batas antara tingkat tak cemar (tingkat kualitas air belum sampai batas) dan tingkat cemar (kualitas air yang telah sampai ke batas atau melewati batas). Masuknya komponen lain ke dalam air sehingga menyebabkan kualitas air tercemar. Sedangkan aspek akibat dapat dilihat berdasarkan penurunan kualitas air sampai ke tingkat tertentu (Muadifah, 2019).

Menurut Nurbaya dan Puspito (2023) pencemaran perairan memberikan dampak pada ekosistem perairan dan kehidupan organisme akuatik. Bahan pencemar memiliki tingkat toksisitas yang berbeda-beda tergantung pada konsentrasi dan jenis bahan pencemar. Pada kehidupan organisme akuatik toksisitas bahan pencemar akan berdampak terhadap gangguan enzim. Enzim merupakan katalisator dari semua fungsi tubuh organisme akuatik. Secara umum, dampak toksisitas bahan pencemar terhadap organisme akuatik, yakni: lethal, sublethal, akut, kronis, dan akumulatif.

- 1 Lethal merupakan kematian secara langsung pada organisme akuatik yang disebabkan oleh keracunan. Keracunan tersebut disebabkan karena masuknya bahan pencemar atau toksik ke dalam perairan.
- 2 Sublethal berbeda dengan lethal. Sublethal tidak langsung menimbulkan kematian pada organisme akuatik, tetapi menyebabkan perubahan perilaku, kegagalan pertumbuhan dan gangguan fungsi tubuh.
- 3 Akut merupakan efek yang terjadi secara singkat dan menimbulkan kematian pada organisme akuatik.
- 4 Kronis merupakan kematian secara perlahan pada organisme akuatik dalam periode waktu yang lama. Kronis dapat menyebabkan kematian (lethal) dan sublethal.
- 5 Akumulatif merupakan efek pencemaran dalam tubuh organisme akuatik yang terakumulasi secara terus menerus sehingga menyebabkan peningkatan konsentrasi bahan pencemar di perairan.

Menurut PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, di lampiran VI fungsi baku mutu air nasional dibagi menjadi empat kelas yaitu:

- a Kelas I: Di kategorikan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- b Kelas II: Di kategorikan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- c Kelas III: Di kategorikan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut; dan
- d Kelas IV: Di kategorikan untuk mengairi pertanaman dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.3 Makrozoobentos Sebagai Bioindikator

Bioindikator kualitas perairan merupakan komponen biotik meliputi tanaman, hewan, dan mikroba yang dapat dijadikan indikator kualitas perairan di suatu tempat. Bioindikator dapat digunakan sebagai pengukur kualitas air karena biota yang menjadi indikator dapat memberikan respon secara spesifik terhadap perubahan lingkungan yang terjadi misalnya suhu, pH dan sebagainya. Perairan yang tercemar akan mempengaruhi kelangsungan hidup biota suatu ekosistem perairan. Oleh karena itu biota akuatik berperan dalam keseimbangan suatu ekosistem perairan (Rosyadi dan Ali, 2020).

Makrozoobentos adalah organisme yang tersaring oleh saringan berukuran 1,0 mm x 1,0 mm. Berdasarkan letaknya makrozoobentos dikategorikan menjadi dua macam, yaitu makrozoobentos infauna dan epifauna. Makrozoobentos infauna merupakan makrozoobentos yang hidup dengan membenamkan diri dibawah lumpur atau sedimen sedangkan makrozoobentos epifauna yang hidup di permukaan substrat (Suryana dkk., 2024). Berdasarkan pergerakannya makrozoobentos dapat dibedakan kedalam kelompok hewan yang hidupnya menetap dan hewan yang berpindah-pindah (Harahap, 2022).

Makrozoobentos merupakan indikator yang baik untuk menentukan kualitas air. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor pendukung antara lain makrozoobentos bersifat relatif menetap atau mempunyai mobilitas yang rendah, mudah ditemukan hampir di semua perairan dan mempunyai banyak jenis, dan rentan terhadap perubahan kualitas air tempat tinggalnya sehingga berdampak pada kelimpahan. Setiap jenis makrozoobentos akan memberikan respons yang berbeda tergantung pada polutan atau limbahnya; mobilitasnya terbatas sehingga dapat dijadikan indikator kondisi lingkungan. Mudah ditemukan dan diidentifikasi, minimal pada tingkat keluarga, serta tidak mempengaruhi organisme lain (Chertoprud dkk., 2023).

Kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos sangat bergantung pada toleransi dan kepekaan terhadap kondisi lingkungan. Adapun faktor alami yang mempengaruhi keberadaan dan distribusi makrozoobentos antara lain kecepatan arus, substrat dasar, suhu, oksigen terlarut, pH, kekeruhan, berat jenis tersuspensi, makanan, persaingan, hubungan predasi, dan penyakit Organisme yang hidup di perairan (Chertoprud dkk., 2023). Penurunan kelimpahan dan komposisi organisme makrozoobentos dapat digunakan dalam mengindikasikan adanya gangguan ekologi yang terjadi pada suatu perairan. Kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos sangat bergantung pada toleransi dan kepekaan terhadap kondisi lingkungan. Toleransi hewan bentos bervariasi tergantung pada lingkungannya (Golovatyuk dkk., 2023).

Menurut Harahap (2022) berdasarkan kebiasaan makannya Makrozoobentos dapat dibedakan menjadi 2 yaitu:

1. *Filter feeder* merupakan makrozoobentos dengan kebiasaan makannya menyaring partikel-partikel detritus yang masih melayang dalam perairan. Contohnya, Balanus (Crustacea), Nereis (Polychaeta), Crepidula (Gastropoda)
2. *Deposit feeder* merupakan makrozoobentos dengan kebiasaan makannya memakan partikel-partikel detritus yang telah mengendap di dasar perairan. Contohnya Terella dan Amphitrite (Polychaeta), Tellina dan Arca (Bivalvia)

Menurut Harahap (2022) spesies makrozoobentos yang terdapat di perairan terdiri atas:

1. *Tubifex* sp
Tubifex sp merupakan cacing berukuran kecil, ramping, bulat, dan terdiri atas 30-60 segmen. *Tubifex* sp terdiri dari dua lapisan otot yang membujur dan melingkar sepanjang tubuhnya. Panjangnya antara 10-30 mm dengan warna tubuh kemerah-merahan. Habitatnya di tempat pasir berlumpur.

2. *Neanthes* sp

Tubuh panjang, pada prostomium terdapat sepasang palp, sepasang antena, dan 2 pasang mata pada peristomium terdapat 4 pasang ciri pharing dengan 2 buah rahang besar. Ukuran tubuh 5-25 cm warna tubuh hitam kecoklatan. Habitatnya di tempat pasir berlumpur.

3. *Boyeria* sp

Boyeria sp merupakan insekta dengan tubuh panjang, ramping dan hidup di pasir berlumpur. Matanya adalah berwarna hijau, serta memiliki sayap depan dan belakang dalam bentuk dan ukuran yang sama. *Boyeria* sp memiliki sayap berukuran 95 mm dengan panjang 71 mm. Spesies jantan *Boyeria* sp memiliki pigmen berwarna hijau sedangkan pada betina berwarna kecoklatan.

4. *Gomphus* sp

Gomphus sp merupakan Insekta yang hidup di pasir berlumpur dengan tubuh panjang dan ramping. *Gomphus* sp memiliki sayap depan dan belakang hampir sama dalam bentuk dan ukuran yang berbentuk memanjang dan bervena banyak serta membrannya, sayap depan dan belakang hampir sama dalam bentuk dan ukuran.

5. *Argia* sp

Argia sp hidup di pasir berlumpur halus. *Argia* sp memiliki ciri-ciri insang sekitar setengah luas panjang kepala, tidak ada setaemental, dengan air 1-4 setae labial lateral, berdiri dan lambat dan didistribusikan secara lambat.

6. *Miathyria* sp

Memiliki hook punggung pada segmen perut kedelapan, labium dengan 7 lateral dan 9 sampai 11 setae perapian, tubuhnya berwarna coklat kehitaman, memiliki panjang 6-12cm. Habitatnya ditempat yang berlumpur.

7. *Pelocoris* sp

Pelocoris sp hidup di tempat berlumpur, bentuk tubuh sangat cembung, berwarna kuning kecoklatan dan mempunyai sepasang mata mata anterior konvergen.

8. *Naucorinae* sp

Naucorinae sp merupakan Insekta dengan panjang tubuh 0,6 mm yang hidup di tempat pasir berlumpur. Warna kuning kecoklatan, mempunyai mata sepasang mata yang besar dan memiliki dua antenna.

9. *Paraleptophlebia* sp

Insekta dengan tubuh memanjang kecil, memiliki mata yang besar, memiliki sayap dan bentuk ekornya memanjang yang akan berfungsi sebagai pergerakan. Habitatnya di tempat berlumpur.

10. *Pleurocera* sp

Cangkangnya mempunyai lekukan-lekukan dengan jumlah 5 dan ukuran cangkang 5-10 cm dari bawah besar dan keatas semakin kecil dan meruncing, warna coklat kekuningan mempunyai 2 tentakel dan sepasang mata, daging tubuh yang lunak. Habitatnya di tempat bebatuan dan pasir berlumpur.

11. *Goniobasis* sp

Ukuran tubuh berkisar 3-8 cm, bagian bawah cangkangnya lebih besar dan keatas meruncing dan kecil, warna coklat kehitaman dan cangkang bulat panjang, mata terdapat pada dasar tentakel. Habitatnya ditempat bebatuan dan pasir berlumpur.

2.4 Faktor Fisika-Kimia Yang Mempengaruhi Makrozoobentos

Standar kualitas air dapat dianalisis berdasarkan pengukuran konsentrasi kandungan unsur yang tercantum di dalam baku mutu kualitas air sehingga dapat digunakan sebagai tolak ukur dalam pemenuhan kualitasnya. Parameter fisika-kimia merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan berbagai macam organisme di perairan, karena parameter tersebut dapat mempengaruhi laju aktivitas metabolisme, pertumbuhan, dan perkembangan organisme yang hidup di air. Selain itu parameter fisika-kimia juga berperan sebagai pembentuk energi bagi semua kehidupan makhluk hidup di perairan, penentu kesuburan perairan, menjaga keseimbangan difusi

atau osmosis, dan mendukung terciptanya proses respirasi dan sistem berkembang biak bagi organisme yang hidup di dalam lingkungan perairan. Salah satu parameter biologi yang efektif dijadikan sebagai indikator kualitas perairan adalah jenis makrozoobentos yang merupakan organisme dasar perairan dari bentos (Yusal & Hasyim, 2022).

Kehidupan biota akuatik melakukan penyebaran baik jenis dan komunitas pada makroinvertebrata. Suatu komunitas biota banyak atau sedikitnya ditentukan oleh sifat fisika kimia dan biologis perairan. Sifat fisika kimia pada perairan sungai sangat penting bagi suatu ekologi, oleh karena itu, selain melakukan pengamatan terhadap faktor biotik seperti pada makrozoobentos, perlu juga dilakukan pengamatan parameter fisika dan kimia suatu perairan (Yusal & Hasyim, 2022). Menurut Nurbaya dan Puspito (2023) adapun faktor fisika dan kimia yang mempengaruhi kualitas suatu perairan:

- a. Suhu merupakan suatu ukuran yang menunjukkan derajat panas benda, Suhu biasa di gambarkan sebagai ukuran energi gerakan molekul. Suhu sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem suatu perairan.
- b. Kekeruhan menggambarkan sifat optik air terhadap transmisi cahaya dimana kekeruhan membatasi masuknya cahaya ke dalam sungai.
- c. Derajat keasaman (pH) merupakan suatu ukuran dari konsentrasi dari ion hydrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah asam atau basah. Organisme perairan mempunyai kemampuan berbeda dalam menolerir pH perairan. Batasan toleransi organisme terhadap pH bervariasi.
- d. Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama yang berguna bagi pertumbuhan. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan.
- e. Fosfat merupakan salah satu bahan kimia yang keberadaannya sangat penting bagi semua makhluk hidup, terutama dalam pembentukan

protein dan transfer energi didalam sel seperti Adenosina trifosfat (ATP) dan Adenosina difosfat (ADP).

- f. *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan padatan yang terdapat pada air namun tidak terlarut yang menyebabkan kekeruhan.
- g. *Total Dissolved Solid* (TDS) merupakan padatan yang terlarut dalam air berupa zat organik ataupun non organik.
- h. *Dissolved Oxygen* (DO) merupakan banyaknya oksigen terlarut dalam suatu perairan. Kehidupan di air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 5 mg oksigen setiap liter air.
- i. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) merupakan banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik, pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi.
- j. *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses oksidasi kimia yang dinyatakan dalam mg.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Bako Kecamatan Panjang, Kota Bandar Lampung yang dibagi menjadi tiga stasiun pengambilan sampel yang telah ditentukan yaitu pada bagian hulu, tengah dan hilir. Penelitian ini dilakukan pada 13-25 Januari 2025. Identifikasi sampel makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Analisis kandungan fisika-kimia dilakukan di Laboratorium Syslab.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Ekman Grab, *Global Position System* (GPS), saringan ukuran 1,0 mm x 1,0 mm, kantong plastik, pH meter, termometer, mikroskop Olympus CX41, DO meter AZ-8403, loup, gelas objek, botol kaca, kamera HP, label, spidol, buku identifikasi *Fresh Water Biology 2nd edition* (Edmondson, 1959), *ice pack* dan *ice box*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel air pada titik stasiun sampling, sampel, formalin 40%.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

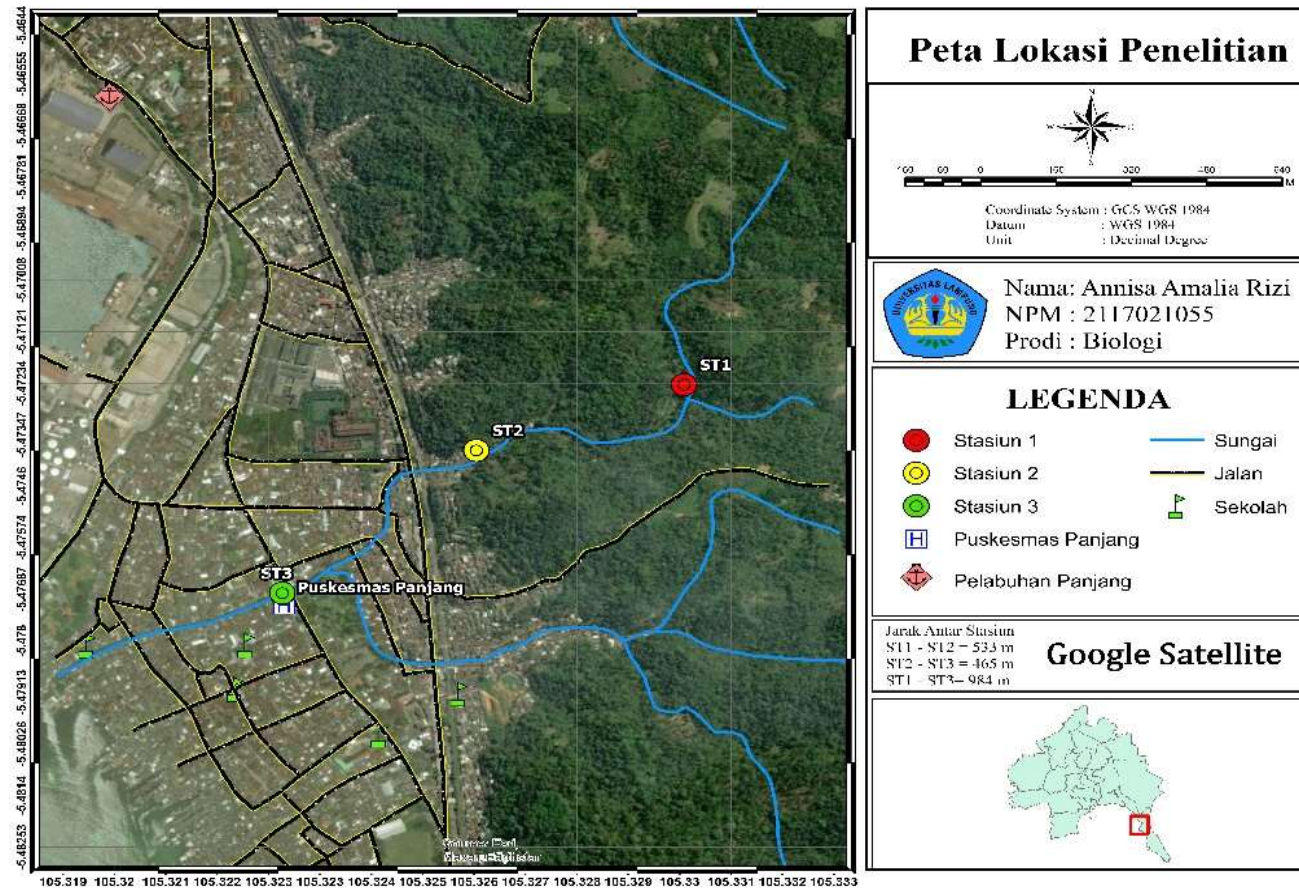
Penelitian menggunakan metode *purposive sampling* dalam penentuan titik pengambilan sampel yang didasarkan adanya pertimbangan penggunaan tata guna lahan yang berbeda. Pada penelitian ini pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan menggunakan Ekman grab dengan luas 30 x 30

cm. Pengambilan sampel dilakukan pada setiap stasiun di tiga titik pengambilan yaitu tepi kiri, tengah dan kanan sungai. Proses pengambilan dan identifikasi sampel air dilakukan oleh Laboratorium Syslab. Parameter kualitas air yang di analisis meliputi suhu, pH, DO, TSS, COD, BOD, Nitrat dan Fosfat. Sampel makrozoobentos yang sudah diambil kemudian diidentifikasi di Laboratorium Zoologi FMIPA Universitas Lampung

3.3.1. Penentuan Stasiun Penelitian

Penentuan lokasi dilakukan berdasarkan hasil perbedaan tata guna lahan dan pengambilan titik koordinat menggunakan *Global Position System* (GPS). Peta lokasi stasiun penelitian (**Gambar 2**) menjelaskan titik kordinat dari stasiun hulu, tengah dan hilir. Adapun 3 titik stasiun pengambilan sampel sebagai berikut:

- 1 Stasiun 1 (ST1) hulu Sungai Bako, Kelurahan Panjang Utara, merupakan daerah jauh dari aktivitas kehidupan dan permukiman (S : 05° 28' 20,5", E: 105° 19' 49,5").
- 2 Stasiun 2 (ST2) tengah Sungai Bako, Kelurahan Panjang Utara, merupakan daerah padat penduduk dan pusat aktivitas kehidupan (S : 05° 28' 25,7", E : 105° 19' 35,3").
- 3 Stasiun 3 (ST3) hilir Sungai Bako, Kelurahan Panjang Utara, merupakan daerah ujung sungai yang sudah terkontaminasi dari hulu dan tengah. Hilir juga menjadi tempat pertemuan antara sungai dan laut (S : 05° 28' 37", E : 105° 19' 22").



Gambar 2. Peta lokasi penelitian Sungai Bako Kecamatan Panjang Kota Bandar Lampung
Sumber : Google Earth

3.3.2. Pengambilan Sampel Makrozoobentos

Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan pada tiga stasiun yang telah ditentukan dengan bantuan alat *Ekman grab*. Namun pada sungai dengan kedalaman 5–10 cm diambil menggunakan sekop dengan ukuran 30 cm X 30 cm. Pada setiap stasiun pengambilan sampel diambil tiga titik yaitu tepi kanan, tengah, dan kiri sungai. Sampel sedimen yang diperoleh pada setiap titik stasiun pengambilan dikomposit menjadi satu kemudian dimasukkan kedalam wadah plastik yang sudah ditandai dan diberi formalin 40%. Selanjutnya sedimen yang diperoleh dilakukan penyaringan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung menggunakan saringan ukuran 1,0 mm x 1,0 mm, kemudian diidentifikasi menggunakan buku identifikasi *Fresh Water Biology 2nd edition* (Edmondson, 1959).

3.3.3. Pengukuran Parameter Fisika Dan Kimia

Pengambilan sampel air untuk parameter fisika-kimia air diambil secara langsung di stasiun penelitian. Air diambil pada bagian tengah secara langsung dengan botol kaca yang dimasukkan pada arah berlawanan arus ke dalam sungai. Botol kaca diisi hingga penuh dan ditutup pada saat di dalam air untuk meminimalisir masuknya udara luar ke dalam botol sampel. Kemudian sampel air yang telah diambil di uji di Laboratorium Syslab. Parameter fisika yang diamati adalah suhu dan TSS, sedangkan parameter kimia yang diamati yaitu pH, DO, COD, BOD, Nitrat, dan Fosfat.

a. Suhu

Pengukuran suhu perairan menggunakan alat yaitu termometer. Pengukuran suhu dilakukan dengan cara dimasukan termometer ke dalam permukaan perairan, termometer dibiarkan dalam waktu 2-5 menit sampai skala suhu berubah sesuai pada pengukuran suhu

hingga menunjukkan angka yang stabil. Hasil yang didapat dicatat (Supriyadi dkk., 2024).

b. pH

Pengukuran Derajat Keasaman (pH) perairan yaitu digunakan pH meter. Dihidupkan pH meter dan dilakukan kalibrasi terlebih dahulu pH meter yang akan digunakan, dicelupkan pH meter ke dalam perairan, kemudian tunggu hingga mendapatkan hasil yang stabil lalu catat hasil yang didapatkan (Supriyadi dkk., 2024).

c. *Dissolved Oxygen (DO)*

Pengukuran oksigen terlarut yaitu digunakan DO meter. Pengukuran ini dilakukan dengan cara dihidupkan DO meter dan dikalibrasi terlebih dahulu DO meter yang akan digunakan, celupkan DO meter ke dalam perairan, kemudian tunggu hingga didapatkan hasil yang stabil lalu catat hasil yang didapatkan (Supriyadi dkk., 2024).

d. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Prosedur pengukuran BOD mengacu pada SNI 6898.72:2009 dengan Sejumlah contoh uji ditambahkan ke dalam larutan pengencer jenuh oksigen yang telah ditambah larutan nutrisi dan bibit mikroba, kemudian diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari. Nilai BOD dihitung berdasarkan selisih konsentrasi oksigen terlarut 0 (nol) hari dan 5 (lima) hari. Bahan kontrol standar dalam uji BOD ini, digunakan larutan glukosa-asam glutamat (Supriyadi dkk., 2024).

e. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Prosedur pengukuran COD menggunakan SNI 06 6898.15:2019 Metode ini digunakan dengan reduksi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ secara spektrofotometri pada kisaran nilai COD 100 mg/L sampai dengan

900 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 600 nm dan nilai COD lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 420 nm (Supriyadi dkk., 2024).

f. *Total Suspended Solid (TSS)*

Prosedur pengujian TSS merujuk pada SNI 06-6989 3-2004 dengan metode gravimetri terhadap air dan limbah. Tahap awal pengujian gravimetri adalah disiapkan kertas saring yang telah ditimbang dan sampel yang akan diuji. Kemudian sampel diaduk menggunakan pengaduk magnetik hingga didapatkan sampel yang homogen. Kertas saring dibasahi dengan akuades, kemudian sampel disaring menggunakan kertas saring. Hasil saring dipindahkan ke cawan porselen lalu dimasukkan ke oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Setelah proses pengeringan selesai, kertas saring segera diletakkan di dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu pada kertas saring tersebut kemudian ditimbang hingga diperoleh berat yang konstan (Paramita dkk., 2023)

g. Nitrat

Analisis fosfat nitrat pada air sungai mengacu kepada SNI 06 6898.15:2019. Prosedur pengujian Nitrat merujuk pada cara uji pengujian ini digunakan untuk menentukan kadar nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) dalam air secara spektrofotometri menggunakan kolom reduksi kadmium dengan kisaran pengukuran 0,01 mg sampai 1,0 mg $\text{NO}_3\text{-N/L}$ dengan tebal kuvet (*path length*) 1 cm atau lebih, pada panjang gelombang 543 nm (Supriyadi dkk., 2024).

h. Fosfat

Analisis fosfat pada air sungai mengacu kepada SNI 06-6989.31-2005, menggunakan metode spektrofotometri uv-vis secara asam askorbat. Metode asam askorbat ini lebih sederhana, cepat, akurat

dan dapat digunakan untuk menentukan ortofosfat dalam air dengan rentang konsentrasi 2- 200 µg P/L, dengan batas deteksi konsentrasi minimum sebesar 10 µg P/L. Prinsip metode penentuannya adalah pembentukan kompleks biru molibdenum yang diukur pada panjang gelombang 880 nm. Asam ortofosfat membentuk kompleks berwarna kuning dengan ion molibdat. Ammonium molibdat dan kalium antimonil tartrat bereaksi dalam medium asam membentuk kompleks antimonil fosfomolibdat yang akan direduksi menjadi kompleks biru molibdenum oleh asam askorbat (Tirta dkk., 2023).

3.4 Analisis Data

3.4.1. Indeks keanekaragaman

Menurut Tamirrino dkk., (2023) indeks keanekaragaman dapat dihitung menggunakan rumus indeks Shannon – Wiener (1963) sebagai berikut :

Indeks Shannon – Wiener:

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

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman
 p_i = Kelimpahan relatif spesies
 n_i = Jumlah individu spesies ke-1
 N = Jumlah total individu semua spesies
 s = Jumlah spesies
 $\ln$ = logaritma natural

Berdasarkan rumus tersebut kriteria dari indeks keanekaragaman Shanon – Wiener (1963) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan Status Mutu Perairan berdasarkan indeks keanekaragaman

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

Sumber : Shanon – Wiener (1963)

3.4.2. Indeks keseragaman

Menurut Tamirrino dkk., (2023) indeks keseragaman dapat dihitung menggunakan rumus indeks Krebs (1989) sebagai berikut:

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

Keterangan :

E = indeks keseragaman

H' = indeks keanekaragaman

H max = Log₂(S)

S = jumlah jenis yang ditentukan

Berdasarkan rumus tersebut kriteria dari indeks keseragaman Krebs (1989) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penentuan Status Mutu Perairan berdasarkan indeks keseragaman

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

Sumber: Krebs (1989)

3.4.3. Indeks dominansi

Menurut Tamirrino dkk., (2023) indeks dominansi dapat dihitung menggunakan rumus indeks Odum (1993) sebagai berikut :

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

Keterangan:

C = Indeks dominansi

n_i = jumlah individu

N = jumlah total individu

Berdasarkan rumus tersebut kriteria dari indeks dominansi Odum (1993) ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penentuan Status Mutu Perairan berdasarkan indeks dominansi

Indeks Dominansi	Kategori
$0,00 < C \leq 0,30$	Dominansi rendah
$0,30 < C \leq 0,60$	Dominansi sedang
$0,60 < C \leq 1,00$	Dominansi tinggi

Sumber: Simpsons (1949) dikutip Odum (1993).

3.4.4. Indeks kekayaan jenis

Menurut Tamirrino dkk., (2023) indeks kekayaan jenis dapat dihitung menggunakan rumus indeks Margalef (Magurran, 1988) sebagai berikut :

$$Dmg = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

Keterangan:

Dmg = indeks kekayaan jenis

S = jumlah jenis

N = jumlah total individu

$\ln$ = logaritma natural

Berdasarkan rumus tersebut kriteria dari indeks kekayaan jenis Margalef (Magurran, 1988) ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Penentuan Status Mutu Perairan berdasarkan indeks kekayaan jenis

Indeks Kekayaan Jenis	kategori
$Dmg \leq 2,05$	Rendah
$2,05 < Dmg \leq 5$	Sedang
$Dmg \geq 5$	Tinggi

Sumber: Magurran (1988).

3.4.5. Hubungan antara struktur komunitas makrozoobentos dengan parameter fisika-kimia

Korelasi Pearson digunakan untuk mengetahui korelasi antara parameter fisika-kimia dengan struktur komunitas makrozoobentos di Sungai Bako. Parameter fisika-kimia yang diamati yaitu suhu, pH, DO, TSS, COD, BOD, Nitrat dan Fosfat. Parameter fisika-kimia yang melebihi ambang batas baku mutu air kelas II PP No 22 Tahun 2021 maka akan dicari korelasinya menggunakan SPSS 26. Hasil korelasi ini dapat melihat pengaruh nilai fisika-kimia terhadap naik atau turunnya struktur komunitas makrozoobentos. Struktur komunitas makrozoobentos sebagai variabel (y) dan parameter fisika-kimia sebagai variabel (x).

Menurut Notoatmojo (2018) interval korelasi dan tingkat hubungan antara faktor pada korelasi pearson dapat dilihat di Tabel 5.

Tabel 5. Interval korelasi dan tingkat hubungan antara faktor

No	Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
1	0,00-0,199	Sangat rendah
2	0,20-0,399	Rendah
3	0,40-0,599	Sedang
4	0,60-0,799	Kuat
5	0,80-1,000	Sangat kuat

V. SIMPULAN DAN SARAN

5. 1. Simpulan

Makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Bako terdiri dari 6 spesies makrozoobentos yang termasuk dalam kelas Gastropoda, Bivalvia, Insecta dan Oligochaeta. Makrozoobentos tertinggi ditemukan pada kelas Gastropoda yaitu spesies *Melanoides tuberculata* dan *Melanoides turricula*. Struktur komunitas dari ketiga stasiun tersebut memiliki indeks keanekaragaman 1,10-1,4 termasuk dalam status tercemar sedang. Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan hubungan positif antara keanekaragaman dengan nitrat sebesar 1. Sedangkan hasil korelasi hubungan negatif yaitu keanekaragaman dengan BOD sebesar -0,999 dan dominansi dengan nitrat sebesar -0,998.

5. 2. Saran

Penelitian tentang hubungan kualitas air terhadap struktur komunitas makrozoobentos di sungai Bako Kecamatan Panjang, Kota Bandar Lampung, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperhatikan musim dan interval yang dilakukan. Hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui perbandingan struktur komunitas makrozoobentos dari kedua musim tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, 2021. *Pengantar Metodologi Penelitian, Cetakan Pertama*, Yogyakarta: SUKA-Press UIN Sunan Kalijaga.
- Amin, Y. Y., Jamaluddin, J., & Kaseng, E. S. 2023. Keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kualitas air di hutan mangrove Pantai Kuri Caddi di Kabupaten Maros. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(10): 359-369.
- Andika, B., Wahyuningsih, P., dan Fajri, R. 2020. Penentuan Nilai Bod Dan Cod Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (Ppks) Medan. *Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1): 14–22
- Arifin, M. S., Suprijanto, J., dan Ridlo, A. 2023. Keberadaan mikroplastik pada kerang darah (*Anadara granosa*) dari TPI Tambak Lorok, Semarang. *Journal of Marine Research*, 12(3): 447-454.
- Arsitalia, M., 2022. Struktur Komunitas Makrozoobenthos sebagai Bioindikator Kualitas Air di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan Provinsi Lampung. Skripsi. Universitas Lampung. Bandarlampung.
- Aulia, P. R., Supratman, O., & 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
- Ayu, M, K., Ari, N.P., dan Vita, N, H. 2023. Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Di Sungai Tajum Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 5(2): 237-251.

- Badan Pusat Statistik. 2025. *Kota Bandar Lampung Dalam Angka 2025*. Bandar Lampung: Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung.
- Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kota Bandar Lampung Tahun 2022.
- Badu, R. R., Harun, F. Z., Sapii, I., Barakati, D. F., Putra, S. B., Nurviani, S., ... dan Kasaming, M. F. 2023. Pemanfaatan Plastik Bekas Menjadi Alat Filter Menggunakan Media Karbon Aktif Guna Meningkatkan Kualitas Air Sungai. *Teknik Hidro*, 16(2): 81-89.
- Bai'un, N. H., Riyantini, I., Mulyani, Y., & 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.
- Barus, B. S., Munthe, R. Y., dan Bernando, M. 2020. Kandungan karbon organik total dan fosfat pada sedimen di perairan muara sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2), 395-406.
- Chertoprud, E. S., Novichkova, A. A., Tsyganov, A. N., Vorobjeva, L. V., Esaulov, A. S., Krylenko, S. V., dan Mazei, Y. A. 2023. Species diversity and driving factors of benthic and zooplanktonic assemblages at different stages of thermokarst lake development: A case study in the Lena River delta (Middle Siberia). *Diversity*, 15(4): 511.
- Desinawati, D., Adi, W., dan Utami, E. 2018. Struktur komunitas makrozoobentos di Sungai Pakil Kabupaten Bangka. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 12(2): 54-63.
- Edmondson W.T. 1959. *Fresh-Water Biology*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Farid, A., Desyderia, F.T., Arisandi, A., dan Triajie, H. 2023. Kelimpahan Gastropoda Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Pada Aliran Sungai Di

Desa Gili Timur Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan Madura.
Journal of Fisheries and Marine Research, 7(2): 107–118

- Fathar, I. R. 2024. *Pengetahuan Praktis Pengolahan Air Limbah Dan Pengelolaan Daur Ulang Secara Berkelanjutan*. Penerbit Adab.
- Firmansyah, Y. W., Setiani, O., dan Darundiati, Y. H. 2021. Kondisi Sungai di Indonesia Ditinjau dari Daya Tampung Beban Pencemaran: Studi Literatur. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(2).
- Golovatyuk, L. V., Nazarova, L. B., Kalioujnaia, I. J., dan Grekov, I. M. 2023. Taxonomic Composition and Salinity Tolerance of Macrozoobenthos in Small Rivers of the Southern Arid Zone of the East European Plain. *Biology*, 12(9): 1271.
- Hadi, I. 2023. Struktur Komunitas Gastropoda sebagai Bioindikator Pencemaran Air Sungai Gorong Kabupaten Lombok Tengah dalam Upaya Penyusunan Petunjuk Praktikum Ekologi. *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi*, 3(2): 86-101.
- Harahap, A. 2022. *Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Bilah Labuhan batu*. CV. El Publisher
- Hasri, N. N., Mardiansyah, M., Hidayah, K., Firdausya, A., dan Silahturahim, E. M. 2021. *Komunitas Bentos di Pantai Karang Serang*.
- Hutagalung, H. dan Razak, A. 1997. *Metode analisis air laut, sedimen dan biota*. Puslitbang Oseanologi-LIPI. Jakarta
- Indriyanto. 2015. *Ekologi Hutan*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Insafitri. 2009. Keanekaragaman, keseragaman, dan dominasi bivalvia di Muara Sungai Porong sebagai area buangan Lumpur Lapindo. *Jurnal Rekayasa*, 2(1): 8-13.

- Irwan, M., Alianto., dan Toja, Y. T. 2017. Kondisi fisik kimia air sungai yang bermuara di Teluk Sawaibu Kabupaten Manokwari. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1(1): 81-92.
- Ishak, M. G., Arafat, Y., dan Tunas, I. G. 2023. *Sungai dan Muara*. Penerbit NEM
- Jailani, J., 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.
- Komul, Y. D., dan Hitipeuw, J. C. 2021. Keragaman Jenis Vegetasi Pada Hutan Dataran Rendah Wilayah Adat Air Buaya Pulau Buano Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 5(2), 163-174.
- Koniyo, Y. 2020. Analisis kualitas air pada lokasi budidaya ikan air tawar di Kecamatan Suwawa Tengah. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 8(1), 52-58.
- Kopalit, T. N., Supit, C. J., dan Dundu, A. K. 2020. Prediksi Banjir Di Sungai Ranomea Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Sipil Statik*, 8(3).
- Krebs, C.J. (1989). *Ecological methodology*. Harper Collins Publisher, NewYork
- Kristianto, P. 2002. *Ekologi industri*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Latuconsina, H. 2020. *Ekologi Perairan Tropis*. Edisi Ketiga. ,UGM Press. Yogyakarta.
- Lumunon, E. I., Riogilang, H., dan Supit, C. J. 2021. Evaluasi kinerja instalasi pengolahan air limbah komunal Kiliar di Kota Tondano. *Tekno*, 19(77).
- Lusiana, N., Widiatmono, B. R., dan Luthfiyana, H. 2020. Beban Pencemaran BOD dan Karakteristik Oksigen Terlarut di Sungai Brantas Kota Malang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2): 354-366
- Notoatmojo, S. 2018. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta:Rineka Cipta

- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.
- Marsudi, S., dan Lufira, R. D. 2021. *Morfologi Sungai*. CV. Ae Media Grafika.
- Meynita, D., Muskananfolo, M. R., dan Sedjati, S. 2017. Hubungan tekstur sedimen dan kandungan bahan organik dengan kelimpahan makrozoobentos di Muara Sungai Silandak, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal*, 5(4), 363-370.
- Muadifah, A. 2019. *Pengendalian Pencemaran Lingkungan*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Ngibad, K. 2019. Analisis Kadar Fosfat dalam Air Sungai Ngelom Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur', *Jurnal Pijar MIPA*, 14(3):197–201.
- Noviarni, N., Wijayanti, F., Oktaria, M., dan Miarti, A. 2023. Analisis Kadar Fosfat pada Air Sungai Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Redoks: Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 6(2): 59-64.
- Nurbaya, F., dan Puspito. D. S. 2023. *Parameter Air Dan Udara Serta Uji Kualitas Sungai*. PT Arr Rad Pratama
- Odum, E. P. 1993. *Dasar – Dasar Ekologi*. Gramedia. Jakarta.
- Pangastuti, E. I., Nurdin, E. A., Mujib, M. A., Alfani, A. F., Nalurita, V. A., dan Fatmawati, D. 2022. Analisis dan Pemetaan Tingkat Pencemaran Air Sungai Pada Sub DAS Bedadung Tengah Kabupaten Jember. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi*, 7(2): 137-149.
- Paramita, D. R. A., Jazilah, F., Dwijayanti, A. R., dan Siddiq, H. B. H. F. 2023. Analisis *Total Suspended Solid* (TSS) Dan Amonia Total (NH₃-N) Pada Aliran Air Sungai Bedadung Di Daerah Arjasa Jember. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 8(2): 77-82.

- Peraturan Pemerintah RI Nomer 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Prahutama, A., 2013. Estimasi Kandungan DO (Dissolved Oxygen) di Kali Surabaya dengan Metode Kringing. *Statistika*, 1 (2): 9-14
- Purba, S. K., Indrawan, G. S., dan Suteja, Y. 2025. Kondisi Makrozoobentos Kaitannya dengan Ekosistem Mangrove di Kawasan Mangrove Estuari Perancak, Jembrana, Bali. *Buletin Oseanografi Marina*, 14(1), 1-12.
- Raharjo, S., dan Taher, A. 2024. Dampak Aktivitas Manusia terhadap Kualitas Air Sungai Wariori di Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 8(3): 219-235.
- Rambe. 2017. Analisis Kualitas Air Sungai Aek Kundur Dan Keluhan Gangguan Di Desa Lingga Tiga Kecamatan Bilah Hulu Kabupaten Labuhanbatu. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Ratih, I., Prihanta, W., dan Susetyarini, R. 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).
- Rosyadi, H. I., dan Ali, M. 2020. Biomonitoring makrozoobentos sebagai indikator kualitas air sungai. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 12(1), 11-18.
- Setiaji, B. 1995. *Baku mutu limbah cair untuk parameter fisika, kimia pada kegiatan migas dan panas bumi*. PPLH UGM. Yogyakarta.
- Silitonga, Y. T. E., Sulardino, B., dan Pumomo, P. W. 2018. Peranan tata guna lahan bagian hulu terhadap kesuburan perairan pada waduk Jatibarang. Semarang. *Journal of Marquares*, 7(1): 39-48.

- Shannon, C.E. dan Wiener, W. 1963. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Supriyadi, A., Pratiwi, F. D., dan Salim, K. 2024. Analisis Laju Pertumbuhan Kepiting Bakau (*Scylla Serrata*) Pada Apartemen Hasil Tangkapan Nelayan Sungai Selindung. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 18(1): 47-52.
- Suryana, I., Ritonga, I. R., Paputungan, M. S., Agathajani, B. A., dan Elisar, E. 2024. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Pantai Tanah Merah, Perairan IKN Baru, Kalimantan Timur. *Journal of Marine Research*, 13(3): 533-540.
- Suyasa, Wayan Budiarsa. 2015. *Pencemaran Air dan Pegolahan Air Limbah*. Bali. Udayana University Press.
- Tamirino, F. N., Susanto, A., dan Aryani, D. 2023. Sebaran Makrozoobentos di Sungai Kalimati Pamarayan Desa Panyabrangan, Kecamatan Cikeusal, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 4(4): 280-288.
- Tirta, A. P., Cahyotomo, A., Mapiliandari, I., dan Isnainiyati, E. 2023. Uji Kinerja Metode Asam Askorbat pada Pengukuran Kadar Fosfat dalam Air Permukaan secara Spektrofotometri: Performance Test of the Ascorbic Acid Method on the Measurement of Phosphate Levels in Surface Water by Spectrophotometry. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 9(1): 1-16.
- Vincent, N, 2012. Water quality assessment: surface water sources used for drinking and irrigation in Zaria, Nigeria are a public health hazard. *Environ Monit Assess*.184: 3389-400.
- Willhm, J. L., and T.C. Doris. 1986. *Biological Parameter for water quality Criteria*. Bio. Science: 18.
- Willhm. 1975. *Biological Indicator Pollutant*. In B. A. Whitton (Ed). *River Ecology*. Blackwell Scientific Publication. Oxford, 375-402.

- Wirawan, M. 2019. Kajian kualitatif pengelolaan air limbah domestik di DKI Jakarta. *Jurnal Riset Jakarta*, 12(2): 57–68
- Wulandari, A., Fitriyah, I. N., dan Sholihah, F. N. 2023. Diversity of Invertebrates in Joko Mursodo Beach, Lamongan Regency as an Effort to Conserve Aquatic Ecosystems. *Jurnal Miyang : Ronggolawe Fisheries and Marine Science Journal*, 3 (1): 34–40
- Yanel, K. 2023. Prototype Of Arduino-Based Water Level Detector With Ultrasonic Sensor. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, 3(1): 125-132.
- 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