ANALISIS KUALITAS AIR BERDASARKAN KEANEKARAGAMAN DAN KELIMPAHAN MAKROZOOBENTOS DI PERAIRAN SUNGAI WAY SEMAH PESAWARAN

SKRIPSI

Oleh

TAZRANISA INDY IRAWAN
NPM 2017021047

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024

ANALISIS KUALITAS AIR BERDASARKAN KEANEKARAGAMAN DAN KELIMPAHAN MAKROZOOBENTOS DI PERAIRAN SUNGAI WAY SEMAH PESAWARAN

Oleh

TAZRANISA INDY IRAWAN

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024

ABSTRAK

ANALISIS KUALITAS AIR BERDASARKAN KEANEKARAGAMAN DAN KELIMPAHAN MAKROZOOBENTOS DI PERAIRAN SUNGAI WAY SEMAH PESAWARAN

Oleh

TAZRANISA INDY IRAWAN

Pencemaran sungai merupakan salah satu masalah perairan yang mempengaruhi kelangsungan hidup dari beberapa makhluk yang ada di dalam maupun di sekitarnya. Salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya pencemaran sungai adanya aktivitas manusia di sekitar sungai yang kurang memperhatikan kelestarian sumber daya air serta lingkungannya sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas air, rusaknya ekosistem dan berkurangnya biota air tanpa terkecuali makrozoobentos. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos dan tingkat pencemaran air di Sungai Way Semah Pesawaran. Penelitian telah dilakukan menggunakan 3 indikator kualitas air yaitu indikator biologi berupa makrozoobentos, indikator fisika berupa suhu dan kecerahan serta indikator kimia berupa pH, DO dan BOD. Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun dengan 2 titik yaitu titik tepi kanan dan tepi kiri di setiap stasiun. Metode penentuan lokasi dan pengumpulan data menggunakan metode *purposive sampling.* Hasil analisis kelimpahan pada ketiga stasiun berturut – turut sebesar 207 ; 175 ; 173 ind/m², keanekaragaman makrozoobentos menunjukkan kategori keanekaragaman sedang dengan nilai secara berturut – turut sebesar 1,87 ; 1,85 ; 1,21, keseragaman makrozoobentos menunjukkan kategori tinggi dengan nilai secara berturut – turut sebesar 0,90 ; 0,89 ; 0,87 dan dominansi menunjukkan kategori rendah dengan nilai secara berturut – turut sebesar 0,17 ; 0,16 ; 0,34. Tingkat pencemaran sungai berdasarkan keanekaragaman makrozoobentos pada ekosistem perairan Sungai Way Semah menunjukkan kondisi tercemar ringan sampai sedang dengan kisaran nilai sebesar 1,21 – 1,87

Kata Kunci : Sungai Way Semah, Makrozoobentos, Pencemaran Sungai

ABSTRACT

WATER QUALITY ANALYSIS BASED ON MACROZOOBENTHOS DIVERSITY AND ABUNDANCE IN RIVER WATERS WAY SEMAH PESAWARAN

By

TAZRANISA INDY IRAWAN

River pollution is one of the water problems that affect the survival of some creatures in and around it. One of the factors that cause river pollution is human activity around the river that pays little attention to the preservation of water resources and the environment resulting in decreased water quality, damaged ecosystems and reduced aquatic biota without exception macrozoobenthos. The purpose of this research was to determine the diversity and abundance of macrozoobenthos and the level of water pollution in Way Semah Pesawaran River. Research has been conducted using 3 indicators of water quality, namely biological indicators in the form of macrozoobenthos, physical indicators in the form of temperature and brightness and chemical indicators in the form of pH, DO and BOD. Sampling was carried out at 3 stations with 2 points, namely the right bank and left bank points at each station. The method of determining the location and data collection using purposive sampling method. The results of the abundance analysis at the three stations respectively amounted to 207; 175; 173 ind/m², macrozoobenthos diversity showed a moderate diversity category with values respectively of 1.87; 1.85; 1.21, macrozoobenthos uniformity showed a high category with values respectively of 0.90; 0.89; 0.87 and dominance showed a low category with values respectively of 0.17; 0.16; 0.34. The level of river pollution based on macrozoobenthos diversity in the Way Semah River water ecosystem shows mild to moderate polluted conditions with a range of values of 1.21 - 1.87.

Keywords: *Way Semah River, Macrozoobenthos, River Pollution*

Judul Skripsi	: **ANALISIS KUALITAS AIR BERDASARKAN KEANEKARAGAMAN DAN KELIMPAHAN MAKROZOOBENTOS DI PERAIRAN SUNGAI WAY SEMAH PESAWARAN**
Nama Mahasiswa	: Tazranisa Indy Irawan
Nomor Pokok Mahasiswa	: 2017021047
Program Studi	: Biologi
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Drs. Tugiyono, M.Si. Ph.D.	**Drs. Suratman Umar, M. Sc**
NIP. 196411191990031001	NIP. 196406041990031002

2. Ketua Jurusan Biologi

Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.
NIP. 198301312008121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

   Ketua Penguji : **Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.** .....

   Anggota Penguji : **Drs. Suratman Umar, M.Sc.** .....

   Penguji Utama : **Dr. Gregorius Nugroho Susanto, M.Sc.** .....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

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

NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **06 Mei 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Tazranisa Indy Irawan
NPM	: 2017021047
Jurusan	: Biologi
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi	: Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar – benarnya dan sesungguh – sungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul "Analisis Kualitas Air Berdasarkan Keanekaragaman Dan Kelimpahan Makrozoobentos Di Perairan Sungai Way Semah Pesawaran'' adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Kemudian, saya juga tidak keberatan apabila sebagian atau seluruh data pada skripsi ini digunakan oleh dosen dan/atau program studi untuk kepentingan publikasi, sepanjang nama saya dicantumkan.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 22 Mei 2024

Yang menyatakan,

Tazranisa Indy Irawan

NPM. 2017021047

RIWAYAT HIDUP

Nama lengkap penulis adalah Tazranisa Indy Irawan atau akrab dipanggil dengan nama Indy, lahir di Tanjung Karang pada tanggal 26 September 2001. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Hi. Teddy Irawan dan Ibu Indah Budiarti. Penulis pertama kali menempuh pendidikan pada umur 7 tahun di SD Negeri 2 Branti Raya Lampung Selatan tahun 2008 – 2014, SMP Negeri 2 Bandar Lampung tahun 2014 - 2017, SMA Negeri 9 Bandar Lampung tahun 2017 – 2020. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi negeri di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Selama masa perkuliahan, penulis mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) Universitas Lampung menjadi anggota biro dana dan usaha (2020 – 2022). Penulis mengikuti kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) pada tahun 2022 dan berhasil lolos sampai tahap pendanaan. Tahun 2023 penulis juga pernah mengikuti Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) Universitas Lampung dan berhasil lolos tahap pendanaan. Penulis pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Zoologi Vertebrata dan Genetika.

Pada tanggal 4 Januari hingga 12 Februari 2023, penulis mengikuti kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Penerapan Standardisasi Instrumen Pertanian (BPSIP) Lampung dengan judul **"Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati Bio-Triba (BT2) Terhadap Pertumbuhan Jagung (***Zea mays* L.**) Hibrida**

JH – 37 di Kebun Percobaan Natar Lampung Selatan". Pada bulan Juni – Agustus 2023, penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bina Karya Baru, Kecamatan Putra Rumbia, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari. Setelah menyelasaikan kegiatan KKN, pada bulan September 2023 – Mei 2024 penulis menyusun skrispi dengan **"Analisis Kualitas Air Berdasarkan Keanekaragaman Dan Kelimpahan Makrozoobentos Di Perairan Sungai Way Semah Pesawaran".**

MOTTO

“ Success is a journey, not destination”
(sukses adalah perjalanan, bukan tujuan akhir)

“ Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(Surat Al-Baqarah Ayat 286)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(Surat Al-Insyirah Ayat 5 – 6)

“Life is very short and there’s no time for fussing and fighting, My Friend”
(The Beatles)

“Let them be them, Let us be us, Love is a maze but you is amaze”
(BTS)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur hanya untuk-Mu
Ya Allah yang telah memberikan rahmat, ridho serta
karunia-Mu untuk selalu memberikan kekuatan
serta kesabaran dalam menjalani hidup ku

Ku persembahkan karya sederhana ini untuk :
Kedua orang tuaku tersayang dan adik – adikku tercinta
yang selalu memberikan doa terbaik, motivasi, dukungan,
kerelaan serta keikhlasan waktu yang
diberikan kalian kepadaku.

Kepada saudara, sahabat serta teman temanku yang selalu
memberikan semangat serta canda tawa.

Kepada seluruh Dosen, yang telah memberikan dukungan
dan bimbingan selama masa perkuliahan
sampai menyelesaikan masa studi

Kepada Bapak Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D dan Bapak
Drs.Suratman Umar, M.Sc sebagai pembimbing skripsi
serta Bapak Dr. Gregorius Nugroho Susanto,M.Sc
selaku pembahas skripsi yang telah memberikan
bimbingan serta masukan sehingga Skripsi ini
dapat terselesaikan dengan baik

Kepada almamater ku tercinta

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala karena atas berkat dan limpahan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Analisis Kualitas Air Berdasarkan Keanekaragaman Dan Kelimpahan Makrozoobentos Di Perairan Sungai Way Semah Pesawaran''**.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak pihak yang telah membantu penulis baik secara moril maupun materil. Untuk itu penulis dalam kesempatan kali ini ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si. selaku kaprodi S1 Biologi FMIPA Unila.
3. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si. selaku ketua jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
4. Bapak Drs. Tugiyono, M.Si. Ph.D. selaku pembimbing satu yang telah memberikan saran, bimbingan serta waktunya kepada penulis selama proses penyelesaian penyusunan skripsi.
5. Bapak Drs. Suratman, M.Sc. selaku pembimbing dua yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penyelesaian skripsi.
6. Bapak Dr. Gregorius Nugroho Susanto, M.Sc selaku penguji pada skripsi yang telah memberi masukan dan saran – saran pada seminar.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu selama diperkuliahan.
8. Orang tua penulis Bapak Teddy Irawan dan Ibu Indah Budiarti yang telah memberikan dukungan dalam bentuk moril dan materil serta memberikan dukungan untuk semangat menjalani dan menyelesaikan skripsi.

9. Adik – adikku (Daing Faza dan Adek Thoriq) serta keluarga besar yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
10. Teman satu bimbinganku Annisa Nurul Sa'diah yang selalu berjuang bersama penulis dengan mencurahkan segala pikiran dan tenaga sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
11. Teman – temanku (Fadhilah Lailatul Zahra, Salma Salsabila, Annisa Nurul Sa'diah, Thalya Shelby Salsabila dan Raisa Rahmi Putri Asrul Rusadi) yang selalu memberi dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Semoga Allah subhanahu wa ta'ala memberikan balasan bagi pihak – pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Bandar Lampung, 22 Mei 2024

Tazranisa Indy Irawan

NPM. 2017021047

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR GAMBAR xvi

DAFTAR TABEL xvii

I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang dan Masalah 1
1.2 Tujuan Penelitian 5
1.3 Manfaat Penelitian 6
1.4 Kerangka Pemikiran 6
1.5 Hipotesis Penelitian 8

II. TINJAUAN PUSTAKA 9
1.1 Air
2.1.1 Pengertian 9
2.1.2 Sifat Air 10
2.1.3 Komposisi dan Siklus Air di Bumi 11
2.1.4 Jenis – Jenis Air 11
2.1.5 Manfaat Air 12
2.2 Ekosistem Sungai
2.2.1 Pengertian Sungai 14
2.2.2 Bagian – Bagian Sungai 14
2.2.3 Faktor – Faktor Hidrodinamik Ekosistem Sungai 15
2.2.4 Fungsi dan Manfaat Ekosistem Sungai 16
2.3 Pencemaran Air Sungai 17
2.4 Analisis Kualitas Air 20
2.5 Makrozoobentos 22
2.6 Lokasi Sungai Way Semah 28

III. METODE PENELITIAN 30
3.1 Waktu dan Tempat 30
3.2 Alat dan Bahan 30
3.3 Metode Penelitian 31
3.4 Pelaksanaan Penelitian 31
3.4.1 Penentuan Titik Lokasi 31
3.4.2 Pengumpulan Data 32
3.5 Teknik Analisis Data 34
3.5.1 Indeks Kelimpahan Makrozoobentos (K) 34

3.5.2 Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos (H') 35
3.5.3 Indeks Keseragaman Makrozoobentos (E) 36
3.5.4 Indeks Dominansi Makrozoobentos (C) 36
3.5.5 Analisis Korelasi 37

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 38
4.1 Identifikasi Makrozoobentos 38
4.2 Analisis Data 39
4.2.1 Indeks Kelimpahan Makrozoobentos (K) 39
4.2.2 Struktur Komunitas 41
4.3 Pengukuran Faktor Ekologi dan Kualitas Air 44
4.3.1 Indikator Fisika 44
4.3.2 Indikator Kimia 44
4.3.3 Korelasi Pearson Hubungan Makrozoobentos dengan Kualitas Air 44
4.4 Pembahasan 46

V. KESIMPULAN DAN SARAN 64
5.1 Kesimpulan 64
5.2 Saran 64

DAFTAR PUSTAKA 65

LAMPIRAN 75

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Komposisi Air di Bumi 11
2. Bagian – Bagian Sungai 15
3. Crustacea 25
4. Gastropoda 26
5. Bivalvia 27
6. Oligochaeta 28
7. Lokasi Penelitian dan Titik Pengambilan Sampel 32
8. Grafik Kelimpahan Individu Stasiun I 39
9. Grafik Kelimpahan Individu Stasiun II 40
10. Grafik Kelimpahan Individu Stasiun III 41
11. *Filopaludina sumatrensis* 75
12. *Bellamya* sp. 75
13. *Melanoides tuberculata* 75
14. *Melanoides turricula* 75
15. *Physa* sp. 76
16. *Pomacea canaliculata* 76
17. *Corbicula fluminea* 76
18. *Tubifex* sp. 76
19. *Chironomus* sp. 76

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Klasifikasi tingkat pencemaran berdasarkan indeks keanekaragaman 35
2. Jenis dan jumlah individu Makrozoobentos yang ditemukan di lokasi penelitian 38
3. Hasil Analisis Struktur Komunitas pada Ketiga Stasiun..... 41
4. Hasil Analisis Keanekaragaman pada Ketiga Stasiun 42
5. Hasil Analisis Keseragaman pada Ketiga Stasiun 43
6. Hasil Analisis Dominansi pada Ketiga Stasiun..... 43
7. Indikator Fisika 44
8. Indikator Kimia 44
9. Korelasi antara Makrozoobentos dengan Indikator Kualitas Air Sungai Way Semah 45
10. Interpretasi Nilai Koefisien Korelasi 59

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Sebagai negara kepulauan yang sebagian besar dikelilingi oleh perairan luas menjadikan wilayah Indonesia memiliki potensi air yang melimpah. Ruang lingkup perairan di Indonesia mencakup wilayah perairan tawar, perairan payau dan perairan laut (Hadie dkk, 2019). Kondisi perairan dengan kualitas baik sangat berperan penting dalam mendukung kehidupan organisme yang ada di dalamnya maupun habitat di lingkungan sekitar (Hamuna dkk, 2018). Dengan demikian, tidak menutup kemungkinan bahwa masyarakat dapat mengelola dan memanfaatkannya menjadi sumber energi tersendiri untuk kesejahteraan hidup. Tekanan terhadap sumber daya air akan mengalami peningkatan seiring bertambahnya jumlah populasi penduduk serta meningkatnya aktivitas yang kurang memperhatikan kelestarian sumber daya air dan lingkungannya. Oleh karena itu, diperlukan upaya konservasi dan pengendalian guna mendukung kelestarian sumber daya air dan lingkungan (Weningtyas dan Widuri, 2022).

Salah satu potensi perairan yang memiliki peran intensif dengan kehidupan masyarakat yaitu perairan sungai. Menurut Mailisa dkk (2021), seiring dengan perkembangan peradaban dan kebudayaan manusia, nilai sungai akan meningkat. Aktivitas manusia yang awalnya bertumpu hanya pada sektor tertentu pastinya membutuhkan sungai dalam suatu sistem tersebut, misalnya sistem irigasi pada sektor pertanian guna menunjang hasil lebih optimal. Selain itu, sungai dijadikan sebagai sumber baku air bersih, perikanan, rekreasi, transportasi, serta konservasi. Sungai memiliki saluran terbuka yang mengalir dari hulu ke hilir. Hulu sungai biasanya berada di tempat yang lebih

tinggi dan mempunyai kondisi kualitas air lebih baik dibandingkan dengan bagian tengah dan hilir.

Terjangkaunya akses menuju bagian tengah maupun hilir sungai membuat manusia memanfaatkan hal tersebut untuk kegiatan keseharian seperti mandi ataupun mencuci menggunakan sabun dan detergen yang terbuat dari bahan - bahan kimia (Ramadini, 2019). Selain itu, banyak lahan di sekitar bantaran sungai dimanfaatkan untuk membangun tempat industri dan tidak jarang limbah produksi yang dihasilkan dari industri tersebut langsung dibuang ke dalam aliran sungai seperti limbah pabrik, limbah kotoran ternak, limbah domestik maupun limbah pertanian. Apabila kegiatan tersebut dilakukan secara terus – menerus dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air yang berpengaruh terhadap kualitas air (Rachman dkk, 2017).

Pencemaran air sendiri diartikan sebagai kondisi dimana masuknya beban pencemar atau limbah buangan berupa gas, bahan terlarut maupun partikulat. Pencemar masuk ke dalam perairan melalui atmosfer, tanah, limpasan dari lahan industri atau pertanian. Selain itu, yang paling sering dijumpai berasal dari limbah domestik, industri, perkotaan dan sebagainya (Liku dkk, 2022). Pencemaran akan merubah komposisi air sehingga timbul perubahan yang tidak diharapkan sampai ke tingkat tertentu. Hal tersebut menyebabkan tidak berfungsinya peran air sesuai dengan peruntukannya.

Perubahan kualitas air mengakibatkan penurunan tingkat dayaguna, hasil guna, produktivitas, daya dukung dan daya tampung sumber daya air (Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia, 2017). Air sungai dengan kualitas rendah dipastikan merubah faktor fisik, kimia maupun biologis dari sungai. Apabila hal itu terjadi, maka dapat mengakibatkan rusaknya habitat dan menurunnya biota air sungai tidak terkecuali makrozoobentos. Makrozoobentos terdapat hampir di seluruh bagian sungai. Menurut Ningrum dan Kuntjoro (2022) makrozoobentos merupakan hewan akuatik yang hidup di dasar air dan pergerakannya tidak

terlalu cepat, daur hidup dari makrozoobentos relatif panjang yang membuatnya cocok dijadikan indikator kualitas air sungai. Kelimpahan makrozoobentos berhubungan erat dengan ada tidaknya bahan organik sebagai sumber nutrien di perairan sungai. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa kelimpahan makrozoobentos sangat bergantung pada ketersediannya bahan organik di substrat dasar perairan (Mushthofa dkk, 2014).

Organisme makrozoobentos memiliki kepekaan terhadap perubahan yang terjadi dalam suatu ekosistem sehingga tidak menutup kemungkinan jika makrozoobentos dapat dijadikan sebagai petunjuk kondisi kualitas perairan. Kontribusi makrozoobentos cukup besar dalam ekosistem perairan seperti dapat mengubah bahan organik yang berukuran besar menjadi lebih kecil, sehingga mikroba mudah untuk menguraikannya. Selain itu, makrozoobentos dapat menetralisasikan lingkungan perairan dengan cara merubah balik limbah organik menjadi sumber makanannya sehingga kondisi perairan menjadi stabil. Kelimpahan dan keanekaragaman komunitas makrozoobentos sangat dipengaruhi oleh sifat fisika dan kimia perairan. Dalam suatu perairan yang belum tercemar, jumlah individu makrozoobentos relatif merata dari semua spesies yang ada. Sebaliknya pada perairan tercemar, penyebaran jumlah individu tentunya memiliki hasil tidak merata dan cenderung ada spesies yang mendominasi (Ananta dan Harahap, 2022).

Penelitian mengenai kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos di ekosistem perairan sebagai indikator kualitas air telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya dengan menunjukkan hasil jenis keanekaragaman makrozoobentos yang berbeda – beda. Dari hasil tersebut, dapat diindikasi bahwa keberadaan makrozoobentos dapat menunjukkan status pencemaran yang dialami ekosistem perairan tersebut. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Halimah Tussa’diyah, Agus Purwoko dan Mustafa Kamal pada tahun 2018 yang berlokasi di Sungai Musi Desa Sungsang Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. Penelitian ini menunjukkan adanya beberapa jenis makrozoobentos yang didapatkan yaitu terdiri dari 14 genera

tercakup dalam 3 kelas ; Bivalvia, Gastropoda dan Polychaeta yang masing – masing ditemukan dalam jumlah yang berbeda di setiap stasiun. Kelimpahan makrozoobentos tertinggi berasal dari kelas Gastropoda dan indeks keanekaragaman dikategorikan sedang yang menggambarkan bahwa perairan sungai tersebut memiliki ekosistem yang tidak stabil atau kualitas air tercemar sedang.

Penelitian selanjutnya mengenai kelimpahan makrozoobentos pada tahun 2021 yang dilakukan oleh Putri dkk. berlokasi di hilir Sungai Hurun Lampung. Penelitian ini menunjukkan adanya 87 jenis spesies yang berasal dari 5 kelas. Komposisi jenis makrozoobentos tertinggi yaitu Gastropoda dengan 54 jenis, kelas Clitellata 2 jenis, Bivalvia 14 jenis, Insekta 2 jenis dan Malacostraca 15 jenis. Nilai indeks keanekaragaman Sungai Hurun termasuk kedalam kategori yang bervariasi dikarenakan di setiap stasiun memiliki perbedaan kriteria tiap waktu pengambilan. Untuk tingkat pencemaran yang terjadi di Sungai Hurun Lampung berdasarkan bioindikator keanekaragaman menunjukkan tercemar sedang.

Provinsi Lampung merupakan salah satu dari 38 provinsi di Indonesia yang terletak di sebelah tenggara Pulau Sumatera. Dilihat dari topografinya Provinsi Lampung memiliki banyak sungai yang tersebar di seluruh wilayahnya salah satunya di Kabupaten Pesawaran. Secara geografis, Kabupaten Pesawaran terletak pada koordinat 104,92°– 105,34° BT dan 5,12° – 5,84° LS. Secara administratif luas wilayah Kabupaten Pesawaran adalah 1.173,77 km². Pesawaran memiliki sungai dan anak sungai yang mengalir di wilayahnya. Sungai terpanjang di Kabupaten Pesawaran ialah Way Semah dengan panjang 53 km dan Daerah Aliran Sungai seluas 135,0 km² di Kecamatan Gedong Tataan. Sungai terpendek adalah Sungai Way Kepayang di Kecamatan Kedondong dengan panjang 4 km (Peraturan Daerah Kabupaten Pesawaran No. 2, 2021).

Kabupaten Pesawaran banyak dialiri oleh sungai, salah satunya adalah Sungai Way Semah. Sungai Way Semah merupakan salah satu Sub DAS dari DAS Way Sekampung yang total luasnya 484.132 Ha. Bagian hulu dari Sungai Way Semah terletak di daerah administrasi Kabupaten Pesawaran yaitu Kecamatan Gedong Tataan, kemudian melewati Kecamatan Way Lima, Kecamatan Negeri Katon, sebagian melewati Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu dan bermuara di DAS Way Sekampung yang berada di Kecamatan Tegineneng Kabupaten Pesawaran (Hernanda dan Ariaputri, 2021). Sungai Way Semah memiliki sistem jaringan irigasi yang terdiri dari Daerah Irigasi Way Semah I dan Daerah Irigasi Way Semah II berada di Kecamatan Gedong Tataan, Daerah Irigasi Way Semah III berada di Kecamatan Negeri Katon. Sungai Way Semah dilengkapi sistem pengendalian banjir dengan sistem peringatan dini di sepanjang daerah alirannya (Peraturan Daerah Kabupaten Pesawaran No. 6, 2019). Menurut Tim Penyusun BBWS Mesuji Sekampung Tahun 2022 menyatakan bahwa Sub DAS Way Semah mengalami penurunan penutupan vegetasi dikarenakan adanya konversi tanah hutan dan daerah belukar yang dijadikan sebagai daerah untuk kegiatan manusia meliputi pertanian, perkebunan, perumahan, industri dan sebagainya.

Terjadinya penurunan vegetasi tersebut yang kurang memperhatikan kelestarian sumber daya air serta lingkungannya mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas air di daerah aliran Sub DAS Way Semah. Hal tersebut yang menjadi latar belakang peneliti untuk melakukan penelitian tentang Analisis Kualitas Air Berdasarkan Keanekaragaman dan Kelimpahan Makrozoobentos di Perairan Sungai Way Semah Pesawaran.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk :

a. Mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos yang terdapat di Sungai Way Semah Kabupaten Pesawaran

b. Mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi di Sungai Way Semah Kabupaten Pesawaran berdasarkan keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos serta indikator fisika dan kimia.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

a. Memberikan informasi mengenai kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan tepatnya di Sungai Way Semah Kabupaten Pesawaran
b. Bagi masyarakat dapat memberikan informasi mengenai tingkat pencemaran yang terjadi di Sungai Way Semah Kabupaten Pesawaran
c. Bagi institusi diharapkan dapat memberikan manfaat khususnya dalam memperbanyak referensi kepustakaan tentang kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kualitas air dan dapat dijadikan bahan acuan bagi peneliti selanjutnya

1.4 Kerangka Pemikiran

Secara alamiah air diketahui berperan penting dan tidak terpisahkan dari kehidupan makhluk hidup. Air sangat esensial dalam proses – proses kehidupan sehingga kehadirannya penting demi keberlangsungan hidup. Sebagai negara yang sebagian besar dikelilingi perairan luas menjadikan Indonesia memiliki potensi air yang melimpah. Dari hal tersebut, tidak menutup kemungkinan masyarakat dapat mengelola dan memanfaatkannya menjadi sumber energi tersendiri. Salah satu potensi perairan yang memiliki peran intensif dengan kehidupan masyarakat yaitu perairan sungai.

Seiring dengan berkembangnya peradaban manusia maka nilai penting sungai bagi peradaban tersebut akan semakin meningkat. Dengan adanya sungai, aktivitas manusia yang awalnya hanya bersumber pada suatu sektor tertentu dapat berkembang menjadi lebih optimal karena ditunjang oleh peran sungai.

Peran sungai sangat penting bagi kegiatan manusia, sehingga diperlukan upaya konservasi sumber daya air tersebut. Terjangkaunya akses menuju sungai menjadikan manusia memanfaatkan hal tersebut dalam kegiatan keseharian dan tidak jarang banyak lahan di sekitar sungai dimanfaatkan guna pembangunan ekonomi dan industri. Apabila kegiatan tersebut dilakukan secara berkesinambungan dapat mengakibatkan terganggunya kualitas dan kuantitas air sungai sehingga akan terjadi pencemaran.

Jumlah penduduk Provinsi Lampung saat ini sebanyak 9.176.546 jiwa. Kabupaten Pesawaran merupakan salah satu dari 15 kabupaten kota yang ada di Provinsi Lampung menduduki peringkat ketujuh dengan penduduk terbanyak yakni 487.153 jiwa (5,3%) dari jumlah keseluruhan penduduk Provinsi Lampung (Badan Pusat Statistik Lampung, 2022). Kabupaten Pesawaran dilintasi oleh dua Daerah Aliran Sungai yaitu DAS Sekampung dan DAS Seputih sehingga Kabupaten Pesawaran memiliki potensi sumber daya air yang relatif besar antara lain dipergunakan oleh masyarakat untuk mendukung sektor pertanian (irigasi), budidaya perikanan air tawar, sarana penyediaan air bersih dan sumber energi terbarukan dalam bentuk PLTA (Peraturan Daerah Pesawaran No. 2, 2021).

Meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas manusia akan berdampak pada peningkatan kebutuhan salah satunya ialah sumber daya air. Dengan meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas manusia yang tidak memperhatikan kelestarian lingkungan akan memberikan tekanan terhadap sumber daya air sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas perairan di DAS tersebut. Salah satunya Wilayah aliran Sungai Way Semah Pesawaran. Dikarenakan bagian hulu, tengah, hilir sungai ini melewati permukiman warga dan tempat industri, tentunya banyak kegiatan yang dilakukan seperti mandi, cuci dan kakus atau menjadikan sungai sebagai tempat pembuangan limbah rumah tangga serta limbah industri yang tidak dikelola dengan baik. Hal tersebut tentunya akan berdampak buruk bagi ekosistem sungai maupun ekosistem masyarakat sekitar.

Untuk mengetahui apakah suatu sungai mengalami pencemaran atau tidak dapat dilakukan penelitian dengan mengukur kualitas air menggunakan beberapa parameter seperti fisika, kimia maupun biologi. Parameter biologi dapat dilihat dari keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos. Makrozoobentos memiliki kepekaan terhadap perubahan yang terjadi dalam ekosistem. Hewan akuatik ini hidup di dasar air yang memiliki pergerakan tidak terlalu cepat dan daur hidup yang relatif panjang. Kelimpahan makrozoobentos sangat berhubungan dengan ada tidaknya bahan organik sebagai sumber nutrien. Hal tersebut dapat mengindikasikan suatu sungai memiliki kualitas air yang baik dilihat dari kelimpahan biota laut ataupun sumber nutrien di perairan. Selain keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos dapat juga dilihat dari parameter fisika meliputi suhu, kecerahan, padatan terlarut dan lainnya. Parameter kimia dapat meliputi pH, DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*).

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kualitas air Sungai Way Semah Kabupaten Pesawaran dengan menggunakan beberapa parameter (fisika, kimia, biologi).

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah

a. Keanekaragaman makrozoobentos di ekosistem perairan Sungai Way Semah Kabupaten Pesawaran termasuk kategori sedang dan kelimpahan makrozoobentos cukup beragam.
b. Adanya hubungan antara keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos terhadap tingkat pencemaran yang terjadi di Sungai Way Semah Kabupaten Pesawaran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

2.1.1 Pengertian

Air adalah senyawa kimia yang terdiri dari dua atom hidrogen dan satu atom oksigen (H_2O). Sifat air biasanya mengacu pada keadaan cair suatu senyawa walaupun terdapat fasa padat (es) dan fasa gas (uap). Air merupakan zat yang paling berlimpah di bumi, mencakup sekitar 70% permukaan bumi dan 65–90% massa organisme hidup. Oleh karena itu, air berperan penting dalam proses fisika, kimia maupun biologi dikarenakan senyawa tersebut mengendalikan semua proses vital organisme (Dargaville dan Hutmacher, 2022).

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting untuk kehidupan di bumi. Air adalah salah satu kebutuhan pokok makhluk hidup untuk melakukan berbagai aktivitas. Bagi kehidupan, air tidak dapat digantikan oleh senyawa lain (Zora dkk, 2022). Dikatakan bahwa air disebut juga materi esensial. Menurut Latupeirissa dan Manuhutu (2020) , semakin tinggi taraf kehidupan semakin meningkat pula kebutuhan akan air. Pemenuhan kebutuhan air bagi mahluk hidup diantaranya sebagai air minum, metabolisme ataupun keperluan rumah tangga lainnya.

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, padat, gas) yang terdapat di bawah atau di atas permukaan tanah. Hidrologi mempelajari tentang penyebaran daur dan perilakunya, sifat - sifat

fisika dan kimia maupun hubungannya dengan unsur - unsur hidup dalam air itu sendiri (Fitriana dkk, 2021).

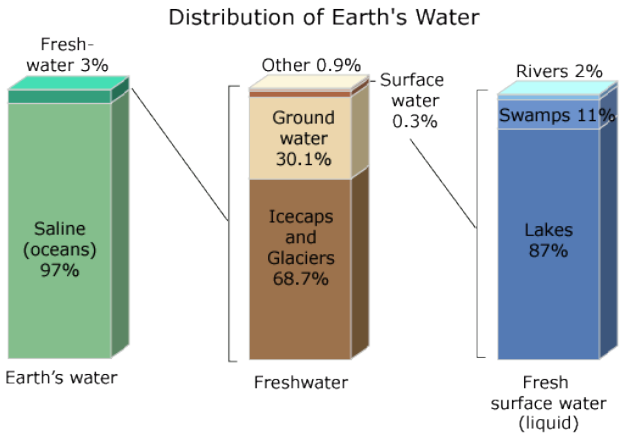
2.1.2 Sifat Air

Menurut Harlina (2021) air memiliki sifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan suhu 273,15 K (0 °C). Selain itu sifat – sifat air yang lain adalah :

a. Air merupakan suatu pelarut yang baik karena mampu melarutkan banyak zat kimia dan senyawa organik.
b. Air memiliki nilai keelektronegatifan yang sangat besar. Hal ini menyebabkan air memiliki sifat - sifat yang khas dan sangat menguntungkan bagi kehidupan makhluk di bumi.
c. Air memiliki titik beku 0°C dan titik didih 100°C (jauh lebih tinggi dari yang diperkirakan secara teoritis), sehingga pada suhu sekitar 0°C sampai 100°C merupakan suhu yang sesuai untuk kehidupan.
d. Air berwujud cair. Hal ini sangat menguntungkan bagi makhluk hidup, karena tanpa sifat ini, air yang terdapat pada jaringan tubuh makhluk hidup maupun yang terdapat di laut, sungai, danau dan badan perairan yang lain mungkin ada dalam bentuk gas ataupun padat.
e. Air memiliki perubahan suhu yang lambat. Hal itu menyebabkan air dapat menyimpan panas dengan baik, sehingga makhluk hidup terhindar dari ketegangan akibat perubahan suhu yang mendadak.
f. Air memiliki tegangan permukaan yang tinggi. Sifat ini mengakibatkan air dapat membasahi suatu bahan secara baik dan dapat mendukung terjadinya sistem kapiler.
g. Air merupakan satu - satunya senyawa yang mengembang ketika membeku. Keuntungan yang diperoleh dari sifat ini adalah kehidupan organisme akuatik pada daerah beriklim dingin tetap berlangsung.

2.1.3 Komposisi dan Siklus Air di Bumi

Menurut Salsabila dan Nugraheni (2020 air di bumi ini meliputi Air laut (97 %) dan Air tawar (3 %). Air tawar dalam bentuk es dan salju (2%), Air tanah (0,9%) dan Air permukaan (0,3%). Air permukaan terdiri dari danau (87%), lahan basah/rawa (11%), dan sungai (2%). Adapun komposisi air di bumi dapat dilihat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Komposisi Air di Bumi
(Sumber : PPMI Jeddah, 2013)

Di dalam lingkungan alam, proses, perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah dan di udara) mengikuti suatu siklus keseimbangan yang dikenal dengan siklus hidrologi. Siklus hidrologi merujuk dengan siklus air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi.

2.1.4 Jenis – Jenis Air

Menurut Mayada (2020) jenis - jenis air yang terdapat dibumi digolongkan menjadi dua bagian, yaitu :

a. Air tanah

   Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah. Air tanah terdiri atas dua golongan yaitu air tanah preatis (air tanah yang letaknya

dekat dari bagian permukaan tanah dan berada pada lapisan atas bersifat kedap air) dan air tanah artesis (air tanah yang letaknya sangat jauh pada tanah dan berada diantara dua lapisan kedap air).

b. Air Permukaan

Air permukaan atau air bagian atas merupakan air yang berada di permukaan tanah dan dapat dilihat dengan mudah oleh pandangan. Air permukaan menutupi bumi sebanyak 70,9 % baik berupa perairan darat maupun perairan laut. Perairan darat adalah semua bentuk perairan yang terdapat di darat. Bentuk perairannya meliputi mata air, air yang mengalir di permukaan dan bergerak menuju ke daerah - daerah yang lebih rendah dengan membentuk sungai, danau, telaga, rawa, dan lainnya yang memiliki suatu pola aliran dinamakan Daerah Aliran Sungai (DAS). Sedangkan perairan laut adalah bentuk perairan di laut.

2.1.5 Manfaat Air

Sekitar tiga perempat bagian dari bumi terdiri dari air. Berdasarkan letak sumbernya, air dibagi menjadi tiga yaitu air hujan, air permukaan dan air tanah. Air hujan pada saat pengendapan dapat dianggap sebagai air paling bersih sehingga menjadi sumber air terpenting di daerah yang tidak terdapat sistem penyediaan air bersih, kualitas air permukaan dan kesediaan air tanah yang rendah (Farhahnida dkk, 2021) . Dengan keadaan tersebut, masyarakat melalukan upaya konservasi air hujan dengan teknik Pemanenan Air Hujan (PAH). Teknik tersebut dapat digunakan sebagai alternatif solusi kelangkaan sumber air bersih, mengurangi limpasan permukaan air hujan dan mengisi kembali air tanah (Cahyani dan Helda, 2022).

Air permukaan meliputi sungai, danau, telaga, waduk, rawa dan lainnya. Sebagian besar air permukaan berasal dari air hujan dan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah dan lainnya (Harlina, 2021). Oleh karena itu, dilakukan upaya konservasi air permukaan seperti pembangunan

Bendungan atau Waduk. Adapun beberapa manfaat dari bendungan atau waduk yaitu (Armus dkk, 2021) :

a. Sebagai penyedia air baku kebutuhan sehari – hari meliputi Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dan MCK.
b. Sebagai Sarana Irigasi bagi lahan pertanian pada saat musim kemarau.
c. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), waduk dikelola untuk mendapatkan kapasitas listrik yang dibutuhkan. PLTA merupakan suatu sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan bendungan dengan energi mekanis aliran air untuk memutar turbin dan diubah menjadi energi listrik melalui generator.
d. Pengendali Banjir, dengan adanya bendungan di hulu sungai maupun danau maka kemungkinan terjadinya banjir dapat dikurangi dan pada musim kemarau, air yang ditampung oleh bendungan dapat digunakan untuk keperluan perairan lainnya.
e. Kegiatan Perikanan, Waduk dapat digunakan sebagai tempat budidaya ikan. Hal ini tentu saja dapat menunjang perekonomian penduduk sekitar.
f. Sarana Pariwisata, Waduk dapat dimanfaatkan sebagai tempat rekreasi dikarenakan udara di sekitar yang sejuk dan memiliki ketenangan sehingga dapat membuat pikiran kembali segar setelah aktivitas sehari – hari.

Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi, kemudian mengalami penyerapan ke dalam tanah dan penyaringan secara alami. Proses – proses ini menyebabkan air tanah menjadi lebih baik dibandingkan air permukaan. Air tanah dapat terbagi menjadi air tanah freatik, air tanah dalam (artesis), air tanah meteorit (vados), air tanah baru (juvenil) dan air fosil (konat). Macam – macam air tanah yaitu air sumur, geiser (mata air), travertine dan lainnya. Manfaat air tanah bagi kehidupan antara lain merupakan bagian penting dalam siklus hidrologi, penyedia kebutuhan air bagi hewan dan tumbuh – tumbuhan, persediaan air bersih secara alami, keperluan industri (industri tekstil dan industri farmasi) dan dapat juga

dimanfaatkan sebagai irigasi (Messakh, 2017). Selain itu, air dibutuhkan organ tubuh makhluk hidup untuk membantu terjadinya proses metabolisme, sistem asimilasi, keseimbangan cairan tubuh, proses pencernaan, pelarutan dan pengeluaran racun dari ginjal (Harlina, 2021).

2.2 Ekosistem Sungai

2.2.1 Pengertian Sungai

Sungai adalah air tawar dari mata air alam yang sifatnya mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dan biasanya bermuara ke laut, danau atau sungai yang lebih besar. Sungai mengalir dari hulu dengan kondisi kemiringan yang curam, berturut – turut menjadi agak curam kemudian agak landai dan relatif rata. Arus dari daerah hulu biasanya relatif cepat dan bergerak menjadi lebih lambat pada daerah hilir (Amalia,2022). Pengaliran air sungai dari mata air sampai muara dibatasi oleh garis sempadan.

2.2.2 Bagian – bagian Sungai

Menurut Tombokan dan Takaendengan (2021), bagian – bagian alur sungai dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu :

a. Bagian Hulu

   Terletak dibagian atas atau ujung atas dari sungai. Karakteristik bagian hulu yaitu kemiringan dasar yang cukup curam sehingga kecepatan aliran air sangat tinggi dan penampangnya berbentuk V. Karena kecepatan aliran yang tinggi, maka biasanya bagian hulu ini terjadi erosi.

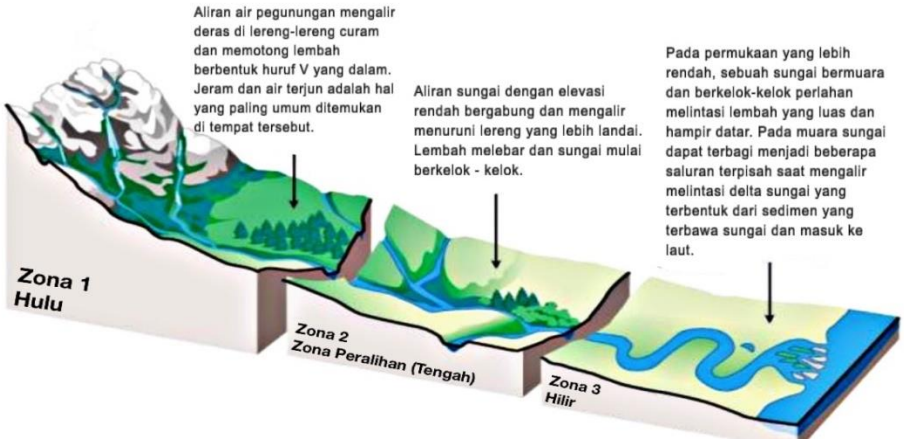
b. Bagian Tengah

   Bagian terpanjang dari suatu sungai yang merupakan bagian yang banyak digunakan masyrakat. Kecepatan aliran pada bagian tengah ini tidak terlalu cepat dibandingkan dengan bagian hulu, sehingga endapan atau sedimen banyak terjadi. Bagian tengah ini juga banyak terjadi pola berjalin (*braided* atau *meander*).

c. Bagian Hilir

Bagian ujung paling bawah dari suatu sungai yang biasanya berhubungan langsung dengan laut (muara). Bagian hilir juga banyak dipengaruhi oleh karakteristik air laut (pasang dan surut). Kecepatan aliran dibagian hilir ini relatif lebih kecil dibandingkan dengan bagian yang lain.

Adapun bagian – bagian sungai dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagian – Bagian Sungai
(Sumber : Murniningsih dan Mustafa, 2019)

2.2.3 Faktor – Faktor Hidrodinamik Ekosistem Sungai

Menurut Harlina (2021), faktor fisika yang paling penting terhadap sistem hidrodinamik sungai. Hidrodinamik adalah kecepatan arus (pergerakan air) tidak seragam pada seluruh kolom air sebab adanya gesekan pada dasar perairan dan bagian samping perairan tersebut. Faktor - faktor yang menentukan arah dan kecepatan pergerakan air sungai yaitu : bentuk dasar sungai; lebar dan kedalaman sungai; keadaan dasar sungai (kasar halus) dan kemiringan dasar sungai. Kecepatan maksimum arus air terjadi di bagian pinggir saluran (sungai).

Pada umumnya keadaan suhu di perairan sungai sangat berbeda dengan perairan tenang seperti danau. Keadaan suhu di perairan seperti sungai beragam yaitu : a) Keadaan suhu seragam pada seluruh lapisan air, tetapi

tetap terjadi perbedaan relatif yang sangat kecil sehingga dapat diabaikan; b) Cenderung mengikuti suhu udara dan lebih terbuka daripada danau, pada perairan yang relatif kecil sangat dipengaruhi oleh suhu udara daripada sungai yang besar; c) Kekeruhan yang terjadi pada sistem air mengalir perbedaanya sangat besar. Akibatnya perbedaan antara satu dengan lainnya tergantung pada keadaan sekitar aliran sungai dan bagian hulu sungai tersebut (Harlina, 2021).

2.2.4 Fungsi dan Manfaat Ekosistem Sungai

Terdapat dua fungsi utama sungai secara alami yaitu mengalirkan air dan mengangkut sedimen hasil erosi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) serta alurnya (*Self Purification*). Kedua fungsi tersebut saling mempengaruhi satu sama lain (Etnovanese dkk, 2019). Pergerakan air seperti arus searah hanya dijumpai pada sungai. Aliran air bergantung dengan topografi lingkungan perairan ada yang lambat dan ada yang cepat. Sistem aliran air pada tanah datar atau dataran rendah bergerak lambat dan membentuk permukaan yang besar dengan terjadi perputaran air (turbulensi) (Harlina, 2021). Turbulensi dapat terjadi apabila lapisan – lapisan aliran saling memotong dan bergerak secara tidak beraturan Aliran turbulen ditandai dengan adanya perubahan acak dan fluktuasi tekanan (Pratama dkk, 2022).

Dikatakan bahwa fungsi sungai untuk mengalirkan air ataupun mengangkut sedimen pada Daerah Aliran Sungai (DAS). Daerah Aliran Sungai (DAS) didefinisikan sebagai suatu wilayah daratan dengan satu kesatuan meliputi sungai dan anak sungainya. Berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau maupun ke wilayah laut secara alamiah (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22, 2021). Setiap DAS memiliki karakteristik topografi maupun geofisik berbeda, mengindikasikan bahwa kondisi hidrologi pada DAS akan berbeda seperti kondisi debit aliran atau debit banjir, erosi hingga sedimentasi wilayah DAS tersebut (Denaswidhi, 2020).

Beberapa manfaat ekosistem sungai yang dapat dikelola sebagai sumber kehidupan bagi makhluk hidup (Salsabila dan Nugraheni, 2020) :

a. Memenuhi kebutuhan air sehari-hari (bagi kehidupan manusia sangat penting untuk minum, memasak, mencuci, dan lainnya)
b. Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)
c. Sarana Irigasi
d. Sarana rekreasi
e. Sebagai sarana edukasi dan penelitian ilmiah
f. Sebagai sarana penunjang transportasi untuk mendukung mobilitas penduduk
g. Membantu mengatur keanekaragaman hayati
h. Membantu proses pembentukan tanah
i. Sebagai sumber kekayaan biota ekosistem sungai

Pada dasarnya sungai memberikan peran penting bagi kehidupan makhluk hidup. Adanya interaksi yang terjadi dengan komponen – komponen sungai akan memberikan dampak yang signifikan apabila dapat dikelola dan dimanfaatkan sesuai dengan peraturan. Jika pemanfaatan ekosistem sungai tidak sesuai dengan peraturan maka akan mengakibatkan perubahan kondisi perairan baik secara fisik, kimia, biologi ataupun fungsional dari ekosistem sungai tersebut. Akibatnya akan terjadi pencemaran dan menurunnya kualitas perairan.

2.3 Pencemaran Air Sungai

Air merupakan komponen lingkungan yang tidak dapat tergantikan dengan komponen alam lainnya. Hal tersebut mengindikasikan bahwa makhluk hidup tidak dapat menjalankan fungsi kehidupan jika terlepas dari kebutuhan akan air. Oleh karena itu, air harus dijaga dengan baik secara kualitas maupun kuantitas (Naray dkk, 2018). Akan tetapi, keadaan ekosistem perairan yang buruk dapat berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitar

sehingga tidak layak untuk dikelola dan dimanfaatkan guna kelangsungan hidup.

Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dikatakan bahwa pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya mahluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai melampaui Baku Mutu Air yang telah ditetapkan. Baku Mutu Air Limbah adalah ukuran batas maupun kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam media air dan tanah dari suatu usaha dan atau kegiatan.

Masuknya bahan - bahan pencemar dapat disebabkan beberapa faktor yaitu melalui mekanisme alam seperti tiupan angin, aliran air sungai, daya rambat di tanah melalui difusi limbah tersebut dapat menyebar. Menurut Kurniawan (2019) Sumber pencemaran air adalah sebagai berikut :

a. Limbah Rumah Tangga

   Semakin besar populasi manusia maka semakin tinggi tingkat pencemarannya. Limbah rumah tangga dapat berupa padatan (kertas, plastik) maupun cairan (air cucian, minyak goreng bekas). Limbah tersebut ada yang mudah terurai (sampah organik) dan ada pula yang tidak dapat terurai. Limbah rumah tangga juga memiliki daya racun tinggi, misalnya sisa obat, baterai bekas, air aki. Limbah - limbah tersebut tergolong bahan berbahaya dan beracun (B3). Limbah MCK dapat mengandung bibit - bibit penyakit atau pencemar biologis (seperti bakteri, jamur, virus) yang akan mengikuti aliran air dan dapat mendatangkan penyakit.

b. Limbah Lalu Lintas

   Limbah lalu lintas berupa tumpahan oli ataupun minyak tanah. Tumpahan – tumpahan tersebut dapat mengotori air. Akibatnya air akan mengalami perubahan sifat.

c. Limbah Pertanian

Limbah pertanian berupa sisa, tumpahan ataupun penyemprotan dari pestisida dan herbisida atau pemupukan yang berlebihan. Limbah tersebut mempunyai sifat kimia yang stabil, tidak terurai di alam sehingga zat tersebut akan mengendap di dasar sungai, danau serta laut dan selanjutnya akan mempengaruhi organisme - organisme yang hidup di dalamnya. Selain itu, akan menyebabkan eutrofikasi pada badan air atau perairan terbuka.

d. Limbah Industri/Pertambangan

Air limbah industri dapat mengandung berbagai jenis bahan organik maupun anorganik. Secara umum zat - zat tersebut digolongkan menjadi :

1. Garam anorganik, berasal dari kegiatan pertambangan, pabrik pupuk, pabrik kertas dan lainnya.
2. Asam anorganik, berasal dari industri pengolah bijih logam dan bahan bakar fosil yang mengandung kotoran berupa ikatan belerang.
3. Senyawa organik, berasal dari industri penyamakan kulit dan industri cat.
4. Logam berat, berasal dari industri pertambangan, cat, zat warna, baterai, penyepuhan logam dan lain sebagainya.

e. Kegiatan Penebangan Hutan

Penebangan hutan secara besar-besaran dan berkelanjutan akan menyebabkan pengikisan humus. Pengikisan humus akan menyebabkan pencemaran air. Akibatnya kualitas air permukaan menurun (menjadi keruh) karena terlalu banyak partikel - partikel tanah di dalamnya.

Salah satu ekosistem perairan yang sering dihadapkan dengan permasalahan pencemaran air yaitu sungai. Pemanfaatan air sungai biasanya digunakan untuk minum, mandi, kegiatan mencuci dan lainnya. Akan tetapi, sumber daya air sungai jika tidak dikelola dengan menggunakan pertimbangan prinsip – prinsip dapat menimbulkan penurunan kualitas lingkungan serta kerusakan ekosistem. Aktivitas manusia yang meningkat dapat memberi pengaruh terhadap pemanfaatan perairan dan menimbulkan limbah yang banyak

sehingga terjadi penurunan kualitas lingkungan dan polusi air karena terganggu keseimbangan alaminya.

Dampak dari pencemaran air sungai dipastikan sangat merugikan bagi ekosistem yang hidup di dalamnya maupun di sekitar sungai. Menurut Irawan, dkk (2019), bentuk – bentuk dampak pencemaran air sungai adalah : Dapat mengakibatkan datangnya bencana alam seperti banjir bandang; Karena terjadinya pengikisan humus atau tanah berakibat pada erosi; Sumber air sungai menjadi berkurang, Mendatangkan berbagai macam penyakit yang bersumber dari air kotor dan tercemar; Ekosistem sungai terganggu; Dari segi ekonomi para nelayan sungai akan mengalami kerugian besar dikarenakan ikan – ikan hasil tangkapan sudah tercemar dan tidak bagus kualitasnya.

2.4 Analisis Kualitas Air

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2021 mengenai Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Mutu Air dikatakan sebagai ukuran kondisi air pada waktu dan tempat tertentu diukur dan atau diuji berdasarkan parameter tertentu dan metode tertentu sesuai dengan ketentuan peraturan perundang – perundangan. Baku Mutu Air memiliki ukuran batas atau kadar makluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Pada Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2021, terdapat Baku Mutu Air sungai dan sejenisnya sesuai Baku Mutu Air Nasional yang mencakup berbagai parameter fisika, kimia maupun biologi diuji dengan empat kelas pengelompokkan air berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 mengenai Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yaitu :

a. Kelas satu, air dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

b. Kelas dua, air dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
c. Kelas tiga, air dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
d. Kelas empat, air dapat digunakan untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

Status mutu air diperlukan untuk mengetahui tingkat keadaan kualitas air yang menunjukkan keadaan tercemar atau baik dari suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan baku mutu air yang sudah ditetapkan. Cara tersebut dapat dilakukan melalui pengelompokan ke dalam kelas tertentu sesuai tingkat pencemarannya. Apakah telah memenuhi standar atau dalam keadaan tercemar. Contohnya seperti pencemaran ringan, sedang, atau berat (Kamalia dan Sudarti, 2022)

Kualitas air merupakan sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat energi ataupun komponen lain yang terdapat dalam air yang bersifat baik. Kualitas air mempunyai beberapa parameter seperti ; Parameter Fisika seperti kecerahan, suhu, padatan terlarut dan lain-lain ; Parameter Kimia yaitu pH, oksigen terlarut, BOD, COD dan lain – lain dan Parameter Biologi yaitu keberadaan plankton, bentos, bakteri, dan sebagainya (Wahyuni dkk, 2020).

Analisis kualitas air dapat dikategorikan sebagai air bersih dan baik jika memenuhi beberapa kriteria dari masing – masing parameter. Secara fisika, air tidak terdapat warna, rasa maupun bau. Secara kimiawi, air tidak mengandung bahan kimia yang berbahaya. Secara biologis, dicirikan dengan kondisi air yang terkandung tidak terdapat mikroorganisme atau bakteri patogen pemicu timbulnya penyakit (Ramadhan dkk, 2023).

2.5 Makrozoobentos

Bentos adalah organisme yang menetap di dasar perairan, bersentuhan langsung dengan sedimen sehingga berpotensi terpapar langsung oleh zat pencemar seperti bahan organik serta logam berat. Bentos memiliki distribusi yang luas, menempati posisi penting dalam rantai makanan ekosistem perairan serta memiliki respon yang cepat dibandingkan organisme tingkat tinggi lainnya sehingga dapat digunakan sebagai indikator pencemaran lingkungan (Pratami dkk, 2018).

Menurut Desmawati dkk (2019) organisme bentos berdasarkan cara mencari makan dibedakan menjadi :

a. Penggali pemakan deposit (*deposit feeder*), pemakan partikel – partikel dalam sedimen (diatom, bakteri, meiofauna), sedimen berupa lumpur lunak dengan kandungan bahan organik tinggi.
b. Pemakan suspensi (*suspension feeder*), substrat berupa pasir dengan kandungan bahan organik yang lebih sedikit.
c. Pembuat tabung, pemakan suspensi atau pemakan deposit, umumnya ditemukan dalam substrat lumpur maupun pasir.

Menurut Meisaroh dkk (2019) daya toleransi bentos terhadap pencemaran bahan organik dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu jenis intoleran, jenis fakultatif, dan jenis toleran.

a. Jenis Intoleran, organisme yang tidak dapat beradaptasi bila kondisi perairan mengalami penurunan kualitas.
b. Jenis Fakultatif, organisme yang dapat bertahan hidup di perairan banyak bahan organik, namun tidak dapat mentolerir tekanan lingkungan.
c. Jenis Toleran, organisme yang sering dijumpai di perairan yang berkualitas buruk.

Organisme bentos terdiri atas kelompok hewan (zoobentos) dan tumbuhan (fitobentos). Menurut Annisa dkk (2020) hewan bentos berdasarkan ukuran

terdiri atas tiga golongan yaitu :

a. Makrofauna atau makrozoobentos yang memiliki ukuran ≥ 0,5 mm
b. Mesofauna atau mesozoobentos yang memiliki ukuran 0,5 - 0,1 mm
c. Mikrofauna atau mikrozoobentos yang memiliki ukuran < 0,1 mm

Salah satu indikator biologi yang dapat dijadikan acuan dalam penilaian kualitas lingkungan di ekosistem perairan yaitu Makrozoobentos. Penggunaan makrozoobentos sebagai bioindikator didasari atas perbedaan kemampuan makrozoobentos dalam merespon perubahan beberapa parameter lingkungan (Fadilla dkk, 2021). Makrozoobentos merupakan organisme yang tinggal di dalam sedimen dasar perairan atau organisme yang hidup di dasar perairan. Makrozoobentos mempunyai hidup yang relatif tetap, ukuran yang besar sehingga mudah untuk diidentifikasi, pergerakan yang terbatas serta hidup di dalam maupun di dasar perairan. Kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos dipengaruhi oleh kualitas air dan substrat tempat hidupnya. Hal tersebut sangat bergantung pada toleransi serta sensitifitas lingkungan sekitar (Bai'un dkk, 2021).

Makrozoobentos merupakan organisme invertebrata bentik yang berukuran lebih dari 0,5 mm (Ibrahim dkk, 2020). Kebiasaan dari organisme ini hidup secara sesil, merayap dan menggali lubang. Berdasarkan tempat hidupnya zoobentos dibagi menjadi 2 yaitu infauna dan epifauna. Infauna adalah bentos yang hidup di dalam subtrat perairan, sedangkan epifauna adalah bentos yang hidup diatas subtrat perairan (Riniatsih dkk, 2021).

Peran daripada makrozoobentos sendiri sangat berpengaruh dalam ekosistem perairan. Makrozoobentos dapat mengubah bahan organik yang berukuran besar menjadi lebih kecil sehingga mikroba mudah menguraikannya. Makrozoobentos juga berperan dalam proses menetralisasikan lingkungan perairan dengan cara merubah balik limbah organik menjadi sumber makanannya sehingga kondisi perairan menjadi stabil (Ananta dan Harahap, 2022). Makrozoobentos memiliki karakteristik yang mudah untuk dipelajari

dan menunjukkan respons yang jelas ketika dihadapkan dengan kondisi lingkungan yang buruk. Struktur komunitas bentik di ekosistem perairan mencerminkan kondisi ekologisnya, termasuk heterogenitas habitat dan kualitas air. Beberapa faktor abiotik seperti suhu, pH, konduktivitas listrik, oksigen terlarut dalam air, komposisi granulometrik dan kandungan bahan organik dalam sedimen menentukan distribusi komunitas makrozoobentos (Desmawati dkk, 2019).

Menurut Maya dan Nurhidayah (2020) jenis – jenis organisme yang termasuk makrozoobentos diantaranya adalah Arthropoda (Crustacea), Mollusca (Gastropoda, Bivalvia) dan Annelida (Oligochaeta).

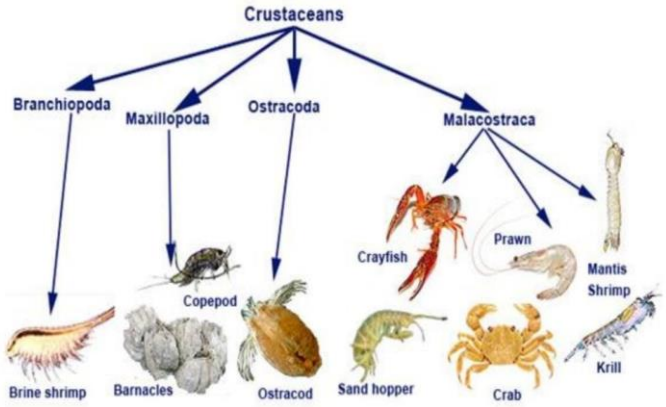
a. Arthropoda (Crustacea)

   Crustacea memiliki tubuh yang terbagi atas dua bagian, yaitu sefalotoraks (kepala, dada) dan abdomen (perut). Tubuh dilindungi oleh eksoskeleton (karapaks) yang tersusun dari zat kitin, memiliki lima pasang kaki di sefalotoraks dan lima pasang kaki pada abdomen, sepasang kaki pertama memiliki bentuk seperti capit yang disebut keliped berfungsi untuk mempertahankan diri dan memegang mangsa. Empat pasang kaki berikutnya adalah kaki yang digunakan untuk berjalan, disebut juga pereipoda. Lima pasang kaki yang terletak pada bagian perut digunakan untuk berenang biasa disebut pleopoda. Pada bagian kepala terdapat dua pasang antena. Sepasang antena pendek dilengkapi dengan stigma atau bintik mata yang berfungsi membedakan antara gelap dan terang, serta sepasang antena panjang sebagai indra peraba dilengkapi statolit untuk keseimbangan badan waktu berada di perairan. Habitat crustacea berada di perairan, baik air tawar ataupun air laut. Crustacea merupakan hewan omnivora pemakan tumbuhan ataupun hewan - hewan kecil yang ada di perairan (Maya dan Nurhidayah, 2020).

Menurut Rifsanjani (2018) Crustacea terbagi atas dua kelompok berdasarkan ukuran tubuhnya yaitu :

1. Entomostraca, Crustacea yang berukuran mikroskopis meliputi 4 kelas (Branchiopoda, Ostracoda, Copepoda, dan Cerripedia)
2. Malacostraca, Crustacea yang berukuran makroskopis meliputi 3 kelas (Isopoda, Stomatopoda, dan Decapoda)

Subfilum Crustacea dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Crustacea
(Sumber : Rifsanjani, 2018)

b. Mollusca

Mollusca merupakan hewan invertebrata terbesar kedua dalam dunia hewan setelah Arthropoda. Mollusca memiliki kemampuan adaptasi yang cukup tinggi pada berbagai habitat kehidupan, sehingga keberadaannya memberikan pengaruh di suatu daerah baik secara geografis maupun geologi. Mollusca dapat hidup di air laut, air payau, air tawar dan di darat maupun ada yang telah menjadi fosil. Mollusca termasuk hewan yang bersifat lunak serta ada yang mempunyai cangkang dan ada yang tidak. Kebanyakan dari Mollusca memiliki bentuk tubuh yang beranekaragam dari silindris sampai tidak memiliki kaki. Tubuh Mollusca terdiri dari tiga bagian yaitu kepala, mantel dan kaki otot (Pertiwi, 2022). Mollusca sendiri terbagi dalam lima kelas yaitu Gastropoda, Bivalvia, Amphineura, Cephalopoda dan Scaphopoda.

Berdasarkan hasil penelitian tentang kelimpahan makrozoobentos oleh Putri dkk. Tahun 2021, pada umumnya Mollusca yang mendominasi perairan sungai terbagi dalam dua kelas yaitu Kelas Gastropoda dan Kelas Bivalvia.

1. Kelas Gastropoda

   Gastropoda merupakan salah satu kelas Mollusca terbesar dan paling banyak dijumpai. Terdapat sekitar 50.000 spesies Gastropoda yang masih hidup dan 15.000 jenis yang telah menjadi fosil. Gastropoda mempunyai ciri – ciri berupa cangkok (rumah) berbentuk kerucut terpilin (spiral) dengan bentuk tubuh menyesuaikan bentuk cangkok. Adapula Gastropoda yang tidak memiliki cangkok, sehingga sering disebut siput telanjang (vaginula). Memiliki sepasang tentakel panjang untuk membedakan gelap terang dan tentakel pendek sebagai indra peraba dan pembau (Romadhoni, 2020). Pernapasan bagi Gastropoda di darat menggunakan paru - paru, sedangkan Gastropoda di air bernapas dengan insang. Alat reproduksi jantan dan betina bergabung disebut ovotestes. Bersifat hemafrodit, tetapi tidak mampu melakukan autofertilisasi. Alat ekskresi berupa sebuh ginjal yang terletak dekat jantung (Maya dan Nurhidayah, 2020). Contoh Gastropoda adalah *Achatina fulica, Helix pomatia, Pomacea canaliculata, Melanoides tuberculata*. Kelas Gastropoda dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Gastropoda
(Sumber : Maya dan Nurhidayah, 2020)

2. Kelas Bivalvia

Bivalvia memiliki ciri khas berupa dua bagian cangkang yang kurang lebih memiliki ukuran simetris. Dua cangkang tersebut terkunci seperti engsel dengan bantuan otot aduktor sehingga dapat membuka menutup. Cangkang berfungsi menutupi atau melindungi tubuh lunaknya dari predator. Memiliki ctenidium yaitu insang berlapis – lapis untuk menyaring makanan serta digunakan untuk bernafas. Terdapat saluran air untuk masuk dan keluar disebut sifon (Romadhoni, 2020). Bivalvia dapat hidup di air tawar, dasar laut, danau, kolam ataupun sungai yang banyak mengandung zat kapur. Memiliki kepala tidak berkembang namun sepasang palpus labial mengapit mulutnya. Tubuh bilateral simetris memiliki kebiasaan menggali liang pada pasir dan lumpur sebagai substrat hidupnya. Jenis kelamin hewan pada kelas Bivalvia biasanya terpisah antara jantan dan betina, akan tetapi ada juga yang hemafrodit. Contoh dari kelas Bivalvia yaitu *Perna viridis, Pilsbryoconcha* (Maya dan Nurhidayah, 2020). Kelas Bivalvia dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Bivalvia
(Sumber : Maya dan Nurhidayah, 2020)

c. Oligochaeta

Oligochaeta merupakan anggota dari filum Annelida yang mempunyai sedikit rambut. Oligochaeta hidup di dalam tanah atau tempat lembab, tetapi ada juga yang hidup di air. Karena mempunyai sedikit rambut seta dan tidak mempunyai parapodia (kaki dayung yang berguna untuk berenang), menjadikan kepala dari kelas ini berbentuk kecil, tidak

memiliki alat peraba dan tidak memiliki bintik mata. Pada lapisan kulit terdapat bagian saraf dengan fungsi untuk menerima rangsangan. Oligochaeta bersifat hemaprodit dengan perkembangbiakan secara generatif dan vegetatif dengan regenerasi (Maya dan Nurhidayah, 2020). Perkembangbiakan generatif Oligochaeta tidak terlepas dengan adanya klitelum. Klitelum merupakan bagian dari kelenjar epidermis yang berhubungan dengan produksi kokon atau dapat dikatakan sebagai alat perkembangbiakan sekunder. Pada bagian tubuh Oligochaeta, organ klitelum ditandai dengan daerah yang mengalami penebalan dengan warna lebih terang maupun lebih gelap dari warna tubuhnya. Posisi klitelum pada setiap jenis Oligochaeta berbeda – beda. Contohnya seperti *Lumbricus rubellus* memiliki klitelum pada bagian anterior tubuh dimulai antara segmen 22 hingga 32 (Indriyati, 2016). Contoh dari Oligochaeta yaitu *Tubifex* sp, *Lumbricus terestris.* Kelas Oligochaeta dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. Oligochaeta
(Sumber : Lumenta, 2017)

2.6 Lokasi Sungai Way Semah

Sungai Way Semah terletak di Kabupaten Pesawaran dengan panjang 54 km dan daerah aliran seluas 135,0 km². Sungai Way Semah merupakan salah satu Sub DAS dari DAS Way Sekampung yang total luasnya 484.132 Ha. Bagian hulu dari Sungai Way Semah terletak di daerah administrasi Kabupaten Pesawaran yaitu Kecamatan Gedong Tataan, kemudian melewati Kecamatan Way Lima, Kecamatan Negeri Katon, sebagian melewati Kecamatan

Gadingrejo Kabupaten Pringsewu dan bermuara di DAS Way Sekampung yang berada di Kecamatan Tegineneng Kabupaten Pesawaran (Hernanda dan Ariaputri, 2021). Sungai Way Semah memiliki sistem jaringan irigasi yang terdiri dari Daerah Irigasi Way Semah I dan Daerah Irigasi Way Semah II berada di Kecamatan Gedong Tataan, Daerah Irigasi Way Semah III berada di Kecamatan Negeri Katon. Sungai Way Semah dilengkapi sistem pengendalian banjir dengan sistem peringatan dini di sepanjang daerah alirannya (Peraturan Daerah Kabupaten Pesawaran No. 6, 2019). Sub DAS Way Semah mengalami penurunan penutupan vegetasi dikarenakan adanya konversi tanah hutan dan daerah belukar yang dijadikan sebagai daerah untuk kegiatan manusia meliputi pertanian, perkebunan, perumahan, industri dan sebagainya (Tim Penyusun BBWS Mesuji Sekampung, 2022).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan November – Desember 2023 di Sungai Way Semah Kabupaten Pesawaran, Lampung dengan titik lokasi penelitian dibagi menjadi tiga stasiun. Stasiun I berlokasi di Dusun Sinar Baru Desa Negara Saka Kecamatan Negeri Katon Kabupaten Pesawaran, Stasiun II berlokasi di Dusun Bumi Jaya Desa Negeri Ulangan Jaya Kecamatan Negeri Katon Kabupaten Pesawaran, Stasiun III berlokasi di Desa Kresnowidodo Kecamatan Tegineneng Kabupaten Pesawaran. Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan tiga kali pengulangan dengan rentang waktu 2 minggu sekali pada pertengahan bulan November sampai dengan bulan Desember. Analisis sampel makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Pengukuran kualitas air berdasarkan parameter fisika seperti suhu, kecerahan serta parameter kimia seperti pH dan DO langsung dilakukan di lokasi Sungai Way Semah Pesawaran. Untuk pengujian BOD dilakukan di Balai Laboratorium UPTD Kota Bandar Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian meliputi Eckman grab, termometer, pH meter, sechi disk, GPS, botol winkler, pipet volumetrik, labu ukur, aerator, erlenmeyer, kultur tabung, heatingblock, pipet skala, statif, mikroburet, neraca analitik, plastik zip, ember, coolbox, sieve net, wadah atau kantong sampel, pinset, kamera, buku dan alat tulis.

Bahan yang digunakan pada penelitian meliputi formalin 4%, H_2SO_4, NaOH, $MnSO_4$, pereaksi oksigen.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk penentuan lokasi dan pengumpulan data yaitu metode *purposive sampling.* Metode tersebut adalah metode dengan teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu (Widhiandari dkk, 2021).

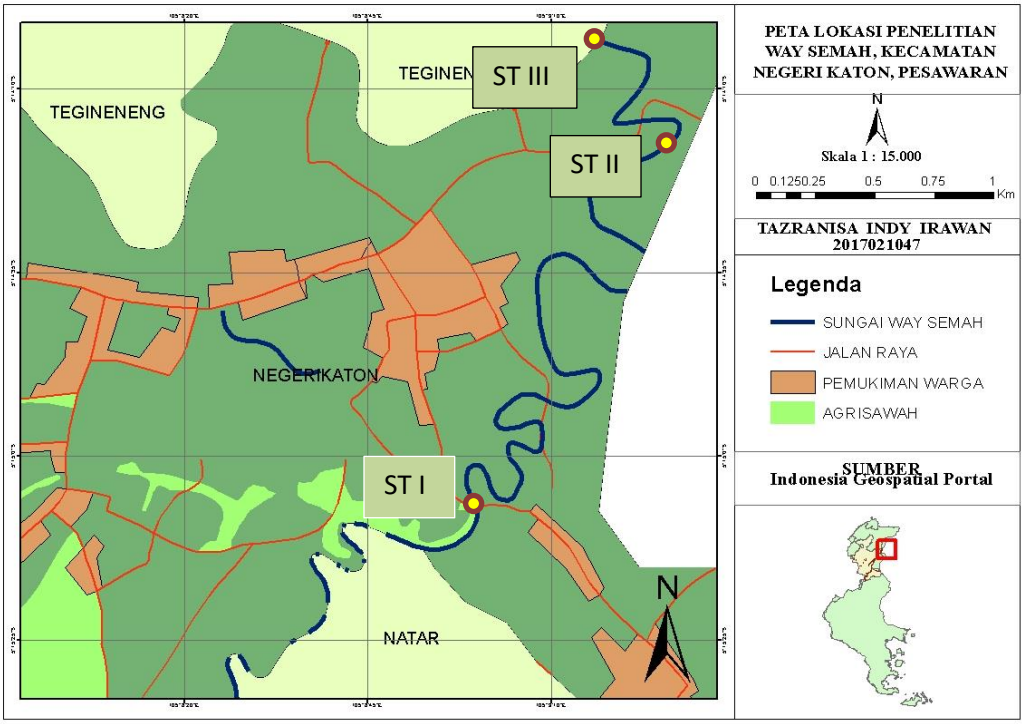
3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penentuan Titik Lokasi

Lokasi penentuan titik penelitian dibagi menjadi tiga stasiun.

a. Stasiun 1 (ST 1) Hulu Sungai Way Semah berlokasi dekat dengan permukiman warga di Dusun Sinar Baru Desa Negara Saka Kecamatan Negeri Katon Kabupaten Pesawaran (Lat -5. 251987°, Long 105. 14985°)
b. Stasiun 2 (ST 2) Tengah Sungai Way Semah berlokasi dekat dengan industri rumah tangga yang terletak di Dusun Bumi Jaya Desa Negeri Ulangan Jaya Kecamatan Negeri Katon Kabupaten Pesawaran (Lat -5.2378537°, Long 105.1576201°)
c. Stasiun 3 (ST 3) Hilir Sungai Way Semah berlokasi dekat dengan lahan pertanian di Desa Kresnowidodo Kecamatan Tegineneng Kabupaten Pesawaran (Lat -5.23417°, Long 105.15475°)

Pada masing – masing stasiun ditetapkan dua titik pengambilan sampel yaitu titik tepi kanan dan titik tepi kiri, sehingga jumlah titik lokasi pengambilan sampel adalah 6 titik. Titik lokasi stasiun penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Lokasi Penelitian dan Titik Pengambilan Sampel

3.4.2 Pengumpulan Data

a. Pengambilan Sampel Makrozoobentos

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* dan tiga kali ulangan di setiap stasiun menggunakan Eckman grab. Eckman grab diturunkan mencapai dasar tepi sungai untuk mengeruk sedimen kemudian ditarik ke atas. Sampel dari hasil grab disaring dengan Sieve Net 1 mm bertujuan memisahkan sampel dengan sedimen. Kemudian sampel dimasukkan ke kantong sampel yang diberikan formalin 4% sebagai bahan fiksasi (pengawetan). Sampel diidentifikasi menggunakan buku identifikasi *Fresh Water Invertebrates of the United States Second Edition* dari Robert William Pennak dan dihitung jumlah individunya di Laboratorium Zoologi, FMIPA Universitas Lampung.

b. Pengukuran Faktor Ekologi dan Kualitas Air

Pengukuran faktor ekologi dan kualitas dilakukan dengan dua cara yaitu terdapat pengukuran secara langsung di lokasi penelitian dan pengukuran di Laboratorium. Terdapat beberapa indikator yang diukur secara langsung di lokasi penelitian yaitu :

1. Indikator Fisika
   - Suhu

     Pengukuran indikator suhu dilakukan dengan menggunakan alat termometer yang langsung dicelupkan ke dalam air. Hasil yang diperoleh kemudian dicatat (Ramadini, 2019).
   - Kecerahan

     Kecerahan diukur dengan *sechi disk* kemudian dimasukkan kedalam air sungai, diamati sampai *sechi disk* tidak terlihat. Diangkat dan diukur panjang yang telah tercelup ke dalam sungai. Hasil yang diperoleh kemudian dicatat (Ramadini, 2019).
2. Indikator Kimia
   - pH

     Pengukuran indikator pH dilakukan dengan menggunakan pH meter yang dicelupkan ke dalam air dan dicocokkan nilai angka yang tertera di pH meter dengan indeks pH (Ramadini, 2019).
   - Pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*)

     Pengukuran indikator DO dilakukan dengan menggunakan DO Meter. Penggunaan DO Meter lebih praktis dan dapat digunakan untuk pengukuran lapangan dalam mengukur berbagai jenis air dengan kekeruhan dan warna yang tinggi. Prinsip kerja DO Meter didasarkan pada pengukuran elektrokimia sampel air (Wicaksono, 2021).
   - Untuk pengukuran indikator kimia BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dilakukan di Balai Laboratorium UPTD Kota Bandar Lampung. Pengukuran BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dirujuk dari penelitian Andika dkk (2020) dengan metode titrasi. Sebelum dilakukan pengujian BOD, sampel dikondisikan terlebih

- dahulu dengan mengukur suhunya. Suhu dikondisikan pada 20^{o}C ± 3^{o}C. Kemudian sampel dilakukan pengukuran pH , jika pH tidak dalam kisaran 6,0 – 8,0 maka diatur kembali pH dengan menambahkan H_2SO_4 atau NaOH. Setelah itu, dilakukan pengenceran tergantung dengan sampel uji dan diperkirakan pengenceran yang mana untuk menghasilkan penurunan oksigen. Kemudian diinkubasi selama 5 hari. Untuk pengujian BOD digunakan botol winkler dua buah dengan ukuran 150 ml dan 300 ml. Sampel dimasukkan kedalam botol winkler ukuran 300 ml dan diinkubasi selama 5 hari. Untuk ukuran 150 ml akan dianalisis oksigen terlarut dengan ditambahkan 1 mL larutan $MnSO_4$ dan pereaksi oksigen. Kemudian di homogenkan hingga menggumpal, lalu ditambahkan H_2SO_4 1 mL dan dihomogenkan. Setelah itu, dilakukan pengukuran titrasi.

3.5 Teknik Analisis Data

3.5.1 Indeks Kelimpahan Makrozoobentos (individu/m^2)

Untuk mengetahui kelimpahan jumlah individu jenis makrozoobentos per satuan luas dapat menggunakan Indeks Kelimpahan dengan rumus Welch (1948) sebagai berikut :

$$\mathbf{N = \frac{a}{O\,S}\ X\ 10.000}$$

Keterangan :

N = Rata – rata jumlah individu per meter^2

a = Jumlah individu makrozoobentos yang terhitung

O = Luas bukaan Eckman grab

S = Jumlah sampel setiap stasiun pengamatan

3.5.2 Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos (H')

Untuk mengetahui berapa banyak jenis makrozoobentos yang ada di tiap stasiun dapat menggunakan Indeks Keanekaragaman dengan rumus Shannon – Wienner menurut Odum (1993) sebagai berikut :

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} Pi \ln Pi$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman

Pi = ni/N (Peluang kepentingan untuk tiap spesies)

ni = Jumlah individu jenis ke-i

N = Jumlah total individu

Kategori nilai indeks Shannon – Wienner menurut Mason (1981) mempunyai kisaran nilai tertentu yaitu :

Jika H' < 1 : keanekaragaman rendah

Jika 1< H' < 3 : keanekaragaman sedang

Jika H' ≥ 3 : keanekaragaman tinggi

Hasil perhitungan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos kemudian dibandingkan dengan penggolongan tingkat pencemaran perairan menurut Lee *et al*. (1978). Klasifikasi tingkat pencemaran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi tingkat pencemaran berdasarkan indeks keanekaragaman menurut Lee et al. (1978)

Tingkat Pencemaran	Indeks Keanekaragaman
Belum Tercemar	>2,0
Tercemar Ringan	1,6 – 2,0
Tercemar Sedang	1,0 – 1,5
Tercemar Berat	<1,0

3.5.3 Indeks Keseragaman Makrozoobentos (E)

Untuk mengetahui keseimbangan komunitas atau kesamaan jumlah individu antar jenis dapat menggunakan Indeks Keseragaman dengan rumus Shannon – Wienner menurut Odum (1993) sebagai berikut :

$$E = \frac{H'}{Hmax} = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan :

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman

Hmax = Indeks keanekaragaman maksimum (In S)

S = Jumlah spesies

Kategori nilai indeks Shannon – Wienner menurut Brower et al (1990) mempunyai kisaran nilai tertentu yaitu :

Jika E < 0,40 : keseragaman rendah

Jika 0,40 < E < 0,60 : keseragaman sedang

Jika E ≥ 0,60 : keseragaman tinggi

3.5.4 Indeks Dominansi Makrozoobentos (C)

Untuk mengetahui adanya jenis yang mendominasi suatu komunitas dapat menggunakan Indeks Dominansi dengan rumus Simpson menurut Odum (1993) sebagai berikut :

$$C = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{ni}{N}\right]^2$$

Keterangan :

C = indeks dominansi

ni = jumlah individu tiap spesies

N = jumlah semua individu tiap spesies

Kategori nilai indeks Simpson menurut Krebs (1978) mempunyai kisaran nilai tertentu yaitu :

Jika C < 0,50 : dominansi rendah
Jika 0,50 < C < 0,75 : dominansi sedang
Jika 0,75 < C < 1,00 : dominansi tinggi

3.5.5 Analisis Korelasi

Analisis untuk mengetahui keterkaitan antara makrozoobentos dengan kualitas air dapat digunakan analisis korelasi. Dirujuk dari penelitian Maulana dan Kuntjoro (2023) untuk melihat hubungan korelasi makrozoobentos dengan faktor fisika dapat dilakukan berdasarkan Korelasi Pearson. Korelasi Pearson merupakan jenis uji korelasi yang digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan antara dua variabel berskala interval atau rasio (Bayudana dkk, 2022). Pada penelitian ini, *software* yang digunakan untuk menganalisis korelasi yaitu IBM SPSS *Statistic* 29.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Way Semah Pesawaran, Lampung menurut kategori indeks Shannon – Wienner menunjukkan kategori keanekaragaman sedang, pada ketiga stasiun secara berturut – turut sebesar 1,87 ; 1,85 ; 1,21 dan kelimpahan makrozoobentos yang cukup beragam pada ketiga stasiun berturut – turut sebesar 207 ; 175 ; 173 ind/m^2.
2. Tingkat pencemaran yang terjadi di Sungai Way Semah Kabupaten Pesawaran, Lampung berdasarkan keanekaragaman makrozoobentos berada pada kondisi tercemar ringan sampai sedang dengan kisaran nilai sebesar 1,21 – 1,87.

4.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperluas titik lokasi pengamatan dan menambahkan indikator fisik-kimia yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Afriani, R. 2017. Inventarisasi Makrozoobentos sebagai Indikator Biologis Kondisi Perairan di Dusun Dawar Lama Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Edumedia*, 1 (1) : 33–41

Afrina, Khairullah. dan Helmi. 2020. Analisis Kualitas Air Drainase Irigasi Langkahan-Jambo Aye Akibat Pengaruh Pasang Surut Untuk Budidaya Padi Sawah Di Desa Meunasah Tingkeum Kecamatan Madat Kabupaten Aceh Timur. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(1) : 572 - 577

Amalia, M. 2022. *Rekayasa Sungai.* Eureka Media Aksara. Banjarbaru.108 hlm.

Amin, Y. Y., Jamaluddin. dan Kaseng, E. S. 2023. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Air di Hutan Mangrove Pantai Kuri Caddi di Kabupaten Maros Yasir, Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 9 (10) : 359–369

Ananta, S. dan Harahap, A. 2022. Distribusi Dan Keanekaragaman Makrozoobentos. *BIOEDUSAINS : Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 5 (1) : 286 - 294

Anastasia, S., Munfarida, I. dan Suprayogi, D. 2022. Penilaian Kualitas Air Menggunakan Indeks Makroinvertebrata FBI dan Biotilik di Sungai Buntung Sidoarjo. *Serambi Engineering*, 7 (3) : 3617–3623

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. *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 2 (1) : 14 - 22

Annisa, S., Sakira, S. dan Lisna, S.2020. Keanekaragaman Benthos Di Perairan Pantai Kaca Kacu Deudap Pulo Aceh, Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik* (218 - 221). Banda Aceh: Perpustakaan Universitas Islam Negeri Ar-Rainry

Armus, R., Tumpu, M., Tamim, T., Nenny., Affandy, N.A., Syam, M.A., Hamdi, F., Rustan, F.R., Mukrim, M.I. dan Mansida, A. 2021. *Pengembangan Sumber Daya Air*.Yayasan Kita Menulis. Medan. 163 hlm.

Ashar, Y. K. 2020. *Analisis Kualitas (BOD, COD, DO) Air Sungai Pesanggarahan Desa Rawadenok Kelurahan Rangkepan Jaya Baru Kecamatan Mas Kota Depok*. Medan : Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Assy, D., Widyorini, N. dan Ruswahyuni. 2013. Hubungan Kelimpahan Meiofauna Pada Kerapatan Lamun Yang Berbeda Di Pulau Panjang, Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 2 (3) : 226–232

Ayu, R.P., Irawan, B., Moehammadi, N. dan Soedarti, T. 2015. *Kajian Distribusi Dan Keberadaan Makrobenthos Dalam Hubungannya Dengan Suhu di Aliran Sungai Air Panas Cangar Kota Batu*. Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga. 9 hlm.

Ayuni, U.J. 2023. Struktur Komunitas Plankton Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Way Sekampung Segmen Relung Helok. *Skripsi*. Bandar Lampung : Universitas Lampung

Badan Pusat Statistik Lampung. 2022. *lampung.bps.go.id*. Diakses pada tanggal 17 Oktober 2023 pukul 19.55

Bai'un, N., Riyantini, L., Mulyani,Y. dan Zallesa, S. 2021. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan Di Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5 (2) : 227 - 238

Bayudana, B. C., Riyantini, I., Sunarto, S. dan Zallesa, S. 2022. Asosiasi dan Korelasi Makrozoobentos dengan Kondisi Ekosistem Mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Buletin Oseanografi Marina*, 11 (3) : 271–281

Brower, J., Zar, J.H., and Ende, C. V. 1990. *Field and laboratory methode for general ecology*. W.M.C Brown Publishers. New York. 237 pp.

Cahyani, A.A. dan Helda, N. 2022. Analisis Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH) untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih pada Masjid Raya Sabilal Muhtadin di Banjarmasin. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan*, 11 (2) : 56 - 61

Dargaville, B. L. and Hutmacher, D.W. 2022. Water as the often neglected medium at the interface between materials and biology. *Nature Communications*, 13 : 1 - 10

Denaswidhi, E. 2020.Informasi Karakteristik Morfometri DAS Jangkok Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Silva Samalas*, 3 (1) : 28 - 35

Desmawati, I., Adany, A. dan Java, C.A. 2019. Studi Awal Makrozoobentos di Kawasan Wisata Sungai Kalimas, Monumen Kapal Selam Surabaya. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*, 8 (2) : 19 - 22

Diniariwisan, D. dan Rahmadani, T.B.C. 2023. Kondisi Kelimpahan Dan Struktur Komunitas Fitoplankton Di Perairan Pantai Senggigi Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Perikanan*, 13 (2) : 387 - 395

Efendi, M.A., Yanto, S. dan Patang. 2023. Keanekaragaman Makrozoobentos dan Analisis Kualitas Air di Waduk Bili - bili Kabupaten Gowa. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 9 (1) : 41 - 52

Elfidasari, D., Noriko, N., Effendi, Y. dan Puspitasari R.L. 2017. Kualitas air Situ Lebak Wangi Bogor berdasarkan analisa fisika, kimia dan biologi. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 3 (2) : 104-112

Etnovanese, N.C.K., Aprillia, T.M., Suwarno, D. dan Setiyadi, B. 2019. Analisis Terhadap Kualitas Air Sungai Kaligarang sebagai Sumber Air Baku PDAM. *Jurnal Teknik Sipil*, 3 (1) : 47 - 62

Fadilla, R. N., Melani, W.R. dan Apriadi, T. 2021. Makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di Desa Pengujan Kabupaten Bintan. *Habitus Aquatica : Journal of Aquatic Resources and Fisheries Management*, 2 (2) : 83 - 94

Farhahnida, A., Fuadini, A., Kholidah, H.M. dan Wardana, R.I. 2021. *Pemanfaatan Air Hujan Sebagai Pasokan Air Bersih Rumah Tangga Dengan Metode Bak Penampungan Air Hujan (PAH) Berfiltrasi di Kecamatan Rongkop*.Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 24 hlm.

Febrian, I., Nursaadah, E. dan Karyadi, B. 2022. Analisis Indeks Keanekaragaman, Keragaman, dan Dominansi Ikan di Sungai Aur Lemau Kabupaten Bengkulu Tengah. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 10 (2), 600 – 612

Fiori, N. 2019. Pengaruh Debit dan Kedalaman Aliran Sungai Terhadap Sebaran Bahan Pencemar Air Buangan pada Aliran Sungai Deli. *Skripsi*. Medan : Universitas Sumatera Utara

Fitriana, V. A., Suripin. dan Sriyana, I. 2021. Kajian Ulang Desain Hidrologis Cofferdam Hulu Bendungan Karian terhadap Perubahan Cuaca di DAS Ciberang. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 7 (1) : 31 - 42

Hadie, W., Hadie, L.E. dan Supangat, A. 2019. *Sistem Budidaya Ikan*. Universitas Terbuka. Tangerang Selatan. 600 hlm.

Hamuna, B., Tanjung, R.H.R., Suwito, Maury, H.K. dan Alianto. 2018. Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16 (1) : 35 - 43

Harlina. 2021. *Limnologi Kajian Menyeluruh Mengenai Perairan Darat.* Gunawana Lestari. Makassar. 223 hlm.

Hernanda dan Ariaputri. 2021. *Analisis Ketersediaan Air Pada Daerah Irigasi Way Semah I Kabupaten Pesawaran*. Teknik Sipil. Institut Teknologi Sumatera

Ibrahim, A., Imroatushshoolikhah, Sudarso, Y., Lukman. dan Syawal, M.S. 2020. Kolonisasi Makrozoobentos pada Kolam Habitat Semi Ex Situ (HSE) di Kawasan Maninjau, Sumatera Barat. *Sainmatika*, 17 (1) : 36 - 45

Ilham, A. S., Masri, M. dan Rosmah, R. 2023. Analisis kadar biochemical oxygen demand (BOD) salah satu sungai di Sulawesi Selatan. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 3 (2) : 112–116

Indriyati, E. 2016. Efektivitas Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus* Hoff.) Dalam Degradasi Karbon Organik Terhadap Sampah Buah Pasar Tanjung Jember. *Skripsi*. Jember : Universitas Jember

Irawan, R.H., Ramadhani, R.A., Helilintar, R. dan Krisnawati, N.M. 2019. *Melindungi Ekologi Sungai Dengan Teknologi Informatika.* Literasi Nusantara. Malang. 65 hlm.

Kamalia, D. dan Sudarti. 2022. Analisis Pencemaran Air Sungai Akibat Dampak Limbah Industri Batu Alam di Kecamatan Depok Kabupaten Cirebon. *Jurnal EnviScience*, 6 (1) : 1 -13

Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia. 2017. *Petunjuk Teknis Restorasi Kualitas Air Sungai.* Jakarta. 106 hlm.

Kolif, R., Amin, B. dan Nedi, S. 2017. Analisis Kandungan Bahan Organik Sedimen dan Kelimpahan Makrozoobenthos di Muara Sungai Batang Arau Kota Padang Provinsi Sumatra Barat. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 4 (2) : 1–12

Kurniawan, A. 2019. *Dasar - Dasar Analisis Kualitas Lingkungan* . Wineka Media. Malang. 262 hlm.

Krebs, C. J. 1978. *Ecology : The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper and Row Publisher. New York. 801 pp.

Latupeirissa, A.N. dan Manuhutu, J.B. 2020. Analisis Parameter Fisika Dan Kesadahan Air PDAM Wainitu Ambon. *MJoCE*, 10 (1) : 1 - 7

Lee, C.D., Wang, S.B. and Kuo, C.L. 1978. *Benthic Macroinvertebrate and Fish as Biological Indicators of Water Quality, With Reference of Community Diversity Index*. International Conference on Water Pollution Control in Development Countries. Bangkok. Thailand.

Lestari, S, Rahayu D.R.U.S., Iqbal, A., Suyanto, E. dan Hadi, F.S. 2022. Korelasi Konsentrasi Kadmium pada *Melanoides turricula* dan Air Sungai Wangan yang Terkontaminasi Limbah Batik. *BioEksakta*, 4 (2) : 61– 67

Liku, J. E. A., Mulya, W., Sipahutar, M.K., Sari, L.P. dan Noeryanto. 2022. Mengidentifikasi Sumber Pencemaran Air Limbah Di Tempat Kerja. *EUNOIA Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1 (1) : 14 - 19

Lumenta, C. 2017. Avertebrata Air. Unsrat Press. Manado. 165 hlm.

Magfira. 2023. Kepadatan Siput di Sungai Desa Sidoan Kabupaten Parigi Moutong Serta Pemanfaatannya Sebagai Sumber Belajar. *Skripsi*. Palu : Universitas Tadulako Sulawesi Tengah

Mailisa, E.R., Yulianto, B. dan Warsito, B. 2021. Strategi Peningkatan Kualitas Air Sungai : Studi Kasus Sungai Sani. *Jurnal Litbang*, 17 (2) : 101 - 114

Mardhia dan Abdullah. 2018. Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis* (2) : 182–189

Mason, C. F. 1981. *Biology of Freshwater Pollution*. Longman. New York. 250 pp.

Maula, L.H. 2018. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang. *Skripsi*. Malang : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim

Maulana, M. A. dan Kuntjoro, S. 2023. Hubungan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos dengan Kualitas Air Kali Surabaya , Wringinanom. *LenteraBio*, 12 (2) : 219 – 228

Maya, S. dan Nurhidayah. 2020. *Zoologi Invertebrata.* Widina Bhakti Persada. Bandung. 143 hlm.

Mayada, S. 2020. Analisis Kualitas Air Sungai Aek Riung Berdasarkan Parameter Fisika Dan Kimia Di Lingkungan Pabrik Karet PT. Rubber Hock Lie Kabupaten Labuhanbatu Tahun 2020. *Skripsi*. Medan: Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Meisaroh, Y., Restu, L. 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

Messakh, J.J. 2017. *Pengelolaan Sumber Daya Air*. PMIPA Press. Kupang. 177 hlm.

Miharja, M. N. D. M. 2020. *Korelasi Pearson*. Bekasi : Universitas Pelita Bangsa

Muhammad, I.R.U. 2019. Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Sumber Taman dan Alirannya, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Malang . *Skripsi*. Malang : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Jawa Timur

Munandar, A., Ali, M. S. dan Karina, S. 2016. Struktur Komunitas Makrozoobenthos Di Estuari Kuala Rigaih Kecamatan Setia Bakti Kabupaten Aceh Jaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 1 (3) : 331–336

Murniningsih, S. dan Mustafa, A.G. 2019. Analisis Dampak Normalisasi Sungai Terhadap Erosi dan Sedimentasi di Daerah Perkotaan, Studi Kasus: Sungal Pesanggrahan, Jakarta. *CESD*, 2 (2) : 53 - 59

Mushthofa, A., Muskananfola, M. R . dan Rudiyanti, S. 2014. Analisis Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. Diponegoro *Journal of Maquares*, 3 (1) : 81- 88

Naray, S.P., Polii, J.V.B. dan Rotinsulu, W. 2018. Analisis Kualitas Air Irigasi Persawahan Padi Di Desa Molompar Kecamatan Tombatu Timur Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Unsrat*, 10 (5) : 1 - 11

Ningrum, N. C. dan Kuntjoro, S. 2022. Kualitas Perairan Sungai Brangkal Mojokerto Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos. *LenteraBio*, 11 (1) : 71 - 79

Nopriyeni. 2017. Kepadatan dan Pola Distribusi *Corbicula fluminea* dan *Bellamya javanica* Pada Areal Persawahan di Desa Air Satan Kabupaten Musi Rawas. *Prosiding Seminar Nasional Biiotik* : 39 – 44

Nuraina, I., Fahrizal. dan Prayogo, H. 2018. Analisa Komposisi dan Keanekaragaman Jenis Tegakan Penyusun Hutan Tembawang Jelomuk di Desa Meta Bersatu Kecamatan Sayan Kabupaten Melawi. *Jurnal Hutan Lestari*, 6 (1) : 137 – 146

Odum, E.P. 1993. *Fundamental Of Ecology Part 3 Dalam Srigandono dan Samingan (Terj.) Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Gadjah Mada University. Yogyakarta. 697 hlm.

Olii, A.H. dan Paramata, A. R. 2019. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Danau Limboto Provinsi Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan , 7* (26), 175 – 185

Orabi, O. and Khalifa, M .M. 2020. Biota Sediment Accumulation and Bioconcentration Factors of Trace Metals in The Snail *Melanoides tuberculata* form the Agricultural Drains of the Manzala Lagoon, Egypt. *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (1) : 1 - 8

PPMI. 2023. *DESALINASI AIR LAUT: dari air garam menjadi air bersih layak minum*. https://ppmijeddah.wordpress.com/2013/02/24/desalinasi-air-laut-dari-air-garam-menjadi-air-bersih-layak-minum/. Diakses pada tanggal 4 Oktober 2023 pukul 20. 25

Pelealu, G. V. E., 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

Peraturan Daerah Kabupaten Pesawaran .2019. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Pesawaran Tahun 2019 - 2039 No. 6*

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia .2021. *Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 22*

Peraturan Daerah Kabupaten Pesawaran .2021. *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2021 - 2026 No. 2*

Pertiwi, D.B. 2022. Modul Pembelajaran Filum Mollusca. *Skripsi*. Bandar Lampung : Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung

Pingki, T. dan Sudarti. 2021. Analisis kualitas air sungai berdasarkan ketinggian sungai Bladak dan Sungai Kedungrawis di Kabupaten Blitar. *E-Journal BUDIDAYA PERAIRAN*, 9 (2) : 54–63

Pramleonita, M., Yuliani, N., Arizal, R. dan Wardoyo, S. E. 2018. Parameter Fisika Dan Kimia Air Kolam Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 8(1) : 24-34

Pratami, V. A. Y., Setyono, P. dan Sunarto. 2018. Keanekaragaman, zonasi serta overlay persebaran bentos di Sungai Keyang, Ponorogo, Jawa Timur. *Depik Jurnal Ilmu - Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 7 (2) : 127 - 138

Pratama, D., Hadiningrum, K. dan Muldiani, R.F. 2022.Studi Awal Pengaruh Temperatur terhadap Karakteristik Aliran Fluida Pada Belokan Pipa 90^{o} melalui Simulasi. *Jurnal MIPA*, 11 (2) : 68 - 71

Pratiwi, I. 2017. Karakteristik Parameter Fisika Kimia pada Berbagai Aktivitas Antropogenik Hubungannya Dengan Makrozoobentos di Perairan Pantai Kota Makassar. *Skripsi*. Makassar : Universitas Hasanuddin

Purwati, S., Masitah, M., Budiarti, S. dan Aprilia, Y. 2021. Keanekaragaman jenis ikan di sungai Lempake Tepian kecamatan Sungai Pinang kota Samarinda. *Jurnal Ilmiah BioSmart (JIBS)*, 7 (1) : 12–24

Putri, V.N., Yudha, L. G., Kartini, N. dan Damai, A. A. 2021. Keragaan Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Bagian Hilir Sungai Hurun Lampung. *Journal of Aquatropica Asia*, 6 (2) : 72 - 82

Ramadhan, A. W. W., Safitri, F.E., Khairunnisa, H., Pramitasari, T.A., Sholiqin, M. dan Rachmawati, S. 2023. Dampak Tingkat Cemaran Sungai Jenes Terhadap Kualitas Air Tanah Warga di Kelurahan Joyotakan, Kecamatan Serengan, Surakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21 (2) : 318 - 328

Ramadini, L. 2019. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung. *Skripsi*. Bandar Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung

Rachmadianty, A., Aryati, F. dan Sastyarina, Y. 2021. Isolasi dan Karakterisasi Kitin dari Limbah Cangkang Kerang Asia (*Corbicula fluminea*). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 14 : 31–36

Rachman, H., Priyono, A. dan Mardianto, Y. 2017. Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai di Sub DAS Ciliwung Hulu. *Jurnal Media Konservasi*, 21 (3) : 261

Rahadi, B., Suharto, B. dan Monica, F.Y. 2019. Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemar dan Kualitas Air Sungai Lesti Sebelum Pembangunan Hotel. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 5 (4) : 1–10

Reformasianto, V. L. dan Puspitadewi, N. W S. 2022. Produktivitas Merek X Pada Mahasiswa Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Surabaya. *Jurnal Penelitian Psikologi*, 9 (5) : 39–50

Rifqa, C.A. 2021. Keanekaragaman Makrozoobentos Pada Kawasan Ekosistem Mangrove Kecamatan Kuta Raja Kota Banda Aceh Sebagai Penunjang Praktikum Ekologi Hewan. *Skripsi*. Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Rifsanjani, V.E.L. 2018. Studi Keanekaragaman dan Kelimpahan Crustacea pada Area Padang Lamun Pantai Bama dan Kajang, Taman Nasional Baluran. *Skripsi*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November

Riniatsih, L., Ambariyanto, A. dan Yudiati, E. 2021. Keterkaitan Megabentos yang Berasosiasi dengan Padang Lamun terhadap Karakteristik Lingkungan di Perairan Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24 (2) : 237 - 246

Romadhoni, M.S. 2020. *Gastropoda dan Bivalvia di Mangrove Morosari Demak (GAVIAMORIDA)*. Universitas Negeri Semarang. Semarang. 33 hlm.

Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana,* 30 (3) : 21-26

Salsabila, A. dan Nugraheni, L. L. 2020. *HIDROLOGI.* AURA. Bandar Lampung. 144 hlm.

Shafruddin, D., Parlinggoman, B. R. dan Sumantadinata, K. 2006. Pertumbuhan dan Produksi Larva Cacing Darah *Chironomus* sp. Pada Media yang dipupuk Kotoran Ayam Dosis 1,0 - 2,5 gram/liter. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5 (1) : 97 – 102

Silalahi, H. N., Manaf, M. dan Alianto.2017. Status Mutu Kualitas Air Laut Pantai Maruni Kabupaten Manokwari. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1(1) : 33-42

Siswansyah, R.P.P. dan Kuntjoro, S. 2023. Hubungan Jenis-Jenis Gastropoda dengan Parameter Fisik dan Kimia Air di Sungai Mangetan Kanal Desa Kraton, Sidoarjo. *LenteraBio*, 12 (3) : 371 – 380

Sofiyani, R. G., Muskananfola, M. R. dan Sulardiono, B. 2021. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pesisir Kelurahan Mangunharjo sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. *Life Science*, 10 (2) : 150–151

Sudia, L. B., Indiyani, L., Erif, L. O. M., Hindayat, H., Qadri, M. S., Alimuna, W. dan Hadjar, N. 2020. Kelimpahan Makrozoobentos dan Kualitas Air Sungai yang Bermuara di Teluk Kendari. *Jurnal Ecosolum*, 9 (1) : 90–100

Suhendar, D. T., Zaidy, A. B. dan Sachoemar, S. I. 2020. Profil Oksigen Terlarut, Total Padatan Tersuspensi, Amonia, Nitrat, Fosfat dan Suhu Pada Tambak Intensif Udang Vanamei. *Jurnal Akuatek*, 1(1) : 1–11

Suraida, S., Syefrinando, B. dan Alfian, A. 2021. Keanekaragaman makrozoobenthos Sebagai bioindikator kualitas air di danau sipin kota Jambi. *Biospecies*, 14 (2) : 1–10

Tombokan, F. dan Takaendengan, T. 2021. Identifikasi dan Pengukuran Debit Aliran Sungai Sario. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 3 (3) : 146 - 155

Tim Penyusun BBWS Mesuji Sekampung. 2022. *Bendungan Way Sekampung.* Gading Media Utama. Jakarta. 384 hlm.

Tussa'diyah, H., Purwoko, A. dan Kamal, M. 2018. Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Musi Desa Sungsang Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 20 (2) : 63 - 69

Ulfa, M., Julyantoro, P.G.S. dan Sari, A.H.W. 2018. Keterkaitan Komunitas Makrozoobentos dengan Kualitas Air dan Substrat di Ekosistem Mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences,* 4 (2) : 179 -190

Wahyuni, A. P., Firmansyah, M., Fattah, N. dan Hastuti. 2020. Studi Kualitas Air Untuk Budidaya Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) Di Tambak Kelurahan Samataring Kecamatan Sinjai Timur. *Jurnal Agrominansia,* 5 (1) : 106 - 113

Weningtyas, A. dan Widuri, E. 2022. Pengelolaan Sumber Daya Air Berbasis Kearifan Lokal Sebagai Modal Untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Volksgeist*, 5 (1) : 129 - 144

Wishnu, N. P., Hartati, R., Suprijanto, J., Soenardjo, N. dan Santosa, G. W. 2020. Komunitas Makrozoobentos pada Substrat Dasar Lunak Di Muara Sungai Wulan, Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 9 (1) : 19–26

Wicaksono, D., Bhakti, T.L., Taruno, R.B., Subroto, M.R.S. dan Mustikasari, A. 2021.Sistem sensor untuk pemantauan kadar oksigen terlarut berbasis galvanik pada kolam budidaya ikan air tawar. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer,* 9 (2) : 83 - 89

Widhiandari, P.F.A., Watiniasih, N.L. dan Pebriani, D.A.A. 2021. Bioindikator Makrozoobentos Dalam Penentuan Kualitas Perairan Di Tukad Mati Badung, Bali. *Current Trends in Aquatic Science,* 4 (1) : 49 - 56

Yulianto, H., Maharani, H.W., Delis, P.C. dan Finisia, N.P. 2023. Struktur Komunitas Makrozoobentos pada Ekosistem Mangrove di Daerah Penyangga Taman Nasional Way Kambas. *Akuatik Jurnal Sumberdaya Perairan*, 17 (1) : 1 - 6

Zahra, J. A. 2023. Analisis Sifat Fisika dan Kimia Air Sungai Tempuran Langsur-Samin pada Tata Guna Lahan yang Berbeda. *JURNAL EKOSAINS,* 15 (1) : 1–9

Zora, M., Gustina, E. dan Ulfah, M. 2022. Analisis Faktor - Faktor yang Berhubungan Dengan Akses Air Minum Aman di Wilayah Kerja Dinas Kesehatan Kabupaten OKU Tahun 2021. *Jurnal Kesehatan Saelmakers PERDANA*, 5 (1) : 73 - 84