

**STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS SEBAGAI
BIOINDIKATOR KUALITAS PENCEMARAN AIR DI SUNGAI WAY
UMPU KABUPATEN WAY KANAN PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

**METARI ARSITALIA
1817021052**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS PENCEMARAN AIR DI SUNGAI WAY UMPU KABUPATEN WAY KANAN PROVINSI LAMPUNG

Oleh

METARI ARSITALIA

Sungai Way Umpu yang terletak di Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung banyak digunakan masyarakat sekitar dan hasil pembuangan limbah akhirnya dibuang ke sungai tanpa pengelolaan terlebih dahulu. Hal ini berakibat terjadinya penurunan kualitas air sungai yang berdampak terhadap berubahnya keseimbangan ekosistem baik biotik maupun abiotik. Salah satu organisme yang dapat dijadikan sebagai bioindikator yaitu makrozoobenthos. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2021-Februari 2022 di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas makrozoobenthos, menentukan tingkat pencemaran air, serta menganalisis hubungan fisika dan kimia perairan terhadap struktur komunitas makrozoobenthos. Metode yang digunakan adalah survei dan pengambilan sampel menggunakan Ekmen Grab dengan luas bukaan 30x30 cm². Tiap stasiun diambil tiga titik pengambilan sampel pada daerah tepi kiri, tengah, dan tepi kanan sungai. Selain itu dilakukan analisis air. Parameter fisika yang diamati adalah suhu dan TSS, parameter kimia yang diamati adalah pH, DO, COD, dan BOD. Sedangkan identifikasi makrozoobenthos dilakukan di Laboratorium Zoologi FMIPA Unila. Berdasarkan hasil pengamatan dan identifikasi ditemukan 14 jenis makrozoobenthos yang terdiri dari 5 Filum yaitu Arthropoda, Mollusca, Porifera, Ciliophora, dan Annelida. Dari hasil analisis struktur komunitas makrozoobenthos dapat dikatakan pada stasiun IV, wilayah berupa pertambangan emas ilegal menyebabkan status mutu kualitas air tercemar berat sedangkan pada stasiun I, stasiun II, stasiun III, stasiun V, dan stasiun VI status mutu air dalam kondisi tercemar rendah. Struktur komunitas makrozoobenthos dengan parameter fisika dan kimia perairan menunjukkan adanya korelasi yang

signifikan antara indeks keseragaman dengan suhu, TSS, COD, BOD, dan indeks dominansi dengan pH.

Kata Kunci : Sungai Way Umpu, makrozoobenthos, pencemaran air

**STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS SEBAGAI
BIOINDIKATOR KUALITAS PENCEMARAN AIR DI SUNGAI WAY
UMPU KABUPATEN WAY KANAN PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

METARI ARSITALIA

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **STRUKTUR KOMUNITAS
MAKROZOOBENTHOS SEBAGAI
BIOINDIKATOR KUALITAS
PENCEMARAN AIR DI SUNGAI WAY
UMPU KABUPATEN WAY KANAN
PROVINSI LAMPUNG**


Nama Mahasiswa : Metari Arsitalia

Nomor Pokok Mahasiswa : 1817021052

Jurusan/ Program Studi : Biologi/ S1

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




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


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

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA



Drs. M. Kanedi, M.Si.
NIP. 196101121991031002

MENGESAHKAN

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



Sekretaris : **Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.
NIP. 1974070520000310001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 20 Juli 2022

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Metari Arsitalia

NPM : 1817021052

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain hasil plagiat karya orang lain.

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

Bandar Lampung, 5 Agustus 2022
Yang menyatakan,



Metari
Metari Arsitalia
NPM. 1817021052

RIWAYAT HIDUP



Metari Arsitalia, atau akrab disapa Metari, lahir di Tegineneng pada Senin, 28 Agustus 2000. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Arwani dan Ibu Siti Fatimah.

Penulis mulai menempuh pendidikan pertamanya di TK Sayang Ibu pada tahun 2005 lalu melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Natar pada tahun 2006. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Natar pada tahun 2012 kemudian pada tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan tingkat Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Natar. Setelah itu penulis diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) tahun 2018.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Planktonologi dan Ichtyologi di Jurusan Biologi FMIPA Unila. Penulis juga aktif di Organisasi Dewan Perwakilan Mahasiswa Universitas Lampung (DPM U) menjadi Staff Komisi I Kelembagaan, Organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Unila menjadi Anggota Kaderisasi dan Kepemimpinan serta pernah menjabat sebagai Bendahara pada Acara Pekan Konservasi Sumberdaya Alam XXIV. Pada bulan Maret – Juni 2021, penulis mengikuti program Kampus Mengajar Angkatan I dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia di SD Negeri 3 Natar.

Penulis melaksanakan Kerja Praktik di UPTD Balai Benih Ikan (BBI) Natar pada 9 – 30 Agustus 2021 dengan judul **“Identifikasi Pengukuran Kualitas Air Terhadap Pertumbuhan Larva Ikan Nila Sultana (*Oreochromis niloticus*) di UPTD Balai Benih Ikan (BBI) Natar”** dan melakukan penelitian mengenai **“Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Pencemaran Air di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan Provinsi Lampung”** serta penulis pernah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Dusun IV Sarirejo Natar, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan selama 40 hari pada bulan Januari – Februari 2021.

PERSEMBAHAN

Segala puji hanya milik Allah SWT, Dzat yang Maha Agung yang telah memberikan kenikmatan sehingga karya ini dapat terselesaikan. Dengan mengharapkan ridho dari Allah SWT., ku persembahkan karya yang ku ketik dengan sabar dan ikhlas ini sebagai bentuk tanda bakti dan terima kasihku kepada :

Dua orang yang paling berharga bagi hidupku, Ibu Siti Fatimah dan Bapak Arwani yang kusayangi, kucintai, dan sangat kuhormati yang selalu memberikan dukungan, doa tiada henti serta kasih sayangnya kepadaku sehingga aku tidak patah semangat di perjalanan. Kakak-kakak, Adik-adik kandungku (Sapta Ardiansah dan Fadly Kurniawan), keponakan, paman, bibi, kakek dan nenek yang selalu menghibur, memberi semangat dan motivasi untuk berkarya dan menuntaskan masa pendidikan S-1 ini.

Bapak dan ibu dosen yang telah menjadi orang tua kedua di kampus yang tak bosan mendidik dan mengajarku penuh kesabaran, keikhlasan dan dedikasinya selama ini.

Para sahabatku dan rekan seperjuangan yang saling menguatkan, memberikan semangat dan dukungan satu sama lain, dan selalu berbagi pengalaman yang mengajarkan arti dari kehidupan dan persaudaraan.

Dan untuk seseorang yang telah Allah SWT. siapkan yang kelak akan menjadi pelengkap dalam hidupku.

Almamater tercinta yang menjadi kebanggan saya
dimanapun saya berada,
Universitas Lampung.

MOTTO

*Sebaik - baiknya manusia adalah manusia
yang bermanfaat bagi orang lain*

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan.

(Al-Baqarah ayat 164)

*The only person responsible for your future is YOU,
and ONLY you*

Gusti Allah Mboten Sare

SANWACANA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bismillahirrohmanirohim...

Alhamdulillah robbil 'alamin segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas berkah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW., semoga kita selalu mendapatkan *syafa'atnya* di hari akhir. Skripsi yang berjudul **“Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Pencemaran Air di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan Provinsi Lampung”** dibuat sebagai bentuk pertanggungjawaban penulis selama menempuh pendidikan S1 dan merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) di Universitas Lampung.

Dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, motivasi, masukan, arahan, nasehat, curahan waktu, dan perhatian yang tiada henti selama proses penulisan, penelitian, dan penyelesaian studi. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada Bapak **Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.**, selaku pembimbing utama, serta kepada Bapak **Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.** selaku pembimbing kedua.

Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis menyadari bahwa banyak dukungan, bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Arwani dan Ibu Siti Fatimah yang Tuhan karuniakan menjadi orang tua yang penulis sangat banggakan, dan sangat hormati atas segala kasih sayang yang telah diberikan, doa yang tiada putus dipanjatkan, materil yang tanpa pamrih telah banyak diberikan, serta nasehat untuk selalu sabar dan tawakal dalam segala hal yang dihadapi.
2. Teruntuk adik-adik yang sangat penulis sayangi (Sapta Ardiansah dan Fadly Kurniawan) yang telah memberikan motivasi, warna dalam hidup dan semangat kepada penulis untuk terus maju melangkah.
3. Bapak Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D., selaku dosen pembimbing utama atas waktu dan tenaganya yang telah sabar memberikan bimbingan, arahan, saran dan kritik kepada penulis dalam proses penelitian serta penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, kritik, dan saran dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc., selaku dosen pembahas yang telah memberikan motivasi, saran, bimbingan, serta semangat kepada penulis sehingga dapat diselesaikannya skripsi ini dengan baik.
6. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung.
7. Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.
9. Ibu Kusuma Handayani, S.Si, M.Si, selaku Ketua Program Studi Biologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.
10. Ibu Dra. Nismah Nukmal, Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan saran dan bimbingan selama penulis mengemban pendidikan di bangku perkuliahan.
11. Seluruh Dosen serta Staff Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat di bangku perkuliahan dan membantu mengantarkan penulis mencapai gelar sarjana.

12. Bapak Muh. Nuril Huda, S.T. dan tim dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Way Kanan dan Bapak Makmur dari Laboratorium Hidrologi Fakultas Teknik Universitas Lampung atas bantuannya saat proses pengambilan sampel penelitian.
13. Lidya Septaria Sinurat, Sofia Vao Afni Daely, Sisilya Teresia Siregar, Ratih Pratiwi dan Ni Kadek Marni Asih selaku teman seperbimbingan dan seperjuangan selama proses penelitian yang telah memberikan bantuan, dukungan, semangat, motivasi, keluh-kesah, keceriaan kepada penulis.
14. Teman-teman *Holiyay* (Ana, Noni, Lidi, Nisa, Yeni, Ica, Amor, Azza, Pebi, Indah) yang telah banyak mendengar keluh kesah dan memberikan banyak motivasi serta arahan kepada penulis.
15. Antika Febiola Utami, Lidya Septaria Sinurat, Masnoni Firda Safira, Nur Indah Sari selaku sahabat yang menjadi rumah kedua, tempat kedua untuk pulang, tempat berbagi cerita dan keluh kesah, tim hore dalam segala kegiatan, dan teman berbagi saat senang maupun susah.
16. Teruntuk Presplak Tim Bego Sisa PKSDA (Chika, Mukidi, Ulfah) selaku tim hore yang selalu menghibur, memberikan informasi, serta telah banyak membantu penulis.
17. Tiffany, Vira, Puput yang telah banyak membantu penulis baik tempat kos serta waktunya.
18. Tim *Cake Dori Lampung* (Mba Muli, Desi, Mawar, Dila, Aja Tiara, Lita Rani, Dian, Umi Ipah, Umi Angguman, Neng) selaku rekan kerja yang senantiasa memberi semangat, berbagi cerita dengan penulis.
19. Teman – teman kecil (Nia, Reni, Dita, Seli, Novi, Tomi, Lala) atas kebersamaan selama bertahun-tahun, semangat, dukungan, dan keceriaan kepada penulis.
20. Teman – teman seperjuangan Biologi Angkatan 2018 yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya atas semangat, motivasi, dukungan, kekeluargaan yang telah terjalin selama ini.
21. Adik – adik seperjuangan Biologi Angkatan 2019 Kelas B (*Best*) yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya, telah menerima, membantu serta mendukung penulis menjadi bagian keluarga di setiap semesternya.

22. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu – persatu namanya yang telah memberikan masukan, kritik, saran, motivasi, keceriaan, dan pelajaran hidup.
23. Almamater tercinta, Universitas Lampung.

Penulis menyadari dalam menulis skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan kritik saran dan masukan yang membangun sehingga skripsi ini dapat berguna bagi orang yang membacanya.

Bandar Lampung, 5 Agustus 2022

Penulis,

Metari Arsitalia

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL DALAM	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
SURAT PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	x
MOTTO	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	4
1.3. Manfaat	5
1.4. Kerangka Pikir	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Sungai	7
2.2. Bioindikator	9
2.3. Makrozoobenthos	10
2.4. Makrozoobenthos Sebagai Indikator Kualitas Perairan	12
2.5. Struktur Komunitas	13
2.5.1. Indeks Keanekaragaman	13
2.5.2. Indeks Kelimpahan	14
2.5.3. Indeks Keseragaman	15
2.5.4. Indeks Dominansi	16

2.6. Pencemaran Air	16
2.7. Parameter Fisika dan Kimia Perairan dan Pengaruhnya terhadap Kehidupan Makrozoobenthos	17
2.7.1. Suhu.....	17
2.7.2. Derajat Keasaman (pH).....	18
2.7.3. Oksigen Terlarut atau Dissolved Oxygen (DO)	19
2.7.3. TSS (Total Suspended Solid)	19
2.7.4. Chemical Oxygen Demand (COD)	20
2.7.5. <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	20
III. METODE PENELITIAN	21
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2. Alat dan Bahan.....	21
3.3. Pelaksanaan Penelitian	22
3.3.1. Stasiun Penelitian	22
3.3.2. Pengambilan Sampel	24
3.4. Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Secara <i>in situ dan ex situ</i>	24
3.4.1. Pengukuran Suhu.....	25
3.4.2. Pengukuran Potensial Hidrogen (pH)	25
3.4.3. Pengukuran Oksigen Terlarut (DO)	26
3.4.4. Pengukuran TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	26
3.4.5. Pengukuran <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	27
3.4.6. Pengukuran <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	27
3.5. Analisis Data	28
3.5.1. Indeks Keanekaragaman	28
3.5.2. Indeks Kelimpahan.....	29
3.5.3. Indeks Keseragaman.....	29
3.5.4. Indeks Dominansi.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1. Hasil	31
4.1.1. Parameter Biologi	31
4.1.2. Parameter Fisika.....	34
4.1.3. Parameter Kimia	35
4.1.4. Korelasi Pearson Struktur Komunitas dengan Parameter Kualitas Pencemaran Air	37
4.2. Pembahasan.....	39
4.2.1. Parameter Biologi	39
4.2.2. Parameter Fisika.....	45
4.2.3. Parameter Kimia	49
V. KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Lokasi Stasiun Penelitian Pengambilan Sampel di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan.....	23

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kriteria kualitas perairan.....	19
2. Alat dan Tempat Analisis yang digunakan dalam pengukuran parameter fisika dan kimia perairan.....	25
3. Penentuan status mutu perairan.....	28
4. Penentuan indeks keseragaman.....	30
5. Penentuan indeks dominansi.....	30
6. Jumlah kelimpahan makrozoobenthos yang teridentifikasi di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan.....	32
7. Hasil analisis nilai indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi makrozoobenthos.....	33
8. Tingkat pencemaran air berdasarkan Indeks Keanekaragaman di Stasiun Penelitian Way Umpu Kabupaten Way Kanan.....	34
9. Hasil analisis pengukuran parameter fisika di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan.....	35
10. Hasil analisis pengukuran parameter kimia di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan.....	36
11. Analisis Korelasi Pearson antara parameter fisika dan kimia dengan struktur komunitas makrozoobenthos.....	37

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air adalah senyawa yang memiliki peran penting bagi makhluk hidup seperti tumbuhan, hewan, dan manusia. Semua kegiatan yang dilakukan oleh manusia tak luput dari penggunaan air, baik untuk membersihkan diri, mencuci, memasak dan aktivitas-aktivitas lainnya. Salah satu sumber air yang sering digunakan oleh manusia salah satunya adalah sungai. Sungai merupakan suatu ekosistem perairan yang memiliki peran sangat penting dalam daur hidrologi dan berfungsi sebagai daerah tangkapan air (*catchment area*) bagi daerah di sekitarnya, sehingga kondisi suatu sungai sangat dipengaruhi oleh karakteristik yang dimiliki oleh lingkungan di sekitarnya. Perairan sungai memiliki komponen biotik dan abiotik yang keduanya saling berinteraksi dan saling mempengaruhi (Setiawan, 2009). Salah satu sungai yang terdapat di Provinsi Lampung adalah sungai Way Umpu yang terletak di kabupaten Way Kanan yang digunakan masyarakat untuk keperluan pertanian, perkebunan, perikanan, pertambangan, transportasi, dan kebutuhan domestik masyarakat (Bappeda Provinsi Lampung, 2010).

Sungai Way Umpu menjadi salah satu sungai yang melewati Kabupaten Way Kanan. Sungai ini memiliki luas daerah alir $\pm 1.179 \text{ km}^2$, panjang mencapai 100 km, dan lebar rerata sungai berkisar 25-90 m. Sungai Way Umpu melewati beberapa Kecamatan diantaranya Kecamatan Blambangan Umpu, Bahuga, Baradatu, Banjit, Bumi Agung, Kasui, Negara Batin, Negara Besar, dan Pakuan Ratu dengan total penduduk 335.242 jiwa atau 71% dari total

penduduk Kabupaten Way Kanan (BPS Way Kanan, 2020). Lahan pada daerah sekitar aliran sungai Way Umpu banyak dialih fungsikan sebagai lahan perkebunan, pertambangan, dan perumahan yang menyebabkan terjadinya perubahan kondisi hidrologi pada sungai. Kondisi hidrologi sungai dapat mengalami gangguan akibat berbagai kegiatan yang menggunakan lahan pada daerah sekitar sungai (Supangat, 2008). Maraknya penambangan emas ilegal di sepanjang aliran Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan menyebabkan rusaknya sungai, dimana kondisi sungai menjadi keruh dan tercemar oleh limbah pengelolaan emas. Di bagian Sub DAS Sungai Way Umpu juga di potas, hal tersebut diketahui karena adanya penurunan hasil tangkapan nelayan (Cahya, 2020).

Secara fisik, sungai dikatakan tercemar apabila memiliki air yang keruh dan memiliki aroma yang menyengat. Kekeruhan biasanya terjadi diakibatkan oleh adanya tanah liat, lempung bahkan limbah buangan rumah tangga dan industri. Keberadaan kelompok mikroorganisme dari air limbah dalam jumlah besar juga dapat menyebabkan air menjadi keruh. Sebagai suatu ekosistem, perairan sungai memiliki berbagai komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi satu sama lain membentuk suatu jalinan fungsional yang saling mempengaruhi. Pendugaan kondisi perairan dapat dilakukan berdasarkan sifat kimia dan fisika air maupun berdasarkan biotik penghuni perairan tersebut (Tobing, 2009).

Organisme yang hidup di perairan seperti makrozoobenthos sangat peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya sehingga akan sangat berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahan jenisnya. Oleh sebab itu, makrozoobenthos sering digunakan sebagai indikator tingkat pencemaran suatu perairan. Makrozoobenthos yang merupakan organisme akuatik yang hidup di dasar perairan dengan pergerakan relatif lambat dan menetap serta daur hidupnya relatif lama sehingga hewan ini memiliki kemampuan merespon kondisi kualitas air secara terus menerus (Setiawan, 2009).

Makrozoobenthos berperan sangat penting dalam ekosistem perairan. Penurunan kualitas biologi pada suatu perairan sungai dapat menyebabkan timbulnya berbagai permasalahan seperti sanitasi dan kesehatan masyarakat sekitar aliran sungai semakin rendah, juga dampak buruk dari sanitasi menyebabkan timbulnya berbagai penyakit infeksius seperti diare, disentri, kolera, dan lain sebagainya. Makrozoobenthos ini dapat mengubah material organik yang berukuran besar menjadi ukuran yang lebih kecil sehingga mikroba lebih mudah untuk mengurainya (Izmiarti, 2010).

Pengukuran parameter fisika dan kimia pada air kurang memberikan gambaran keadaan sebenarnya pada kualitas perairan, dan dapat memberikan penyimpangan-penyimpangan yang berakibat kurang menguntungkan, karena kisaran nilai-nilai perubahannya sangat dipengaruhi oleh keadaan sesaat. Dalam lingkungan yang dinamis, parameter biologi khususnya hewan benthos dapat memberikan gambaran yang jelas kualitas suatu perairan. Pemilihan benthos dikarenakan hewan ini memiliki tingkat kepekaan sangat tinggi terhadap perubahan fisik yang terjadi dan relatif menetap (Rosenburg dan Resh, 1993).

Penelitian mengenai keanekaragaman makrozoobenthos di wilayah perairan yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya menunjukkan bahwa setiap perairan memiliki jenis keanekaragaman makrozoobenthos yang berbeda. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Perairan Gunung Ciremai Jalur Pendakian Palutungan menunjukkan beberapa jenis makrozoobenthos yang paling banyak ditemui berasal dari spesies *Baetis tricaudatus* (Purnama *et al.*, 2015).

Penelitian selanjutnya mengenai keanekaragaman makrozoobenthos pada tahun 2019 yang berada di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung menunjukkan jenis makrozoobenthos yang ditemukan berasal dari 2 kelas yaitu kelas Gastropoda yang terdiri dari famili Lymnaeidae dan Physidae serta kelas Oligochaeta yang masuk kedalam famili Tubificidae yang masing-

masing ditemukan dalam jumlah yang berbeda (Ramadini, 2019). Daerah Aliran Sungai Way Umpu dijadikan sebagai lokasi penelitian dikarenakan aliran sungai ini terdapat sektor perkebunan dengan luas 94,63 Ha, sektor pemukiman dengan luas 28,93 Ha. Berdasarkan dua sektor kegiatan utama penduduk Way Kanan yang memanfaatkan lahan yaitu sektor pertanian dan industri, terjadi peningkatan jumlah penduduk pada tahun 2020 dibandingkan tahun 2015. Sektor industri termasuk pertambangan emas meningkat 9.408 jiwa dibandingkan tahun 2015 dengan total jumlah penduduk sebesar 22.652 jiwa. Sektor pertanian serta perkebunan digeluti penduduk sebesar 162.116 jiwa yang meningkat 9.872 jiwa dibandingkan tahun 2015 (BPS Way Kanan 2015; BPS Way Kanan, 2020). Keadaan Sungai Way Umpu yang dekat dengan pemukiman masyarakat sehingga menyebabkan banyaknya kegiatan yang menghasilkan limbah di perairan serta sedikitnya informasi data mengenai makrozoobenthos di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan, maka menjadi latar belakang bagi peneliti untuk melakukan penelitian struktur komunitas makrozoobenthos sebagai bioindikator kualitas pencemaran air di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan Provinsi Lampung.

1.2. Tujuan

1. Menganalisis struktur komunitas makrozoobenthos di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan.
2. Menentukan tingkat pencemaran air berdasarkan struktur komunitas makrozoobenthos.
3. Menganalisis hubungan fisika dan kimia perairan terhadap struktur komunitas makrozoobenthos di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan.

1.3. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai tingkat pencemaran sungai sesuai dengan parameter biologi (struktur komunitas makrozoobenthos), dan data yang diperoleh dapat digunakan untuk menunjukkan kualitas perairan di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan.

1.4. Kerangka Pikir

Aktivitas masyarakat disekitar aliran sungai seperti penambangan emas secara langsung maupun tidak langsung akan menimbulkan dampak positif dan juga negatif terhadap kualitas air sungai seperti faktor fisika, kimia, maupun biologi yang selanjutnya dapat mengakibatkan rusaknya ekosistem perairan. Rusaknya ekosistem perairan tersebut dapat berdampak terhadap kehidupan biota air seperti perubahan struktur komunitas makrozoobenthos, dimana penurunan kelimpahan dan komposisi dari organisme tersebut biasanya merupakan indikator adanya gangguan ekologi yang terjadi pada suatu perairan dari sektor ekonomi dan sosial dampaknya terjadi peningkatan, tetapi terkadang dampak negatif penambangan emas tersebut sering diabaikan. Dampak yang terjadi salah satunya adalah pencemaran sungai di lingkungan tersebut.

Semua kegiatan penambangan emas ini hasil akhir pembuangannya akan dialirkan ke sungai secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu. Hal tersebut bisa mengakibatkan penurunan kualitas air sungai yang berakibat terhadap berubahnya keseimbangan ekosistem baik ekosistem abiotik maupun ekosistem biotiknya. Salah satu organisme yang dapat dijadikan sebagai indikator biologi pencemaran air adalah makrozoobenthos, karena kelompok

ini mudah untuk diidentifikasi dan peka terhadap perubahan lingkungan perairan.

Makrozoobenthos merupakan hewan yang sebagian atau seluruh hidupnya berada di didasar perairan, baik yang menempel, merayap maupun menggali lubang. Komposisi dan keanekaragaman makrozoobenthos bergantung pada toleransi dan sensitifnya terhadap perubahan lingkungan. Bahan organik yang terdapat pada substrat dasar perairan Sungai Way Umpu berasal dari berbagai aktivitas yang ada di sekitar daerah aliran sungai. Kandungan bahan organik mempunyai hubungan yang sangat erat terhadap kelimpahan makrozoobenthos yaitu sebagai sumber nutrien. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan bahan organik pada substrat berpengaruh terhadap kelimpahan makrozoobenthos.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sungai

Menurut Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011, Sungai merupakan alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air didalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan. Sungai dibagi menjadi 2 kategori yaitu habitat air tergenang seperti danau, rawa, kolam dan habitat air mengalir seperti mata air, aliran air (*brook creek*) atau sungai (Odum, 1994). Menurut Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021, Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah yang keadaan di sekitar sungai berfungsi menampung dan mengaliri air masuk ke badan sungai.

Sungai memiliki bentuk-bentuk yang berbeda antara sungai satu dengan yang lain (Fatmawati, 2016). Sungai terdiri atas beberapa bagian yaitu bagian hulu, tengah, dan hilir. Sungai bagian hulu yang merupakan bagian awal dari sebuah sungai biasanya terletak di pegunungan. Kemudian sungai bagian tengah yang merupakan lanjutan dari sungai bagian hulu memiliki ciri berbentuk huruf U karena kondisi lokasinya yang landai. Sungai bagian hilir merupakan sungai terakhir yang mengantar sungai kelaut (muara) ciri sungai bagian hilir adalah memiliki lembah (Asdak, 2010). Sungai bermula dari mata air yang mengalir menuju anak sungai. Beberapa anak sungai akan bergabung untuk membentuk sungai utama. Aliran ini biasanya berbatasan dengan saluran dasar dan tebing di sebelah kiri dan kanan. Manfaat sebuah sungai

adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, dan sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah (Stanis *et al.*, 2015).

Kualitas air sungai juga menentukan kelangsungan hidup biota sungai dan manusia yang memanfaatkan secara langsung air sungai tersebut. Kualitas air sungai dapat dinyatakan dengan parameter fisika, kimia dan biologi yang menggambarkan kualitas air tersebut. Sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011, sungai yang berfungsi sebagai wadah pengaliran air selalu berada di posisi paling rendah sehingga kondisi sungai tidak dapat dipisahkan dari kondisi Daerah Aliran Sungai. Kualitas permukaan maupun tanah yang baik, kini telah memburuk akibat beberapa faktor seperti peningkatan populasi, urbanisasi, industrialisasi dan sebagainya. Sumber daya air yang terbatas berada dibawah ancaman pencemaran yang diakibatkan oleh manusia.

Secara topografi, Kabupaten Way Kanan dapat dibagi menjadi 2 (dua) unit topografis, yaitu: daerah topografis berbukit sampai bergunung dan daerah *River Basin*. Kabupaten Way Kanan memiliki potensi yang tinggi untuk pengembangan di sektor pertanian. Hal ini didukung dengan adanya enam sungai besar salah satunya yaitu Way Umpu, Way Giham, Way Besay, Way Tahmi, Way Pisang dan Way Kanan. Sungai-sungai tersebut merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Tulang Bawang, dengan total panjang sungai adalah 454,00 km. Sungai-sungai sebagian besar berfungsi sebagai drainase makro wilayah menuju Laut Jawa di Pantai Timur Lampung (BPS Way Kanan, 2020).

Kabupaten Way Kanan memiliki sungai-sungai dengan total sungai seluas 454,400 Ha. Kabupaten Way Kanan memiliki enam sungai besar salah satunya Sungai Way Umpu. Sungai Way Umpu, Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan anak-anak sungainya $\pm 1.179 \text{ km}^2$. Panjang alur Sungai Way Umpu secara keseluruhan adalah 100 km dengan lebar rata-rata sungai yang ada di wilayah studi sekitar 25-90 m (Ismail, 2016).

Menurut Sandi (2021), penyebab rusaknya sungai yaitu aktivitas penambangan emas ilegal di sepanjang aliran Sungai Way Umpu, dimana air sungai menjadi keruh dan tercemar oleh limbah kimia pengelolaan emas sehingga menurunkan kualitas air sungai. Di sisi lain Sungai Way Umpu juga digunakan warga sebagai bahan baku kehidupan sehari-hari yang memerlukan air relatif lebih bersih dan bebas dari bahan tercemar. Sumber pencemar sungai dapat berasal dari limbah domestik, dan limbah kegiatan pertambangan. Dari aktivitas tersebut memberikan dampak pada sungai yaitu masuknya berbagai limbah yang akan menyebabkan parameter fisik, kimia, dan biologi air di badan sungai mengalami perubahan. Beberapa indikator sungai telah tercemar yaitu adanya perubahan suhu air, perubahan pH atau konsentrasi ion hidrogen, perubahan warna, bau dan rasa air, timbul endapan, koloid, dan bahan terlarut : adanya mikroorganisme, dan meningkatnya radioaktivitas air (Tugiyono, 2021).

2.2. Bioindikator

Menurut Salmin (2003) bioindikator merupakan kelompok organisme yang keberadaannya dan perilakunya di alam berhubungan dengan kondisi lingkungan, apabila terjadi perubahan kualitas air maka akan berpengaruh terhadap keberadaan dan perilaku organisme tersebut, sehingga dapat digunakan sebagai penunjuk kualitas lingkungan. Benthos sering digunakan sebagai bioindikator atau penunjuk kualitas air. Suatu perairan yang belum tercemar menunjukkan jumlah individu yang seimbang dari hampir semua spesies yang ada. Sebaliknya apabila suatu perairan tercemar, penyebaran jumlah individu tidak merata dan cenderung ada spesies yang mendominasi (Odum, 1994).

Bioindikator dapat dibagi menjadi bioindikator pasif dan bioindikator aktif. Bioindikator pasif merupakan suatu spesies organisme, penghuni asli di suatu

habitat, yang mampu menunjukkan adanya perubahan yang dapat diukur (misal perilaku, kematian, morfologi) pada lingkungan yang berubah di biotop (detektor). Sedangkan bioindikator aktif merupakan suatu spesies organisme yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap polutan, dimana spesies ini umumnya diintroduksi ke suatu habitat untuk mengetahui dan memberi peringatan dini terjadinya polusi (Elviana, 2014).

Daya toleransi benthos terhadap pencemaran bahan organik dapat dikelompokkan atas tiga tipe, yaitu : (Fachrul, 2007).

a. Jenis intoleran

Jenis intoleran memiliki kisaran toleransi yang kecil terhadap pencemaran dan tidak tahan terhadap lingkungan, sehingga hanya dapat hidup dan berkembang di perairan yang belum atau sedikit tercemar.

b. Jenis toleran

Jenis toleran memiliki kisaran toleransi yang lebar, sehingga dapat berkembang hingga kepadatan tertinggi dalam perairan yang tercemar berat.

c. Jenis fakultatif

Jenis fakultatif memiliki daya toleran yang agak lebih lebar, antara perairan yang belum tercemar sampai dengan tercemar sedang dan masih dapat hidup pada perairan yang tercemar berat.

2.3. Makrozoobenthos

Berdasarkan ukuran, zoobenthos dapat digolongkan menjadi zoobenthos mikroskopik atau mikrozoobenthos dan zoobenthos makroskopik atau makrozoobenthos (Chumins, 1975). Makrozoobenthos dapat mencapai ukuran tubuh 35 mm pada saat pertumbuhan maksimum. Menurut Odum (1994), benthos adalah organisme yang tinggal di dasar perairan atau dalam sedimen dasar perairan baik sesil maupun motil. Benthos mencakup

fitobenthos yaitu organisme nabati dan zoobenthos yaitu organisme hewani. Makrozoobenthos yang biasa ditemui di perairan Indonesia adalah makrozoobenthos dari kelas Gastropoda, Bivalvia, Crustacea, dan Polychaeta (Anggi, 2013).

Menurut Chumins (1975), makrozoobenthos pertumbuhan maksimumnya dapat mencapai ukuran 3-5 mm. Makrozoobenthos dapat tertahan pada saringan berukuran besar dan sama dengan 200 sampai 500 mikrometer.

- a. Mikrobenthos merupakan hewan yang memiliki ukuran lebih kecil dari 0,1 mm. Contohnya seperti bakteri, diatom, ciliata, amoeba, dan flagellata.
- b. Meiobenthos merupakan benthos yang mempunyai ukuran antara 0,1 mm sampai 1,0 mm. Contohnya seperti nematoda, copepoda, dan foraminifera.
- c. Makrozoobenthos merupakan benthos yang memiliki ukuran lebih dari 1 mm (0,04 inch). Contohnya cacing, molusca, sponge, dan crustacea.

Makrozoobenthos mempunyai peranan dalam proses mineralisasi dan pendaur ulangan bahan organik, serta menduduki beberapa posisi penting dalam rantai makanan (Yusti dan Purnomo, 2014). Makrozoobenthos umumnya relatif tidak aktif, memiliki ciri seperti tubuh dilindungi cangkang, memiliki bagian tubuh yang dapat dijulurkan, berkembangnya bagian tubuh tambahan seperti rambut, bulu-bulu keras serta tersusun atas otot-otot yang memudahkan pergerakan diatas maupun didalam sedimen perairan (Nybakken, 1992).

Kebanyakan makrozoobenthos pemakan detritus berupa bahan organik yang terakumulasi di dasar perairan, dan dalam jaring makanan (*food web*) mereka berperan penting dalam mengubah kualitas makanan yang rendah, yaitu detritus dengan kandungan energi yang rendah menjadi sumber makanan yang lebih baik kualitasnya untuk trofik level yang lebih tinggi seperti ikan (Goldman dan Home, 1983). Organisme mati ini akan diuraikan oleh

mikroorganisme, kemudian akan dimakan oleh detritivor yaitu makrozoobentos. Detritivor ini selanjutnya akan dimakan oleh beberapa ikan dan udang (Odum, 1994). Keberadaan organisme bentos juga mengintegrasikan efek dari berbagai jenis bahan pencemar dan dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran pada air sungai.

2.4. Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan

Metode bentuk indeks biologi menyatakan bahwa penggunaan makrozoobentos dapat menentukan indikator kualitas suatu perairan. Metode ini sudah lama dikenal bahwa terdapat organisme tertentu yang hidup diperairan tercemar. Jenis organisme yang terdapat pada perairan tercemar berbeda dengan organisme yang hidup diperairan tidak tercemar. Sehingga oleh ahli biologi perairan, pengetahuan ini dikembangkan sehingga dapat mengetahui struktur dan komposisi organisme perairan yang disebabkan oleh berubahnya kondisi habitat perairan (Ristiono dan Ardi, 2002).

Menurut Nugroho (2006), bahwa faktor yang mempengaruhi keberadaan makrozoobentos dalam perairan meliputi faktor fisika kimia lingkungan perairan, seperti suhu air, kandungan unsur kimia seperti kandungan ion hidrogen (pH), oksigen terlarut (DO), dan kebutuhan oksigen biologi (BOD). Kisaran salinitas yang masih mampu mendukung kehidupan organisme perairan, khususnya fauna makrozoobentos adalah 15 - 35 ‰. Beberapa organisme makrozoobentos sering digunakan sebagai spesies indikator kandungan bahan organik dan dapat memberikan keterangan yang lebih tepat dibandingkan pengujian secara fisika dan kimia (Hynes, 1978).

Karakteristik ideal dari jenis organisme indikator adalah : a) mudah diidentifikasi, b) tersebar secara kosmopolit, c) kelimpahan dapat dihitung, d) variabilitas ekologi dan genetik rendah, e) ukuran tubuh relatif besar,

f) mobilitas terbatas dan masa hidup relatif lama, g) karakteristik ekologi diketahui dengan baik, h) terintegrasi dengan kondisi lingkungan, i) cocok digunakan pada studi laboratorium. Penggunaan makrozoobentos tentunya memiliki keunggulan sebagai indikator pencemaran organik dikarenakan jumlahnya yang banyak, mudah ditemukan, mudah diidentifikasi, bersifat *immobile* atau menetap, dan memberikan tanggapan yang berbeda terhadap kandungan bahan organik (Rosenburg dan Resh, 1993). Kekurangannya adalah karena sebaran makrozoobentos yang sering mengelompok dan dipengaruhi oleh faktor arus, dan kondisi substrat dasar. Selain secara biologis, pemeriksaan sampel dilakukan secara fisik dan kimia juga mempunyai kelebihan yaitu waktu relatif lebih cepat sehingga hasil dapat langsung diketahui, mudah dilakukan dan praktis, serta peralatan yang dibutuhkan sederhana.

Menurut (Widowati *et al.*, 2008) makrozoobentos merupakan organisme yang mudah terpengaruh oleh adanya bahan pencemar, baik bahan pencemar kimia maupun fisik. Makrozoobentos dapat dijadikan sebagai indikator biologis berdasarkan pada : a) mobilitas terbatas sehingga memudahkan dalam pengambilan sampel, b) ukuran yang relatif besar sehingga mudah untuk identifikasi, c) hidup didasar perairan, relatif diam sehingga secara terus menerus terkena oleh air disekitarnya, serta d) perubahan lingkungan mempengaruhi keanekaragaman makrozoobentos.

2.5. Struktur Komunitas

2.5.1. Indeks Keanekaragaman

Menurut Kristanto (2002) keanekaragaman (*diversity*) merupakan ukuran integrasi komunitas biologi dengan menghitung dan

mempertimbangkan jumlah populasi yang membentuknya dengan kelimpahan relatifnya. Keanekaragaman atau keberagaman dari makhluk hidup dapat terjadi karena perbedaan warna, ukuran, bentuk, jumlah, tekstur, dan penampilan. Keanekaragaman jenis yaitu karakteristik tingkatan dalam komunitas berdasarkan organisasi biologisnya, yang dapat digunakan untuk menyatakan struktur komunitasnya. Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman tinggi apabila komunitas tersebut disusun oleh banyak spesies (jenis) dengan kelimpahan spesies sama dan hampir sama. Sebaliknya, apabila dalam suatu komunitas disusun oleh sedikit spesies dan jika hanya sedikit spesies yang dominan maka keanekaragaman jenisnya rendah.

Indeks keanekaragaman merupakan suatu metode untuk mengetahui struktur komunitas dan memudahkan dalam menganalisa banyaknya spesies yang ada dalam suatu kelompok dan yang sering digunakan yaitu indeks keanekaragaman *Shannon Wiener*. Nilai indeks keanekaragaman kurang dari 1 menunjukkan bahwa kondisi pada perairan tersebut tidak mantap, nilai indeks keanekaragaman 1,1 – 1,5 menunjukkan bahwa kondisi perairan tersebut kurang mantap, nilai indeks keanekaragaman 1,6 – 2,4 menunjukkan bahwa kondisi perairan tersebut cukup mantap, nilai indeks keanekaragaman 2,5 – 3,5 menunjukkan bahwa kondisi perairan tersebut mantap, dan nilai indeks keanekaragaman melebihi 3,5 menunjukkan bahwa kondisi perairan tersebut sangat mantap (Samingan, 1992).

2.5.2. Indeks Kelimpahan

Banyaknya jumlah individu persatuan luas atau persatuan volume yang menempati wilayah tertentu atau jumlah individu suatu spesies persatuan luas atau persatuan volume disebut kelimpahan. Kelimpahan

suatu makhluk hidup dipengaruhi oleh hubungan semua faktor fisika dan kimia, tingkat sumber daya alam yang diperoleh dari daur hidup makhluk hidup (Michael, 1994). Kelimpahan setiap m^2 didapatkan dengan mengkonversi kelimpahan setiap kotak pengambilan sampel makrozoobenthos. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa kelimpahan merupakan banyaknya individu pada suatu area tertentu dalam suatu komunitas.

2.5.3. Indeks Keseragaman

Penggambaran mengenai sifat organisme yang mendiami suatu komunitas yang dihuni oleh organisme yang sama atau seragam disebut indeks keseragaman. Keseragaman (E) dapat menunjukkan keseimbangan dalam suatu pembagian jumlah individu tiap jenis. Keseragaman memiliki nilai yang besar apabila individu yang ditemukan berasal dari spesies yang berbeda (Odum, 1994). Kuncoro dan Mudrajat (2004) menyatakan keseragaman hewan benthos dalam suatu perairan dapat diketahui dari indeks keseragamannya. Maka semakin kecil nilai indeks keseragaman organisme maka penyebaran tiap jenis individu tidak sama, ada kecenderungan didominasi oleh spesies tertentu. Nilai indeks keseragaman (E) sekitar 0-1 yang memiliki arti semakin besar indeks keseragamannya maka menunjukkan kondisi komunitas yang stabil. Komunitas yang stabil ditunjukkan oleh ekosistem yang memiliki keseragaman tinggi. Kemudian semakin kecil nilai indeks keseragaman maka menunjukkan adanya kondisi komunitas yang tertekan dan menunjukkan ekosistem tersebut memiliki keseragaman rendah.

2.5.4. Indeks Dominansi

Dominansi (C) merupakan penggambaran mengenai perubahan struktur dan komunitas suatu perairan untuk mengetahui suatu sistem komunitas serta efek gangguan pada komposisi, struktur, dan laju pertumbuhannya. Indeks dominansi adalah penggambaran kondisi dimana suatu komunitas didominasi oleh suatu organisme tertentu. Kuncoro dan Mudrajat (2004) menyatakan dominansi dapat diketahui dengan menghitung indeks dominansinya. Nilai indeks dominansi yang tinggi menyatakan konsentrasi dominansi yang rendah, dimana tidak ada jenis yang mendominasi komunitas tersebut. Apabila nilai indeks dominansi tinggi maka suatu komunitas tersebut didominasi oleh jenis tertentu, dan jika nilai indeks dominansi rendah maka tidak ada komunitas yang mendominasi.

2.6. Pencemaran Air

Air merupakan kebutuhan bagi kehidupan manusia. Sesuai dengan kegunaannya, air dipakai sebagai air minum, mandi dan mencuci. Kegunaan air tersebut termasuk kedalam penggunaan secara konvensional dan juga air diperlukan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia (Wardhana, 2011).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran merupakan masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi atau komponen lain kedalam air oleh kegiatan manusia. Sehingga kualitas air menurun sampai tingkat yang membahayakan yang menyebabkan air tidak berfungsi sesuai dengan pembentukannya.

Aktivitas suatu ekosistem selalu memberi pengaruh pada ekosistem yang lain. Manusia merupakan salah satu komponen penting. Manusia seringkali mengakibatkan dampak pada salah satu komponen lingkungan yang mempengaruhi ekosistem secara keseluruhan. Pencemaran air yang dapat menyebabkan pengaruh berbahaya bagi organisme, populasi, komunitas, dan ekosistem. Pengaruh yang diakibatkan oleh pencemar perairan tergantung bahan pencemarnya (*pollutan*). Setiap sumber pencemaran akan mengeluarkan bahan pencemar yang berlainan, baik jenis, jumlah dan pengaruh yang akan ditimbulkan (Supriharyono, 2002). Setiap sumber pencemaran akan mengeluarkan bahan pencemar yang berlainan, baik jenis, jumlah dan pengaruh yang akan ditimbulkan. Parameter yang akan diuji untuk menentukan tingkat pencemaran air yaitu nilai pH, suhu, warna, bau, dan rasa, jumlah padatan, nilai BOD atau COD.

2.7. Parameter Fisika dan Kimia Perairan dan Pengaruhnya terhadap Kehidupan Makrozoobenthos

2.7.1. Suhu

Suhu merupakan parameter fisik yang mempengaruhi pola kehidupan organisme perairan, seperti distribusi, komposisi, kelimpahan dan mortalitas. Suhu juga menyebabkan kenaikan metabolisme organisme perairan, sehingga kebutuhan oksigen terlarut menjadi meningkat (Retnowati, 2003). Suhu di sungai adalah salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di perairan, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangan dari organisme-organisme tersebut (Hutabarat dan Evans, 1985). Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Selain itu, peningkatan suhu juga menyebabkan

peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen.

Peningkatan suhu perairan sebesar 10 °C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kali lipat. Untuk melakukan proses metabolisme dan respirasi. Peningkatan suhu juga menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Effendi *et al.*, 2013).

Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu yang disukai bagi pertumbuhannya. Makin tinggi kenaikan suhu air, maka makin sedikit oksigen yang terkandung di dalamnya. Suhu yang berbahaya bagi makrozoobenthos adalah yang lebih kurang dari 35 °C (Retnowati, 2003).

2.7.2. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik termasuk makrozoobenthos umumnya berkisar antara 7 sampai 8,5. Kondisi perairan yang asam atau basa dapat membahayakan kelangsungan hidup organisme karena menyebabkan terganggunya metabolisme dan respirasi (Barus, 2004).

Menurut Boyd (1991) menyatakan bahwa derajat keasaman (pH) merupakan suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen. Kondisi tersebut akan menunjukkan suasana air itu bereaksi asam atau basa. Nilai pH berkisar mulai dari angka 0 hingga 14, nilai 7 menunjukkan kondisi air bersifat netral. Nilai pH di bawah 7 menunjukkan kondisi air bersifat asam dan nilai di atas 7 kondisi air bersifat basa.

Batas toleransi organisme perairan terhadap pH bervariasi tergantung jenis dan stadia organisme. Makrozoobenthos memiliki batas toleransi yang berberda-beda dan nilai pH optimum bagi makrozoobenthos berkisar antara 6,5-8 (Mulyadi, 1999).

2.7.3. Oksigen Terlarut atau Disolved Oxygen (DO)

Setiap makhluk hidup memerlukan oksigen untuk terus bertahan hidup. Menurut Michael (1994), oksigen terlarut merupakan faktor penting untuk menentukan kualitas perairan. Oleh karena itu, penurunan kadar oksigen terlarut didalam air merupakan indikasi kuat pencemaran. Kandungan oksigen terlarut yang baik untuk organisme akuatik tidak kurang dari 4-5 ppm. Keberadaan O₂ terlarut didalam substrat sangat berkurang. Tingginya kandungan bahan organik dan tingginya populasi bakteri pada sedimen menyebabkan besarnya kebutuhan akan O₂ terlarut (Retnowati, 2003). Kriteria tingkat kualitas perairan berdasarkan besarnya nilai kandungan oksigen terlarut (DO) (Tabel 1).

Tabel 1. Kriteria kualitas perairan (Hanisa *et al.*,2017)

Kualitas Air	Oksigen Terlarut (mg/L)
Baik	8-9
Agak Tercemar	6,7-8
Tercemar Sedang	4,5-6,7
Tercemar Berat	<4,5

2.7.3. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS atau zat padat terlarut merupakan padatan yang menyebabkan terjadinya kekeruhan pada air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan yang tersuspensi terdiri atas partikel yang memiliki

ukuran maupun berat yang lebih kecil dari pada sedimen. Partikel yang dapat menurunkan intensitas cahaya yang tersuspensi dalam air umumnya terdiri atas fitoplankton, zooplankton, kotoran hewan, sisa tanaman dan hewan, kotoran manusia dan limbah industri (Yuliasuti, 2011).

2.7.4. Chemical Oxygen Demand (COD)

Oksigen kimia diperlukan dalam air untuk menguraikan bahan organik. Menurut Komarudin *et al.*, (2015) COD merupakan banyaknya total oksigen yang diperlukan pada proses oksidasi kimia dengan satuan millimeter per liter dalam mengoksidasikan bahan organik yang bersifat mudah didegradasikan (*biodegradable*) atau yang sulit didegradasikan (*non biodegradable*). Tinggi rendahnya kadar COD pada perairan berkaitan dengan keberadaan bahan organik yang bersumber dari limbah rumah tangga dengan kepadatan penduduk yang tinggi.

2.7.5. Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD merupakan indikator pencemaran organik yang paling banyak digunakan untuk mengandalkan kualitas air atau untuk menilai kepekatan limbah atau beban pencemaran. BOD dapat digunakan sebagai indikator dalam menentukan kelimpahan bahan organik dalam air, dengan catatan selama berlangsungnya metabolisme bahan-bahan organik mikroorganisme mengkonsumsi oksigen. Perairan dengan nilai BOD melebihi 10 mg/L dianggap telah mengalami pencemaran (Effendiet *al.*, 2013).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan yang dibagi menjadi enam stasiun pengambilan sampel yang ditentukan berdasarkan tata guna lahan yang meliputi perkebunan, pertanian, hutan, pertambangan, dan pemukiman. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2021 hingga Februari 2022. Pengambilan sampel di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan dilakukan pada bulan Agustus 2021, Persiapan penelitian dilakukan pada bulan September hingga November 2021, Identifikasi sampel di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung serta analisis data dilakukan pada bulan Desember 2021 hingga Februari 2022.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain : Ekmen grab 30x30 cm², Saringan bertingkat (20, 44, 60, dan 100 *mesh*), Kantong plastik, pH meter Toadkk, Termometer, Ember, Mikroskop Olympus CX21, Loup, Gelas objek, Petridish, Botol plastik gelap (jerigen), DO meter AZ-8403, Kamera gawai Iphone X, Tali, Buku identifikasi (*The Invertebrata Cambridge*), Label, *Ice*

box. Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain : Sampel air pada titik stasiun sampling, Sampel benthos, Alkohol 70%.

3.3. Pelaksanaan Penelitian

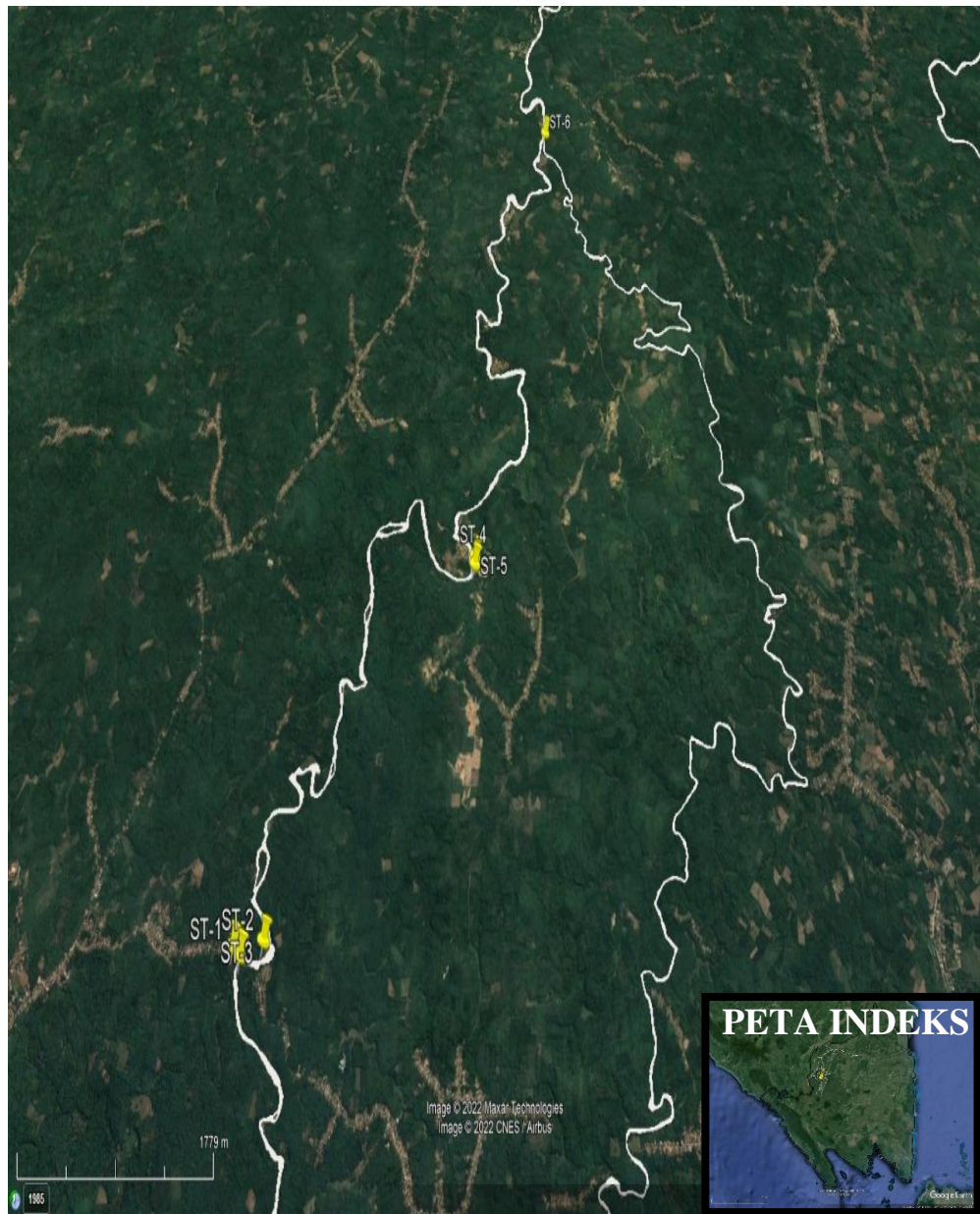
Penelitian ini menggunakan metode survei dalam penentuan titik pengambilan sampel yang didasarkan adanya pertimbangan penggunaan tata guna lahan yang berbeda. Pada penelitian ini pengambilan sampel makrozoobenthos dilakukan menggunakan alat berupa ekmen grab. Dimana pengambilan sampel pada setiap stasiun diambil di tiga titik pengambilan yaitu daerah tepi kiri, tengah, dan kanan sungai. Dan analisis sampel lebih lanjut dilakukan di Laboratorium Zoologi FMIPA Universitas Lampung. Pada setiap sampling dilakukan analisis air. Proses pengambilan sampel air dilakukan oleh teknisi lapangan dari laboratorium teknik sipil, Universitas Lampung. Indikator fisika yang diamati adalah Suhu dan TSS sedangkan indikator kimia yang diamati adalah pH, DO, COD, dan BOD.

3.3.1. Stasiun Penelitian

Penentuan lokasi dilakukan sepanjang Sungai Way Umpu berdasarkan peta administrasi dan pengambilan titik koordinat menggunakan GPS (Gambar 1). Adapun kriteria dalam penentuan lokasi pengambilan sampel air, meliputi :

1. Stasiun 1 (ST-1) Muara Sungai Way Kasui Kiri ($4^{\circ}42'34.94''S$ $104^{\circ}28'32.92''E$)
2. Stasiun 2 (ST-2) Sungai Way Umpu Bagian hulu sebelum menerima aliran Sungai Way Kasui Kiri ($4^{\circ}42'36.55''S$ $104^{\circ}28'35.44''E$)
3. Stasiun 3 (ST-3) Sungai Way Umpu menerima aliran dari Sungai Air Kasui Kiri ($4^{\circ}42'33.89''S$ $104^{\circ}28'36.52''E$)

4. Stasiun 4 (ST-4) Muara Sungai Ojolali ($4^{\circ}41'11,67''\text{S}$
 $104^{\circ}29'49.37''\text{E}$)
5. Stasiun 5 (ST-5) Sungai Way Umpu ($4^{\circ}41'9.57''\text{S}$ $104^{\circ}29'49.45''\text{E}$)
Jembatan Gantung di Kampung Ojolali
6. Stasiun 6 (ST-6) Muara Sungai Way Neki ($4^{\circ}38'45.87''\text{S}$
 $104^{\circ}30'22.44''\text{E}$)



Gambar 1. Peta Lokasi Stasiun Penelitian Pengambilan Sampeldi Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan

Keterangan pada gambar dimana lokasi lahan pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 merupakan daerah pemukiman Kelurahan Kasui Pasar Kecamatan Kasui, pertanian, dan perkebunan. Stasiun 4 dan stasiun 5 berupa penggunaan lahan pertambangan emas serta mangan dan pemukiman Kampung Ojolali, Kecamatan Umpu Semenguk. Stasiun 6 dengan penggunaan lahan berupa perkebunan, pemukiman Gunung Katun Kecamatan Baradatu dan pertambangan.

3.3.2. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel makrozoobenthos menggunakan Ekmen grab pada enam stasiun yang telah ditentukan. Pada setiap stasiun diambil tiga titik pengambilan yaitu tepi kanan, tengah, dan kiri sungai. Sampel sedimen yang diperoleh pada setiap titik pengambilan dicampur kemudian dimasukkan kedalam wadah plastik untuk dilakukan penyaringan. Penyaringan dilakukan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA Unila menggunakan alat yaitu saringan bertingkat, selanjutnya dilakukan identifikasi makrozoobenthos menggunakan buku identifikasi. Sampel air untuk pengukuran fisika dan kimia juga diambil dari stasiun pengambilan sampel makrozoobenthos.

3.4. Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Secara *in situ* dan *ex situ*

Pengambilan sampel air untuk parameter fisika dan kimia diambil secara langsung di stasiun penelitian bersama tim pemantau kualitas perairan Kabupaten Way Kanan. Air diambil pada bagian tengah secara langsung dengan jerigen 1 liter yang dimasukkan pada arah berlawanan arus ke dalam sungai. Jerigen diisi hingga penuh dan ditutup pada saat di dalam air untuk

meminimalisir masuknya udara luar ke dalam botol sampel. Kemudian sampel air yang telah diambil di uji di Laboratorium SEAMEO BIOTROP Bogor. Parameter fisika yang diamati adalah suhu dan TSS sedangkan parameter kimia yang diamati yaitu pH, DO, COD, dan BOD. Alat yang digunakan untuk mengukur parameter dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat dan Tempat Analisis yang digunakan dalam pengukuran parameter fisika dan kimia perairan

Parameter	Satuan	Alat	Tempat Analisis
Fisika			
Suhu	°C	Termometer	<i>In situ</i>
TSS	mg/L	-	Laboratorium/ <i>ex situ</i>
Kimia			
pH	-	pH meter	<i>In situ</i>
DO	mg/L	DO meter	<i>In situ</i>
COD	mg/L	-	Laboratorium/ <i>ex situ</i>
BOD	mg/L	-	Laboratorium/ <i>ex situ</i>

3.4.1. Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer dan termometer dicelupkan kedalam perairan, kemudian didiamkan beberapa menit dan dicatat keterangan suhunya sesuai yang terlihat pada garis merah di termometer (Mahfudz, 2008).

3.4.2. Pengukuran Potensial Hidrogen (pH)

Pengukuran pH menggunakan pH meter yang dimasukkan kedalam perairan. Diamkan beberapa saat hingga mendapatkan hasil yang terdapat pada pH meter (Hutagalung, 1977).

3.4.3. Pengukuran Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran DO menggunakan DO meter. Sebelum pengukuran kalibrasikan terlebih dahulu alat sesuai dengan prosedur kerja. Pengukuran dilakukan dengan cara mencelupkan batang sensor ke perairan, kemudian diamkan selama nilai digital berhenti atau stabil kemudian catat skala yang ditunjukkan dalam satuan mg/L (Rovila, 2016).

3.4.4. Pengukuran TSS (*Total Suspended Solid*)

Pengujian dilakukan sesuai prosedur dengan tahapan menyiapkan media penyaring berupa cawan porselen yang dialasi kertas saring berpori 0,45 μm . Kertas penyaring dibilas dengan air bebas mineral 10 ml sebanyak 3 kali. Media penyaring dikeringkan dengan oven selama 1 jam pada 103°C sampai 105°C, kemudian di dinginkan dalam desikator, dan ditimbang beratnya dengan neraca analitik. Pengulangan dilakukan dari tahap pengeringan hingga penimbangan untuk memperoleh berat tetap. Selanjutnya disiapkan kertas saring yang telah diketahui berat tetap dan sampel uji yang telah homogen melalui pengadukan. Sampel yang homogen kemudian dipipet sebanyak 100 ml dengan pipet volumetri, dimasukkan pada kertas saring, dan dikeringkan dengan oven selama 1 jam pada 103°C sampai 105°C, kemudian di dinginkan dalam desikator, dan ditimbang beratnya dengan neraca analitik.

3.4.5. Pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Pengujian COD ini lebih cepat dibandingkan dengan BOD, yaitu suatu uji berdasarkan reaksi kimia tertentu untuk menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang ada didalam air (Nugroho, 2006).

Pengujian dilakukan dengan mengambil sejumlah volume sample uji dengan pipet atau mikro buret, ditambahkan *digestion solution*, dan larutan pereaksi asam sulfat pada tabung. Tabung ditutup dan dikocok secara perlahan hingga homogen. Tabung diletakkan pada pemanas di suhu 150°C selama 2 jam. Sample didinginkan pada suhu ruang dan dibiarkan adanya suspensi mengendap. Sample diuji dengan spektrometer pada panjang gelombang 600 nm (nilai COD 100 hingga 900 mg/L) atau 420 nm (nilai COD lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L).

3.4.6. Pengukuran *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Pengujian dilakukan dengan cara menambahkan sejumlah sample uji kedalam lartan pengencer jenuh oksigen yang telah ditambah dengan larutan nutrisi dan bibit mikroba, kemudian di inkubasi dalam ruang gelap pada suhu 20 °C selama 5 hari. Nilai BOD dihitung berdasarkan selisih konsentrasi oksigen terlarut. Bahan kontrol standar dalam uji BOD menggunakan larutan glukosa asam glutamate.

3.5. Analisis Data

3.5.1. Indeks Keanekaragaman

Menurut Setiawan (2009), Perhitungan keanekaragaman makrozoobenthos menggunakan rumus Shanon dan Wiener sebagai berikut :

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

Keterangan :

H = Indeks Keanekaragaman

p_i = Kelimpahan relatif spesies (n_i/N)

n_i = Jumlah individu spesies ke-1

N = total individu

s = jumlah spesies

Berdasarkan rumus tersebut kriteria dari indeks keanekaragaman Shannon- Wiener ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penentuan Status Mutu Perairan (Sastrawijaya, 1991)

Indeks Diversitas/ Komunitas	Kategori Tingkat Pencemaran
> 2,0	Tidak tercemar
1,6 - 2,0	Tercemar ringan
1,0- 1,6	Tercemar sedang
< 1,0	Tercemar berat

3.5.2. Indeks Kelimpahan

Menurut Fajri (2013), Indeks kelimpahan makrozoobenthos dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{a}{OS} \times 10.000$$

Keterangan :

- n = rata – rata jumlah individu per meter 2
- O = luas bukaan Ekman Grab
- a = jumlah inidvidu yang terhitung
- S = Jumlah sampel setiap stasiun pengamatan

3.5.3. Indeks Keseragaman

Menurut Krebs (1989) menyatakan indeks keseragaman dengan rumus :

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

Keterangan :

- E = indeks keseragaman
- H' = indeks keanekaragaman
- H maks = Log₂(S)
- S = jumlah jenis yang ditemukan

Kriteria tingkat keseragaman spesies berdasarkan indeks keseragaman (E) Menurut Krebs (1989) ditunjukkan pada Tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4. Penentuan indeks keseragaman (Krebs, 1989)

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

3.5.4. Indeks Dominansi

Menurut Odum (1994) menyatakan untuk melihat adanya dominansi jenis tertentu digunakan rumus indeks dominansi Simpson :

$$C = \frac{1}{N} \sum \left(\frac{ni}{N} \right)^2$$

Keterangan :

C = indeks dominansi

ni = jumlah individu

N = jumlah total individu

Berdasarkan rumus tersebut kategori indeks dominansi ditunjukkan pada Tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. Penentuan indeks dominansi (Odum, 1994)

Indeks Dominansi	Kategori
$0,00 < C \leq 0,30$	Dominansi Rendah
$0,30 < C \leq 0,60$	Dominansi Sedang
$0,60 < C \leq 1,00$	Dominansi Tinggi

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Ditemukan 14 jenis makrozoobenthos yang termasuk dalam 5 Filum, diantaranya Filum Arthropoda, Mollusca, Porifera, Ciliophora, dan Annelida. Struktur komunitas keenam stasiun penelitian memiliki kondisi perairan dengan kategori tidak mantap ($H' < 1,0$) sampai cukup mantap ($1,6 < H' < 2,4$), Indeks keseragaman dengan persebaran merata atau sedang ($0,4 < E < 0,6$) sampai lebih merata atau tinggi ($0,6 < E < 1$), serta indeks dominansi sedang ($0,30 < C \leq 0,60$).
2. Berdasarkan indeks keanekaragaman lokasi stasiun IV penggunaan tata guna lahan berupa pertambangan serta mangan memiliki tingkat perairan tercemar berat, sedangkan stasiun I, II, III, V, dan VI penggunaan tata guna lahan berupa pekebunan dan pemukiman memiliki tingkat perairan tercemar sedang.
3. Struktur komunitas makrozoobenthos dengan parameter fisika dan kimia perairan menunjukkan bahwa adanya korelasi yang signifikan antara indeks keseragaman dengan suhu, TSS, COD, BOD, dan indeks dominansi dengan pH.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang tingkat pencemaran sungai dengan makrozoobenthos sebagai bioindikator pencemaran air dan perlu adanya penelitian secara berkala untuk memantau perubahan baik secara fisik maupun kimia di Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan Provinsi Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningasih, D. 2012. *Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran Berdasarkan Penggunaan Lahan di Sungai Blukar Kabupaten Kendal*. Ilmu Lingkungan Semarang: Penerbit Universitas Diponegoro.
- Anggi, A. 2013. Keanekaragaman Makrozoobenthos di Ekosistem Mangrove Silvofishery dan Mangrove Alami Kawasan Ekowisata Pantai Boe Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar (*Skripsi*). Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanudin. Makassar.
- APHA (*American Public Health Association*). 1989. *Standar Methods for Examination of Water and Wastewater. Ed 17th*. Washington, D.C.
- Asdak, Chay. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bappeda Provinsi Lampung. 2004, *Teknis Analisis Pencemaran Air Sungai*. Kabupaten Way Kanan.
- Bappeda Provinsi Lampung. 2010. *Rencana Tata Ruang Wilayah*. Kabupaten Way Kanan.
- Barus, T.A. 2004. *Pengantar Limnologi*. Studi Tentang Ekosistem Air Daratan. Penerbit USU Press.
- Boyd. C. E. 1991. *Water Quality Management in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University Alabama.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. Kabupaten Way Kanan dalam Angka. <http://waykanankab.bps.go.id/>. diakses pada Desember 2021..

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2020. *Kabupaten Way Kanan dalam Angka*.
<http://waykanankab.bps.go.id/>. diakses pada November 2021
- Brehm, J. M. P. D dan Meijering. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. C. Brown. New York.
- Cahaya, D. 2020. Konservasi Daerah Aliran Sungai (DAS).
<https://www.kompas.com/skola/read/2020/12/08/181205069/konservasi-daerah-aliran-sungai-das>. Diakses pada November 2021.
- Chumins, K. W. 1975. Macroinvertebrates, dalam *Whitton, B. A. Eds. River Ecol. Vol 2 Blackwell Scientific Publication*. Oxford. London.
- Dafiuddin, S. Yulianto, Baharudin. 2017. Karakteristik Parameter Oseanografi Fisika Kimia Perairan Pulau Kerumputan Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Enggano Halaman 221*.
- Dahri. M. K, A. Ramadhan, M. Dijirimu. 2016. Jenis-jenis dan Keanekaragaman Bivalvia di Perairan Laut Pulau Maputi Kecamatan Sojol Kabupaten Donggala dan Pemanfaatannya Sebagai Media Pembelajaran Biologi. *Jurnal E- Jipbiol Vol.4 No.1*.
- Dewa, C., Susnawati, L. D., Widiatmono, B. R. 2015. Daya Tampung Sungai Gede Akibat Pencemaran Limbah Cair Industri Tepung Singkong di Kecamatan Ngadiluwih Kabupaten Kediri. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.
- Effendi H., Aloysius Adimas Kristianiarso, Enan M. Adiwilaga. 2013. Karakteristik Kualitas Air Sungai Cihideung, Kab. Bogor, Jawa Barat. *Ecolab Vol. 7, No. 2 :49-108*.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Air dan Beberapa Parasit pada Manusia*. ITB. Bandung.
- Elviana. 2014. *Keanekaragaman dan Kepadatan Meiofauna Sebagai Bioindikator Tingkat Pencemaran Bahan Organik di Perairan Sungai Tallo Makassar*. Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makasar.

- Fachrul, M, F., 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Fajri, N. 2013. Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Pantai Kuwang Wae Kabupaten Lombok Timur. *Educatio*, 8(2), 81-100.
- Fajri, N. E., dan A. Kasry. 2013. Kualitas Perairan Muara Sungai Siak Ditinjau dari Sifat Fisik-Kimia dan Makrozoobenthos. Universitas Riau, Pekanbaru. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk* 41 (1): 37-52.
- Fatmawati. 2016. Analisis Sedimentasi Aliran Sungai Batang Sinamar Bagian Tengah Di Kenagarian Koto Tuo Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota. *Jurnal Geografi*. 8(2), 156-164.
- Ferainti Fachrul, Melati. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. PT. Bumi Aksara. Jakarta.
- Ferianita. M. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta
- Ferry F. D, F. Yandri, D. Apdillah. 2015. Keanekaragaman Makrozoobenthos di Perairan Pulau Belakang Padang Kota Batam Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Kelautan*.
- Gazali, A., Suheriyanto, D., Romaidi. 2011. Makrozoobenthos Biodiversity as Bioindicator of Water Quality in Ranu Pani- Ranu Regulon, Bromo Tangger Semeru National Park. *Jurnal Pendidikan Sains SP002-011*.
- Goldman dan Horne. 1983. *Lymnology*. Mc. Graw-Hill International Book Company. London.
- Handayani, S. Dan M. P. Patricia. 2005. Komunitas Zooplankton di Perairan Waduk Krenceng, Cilegon, Banten. *Jurnal Makara Sains*. 9 (2): 75-80.
- Hanisa E, D. N. Winardi, A. Sarminingsih. 2017. Penentuan Status Mutu Air Berdasarkan Metode Indeks kualitas Air-National Sanitation Foundation (IKA-NSF) Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol.6, No.1.
- Hutabarat, S dan S. M. Evans, 1985. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia. Jakarta.

- Hutagalung. 1977. *Metode Analisa Air*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Hynes. 1978. *The Ecology of Running Waters*. University Press. Liverpool.
- Irwan, M. 2001. Kondisi Fisik Kimia Air Sungai Yang Bermuara di Teluk Sawaibu Kabupaten Manokwari. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik Vol 1 No 1 Hal. 86*.
- Ismail, R. 2016. Partisipasi Masyarakat Dalam Program Pengembangan Dan Pengelolaan Jaringan Irigasi Di Daerah Irigasi Way Umpu Kabupaten Way Kanan. *JPWK-Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota.12(1)*, 86–97.
- Izmiarti. 2010. Komunitas Makrozoobenthos di Banda Bakali Kota Padang. *Jurnal Biospectrum 6 (1)*. 34-40.
- Komarudin, M., Sigit, H., dan Budi, K. 2015. Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Pesanggrahan (Segmen Kota Depok) Dengan Menggunakan Model Numerik Dan Spasial. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.5(2)*, 121-132.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. New York: Harper and RowPublisher.
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Andi. Yogyakarta.
- Kuncoro dan Mudrajat. 2004. *Biologi Laut*. Erlangga. Jakarta.
- Mahfudz. S. 2008. Pengukur Suhu dan pH Air Tambak Terintegrasi dengan Data Logger. *Jurnal EECCIS Vol. II, No. 1*.
- Mahida, U. N. 1993. *The Water*. Publishers. United States of America 2460 Kerper Boulevrad Dubuaque IA 520001.

- Michael. P. 1994. *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Mulyadi, M. P. 1999. *Kualitas Fisika dan Kimia Perairan dan Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Sungai Ciliwung, Bogor* (skripsi). IPB. Jawa Barat.
- Nugroho, A. 2006. *Bioindikator Kualitas Air*. Cetakan Pertama. Jakarta: UI-Press.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta : PT Gramedia.
- Odum, E. P. 1994. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi ketiga. Penerjemah : Samingan, T. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Oktarina, A., Tati Suryati Syamsudin. 2015. Keanekaragaman dan Distribusi Makrozoobenthos di Perairan Lotik dan Lentik Kawasan Kampus Institut Teknologi Bandung, Jatinangor Sumedang, Jawa Barat. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON. Vol. 1, No. 2: 227-235*.
- Peraturan Daerah Provinsi Lampung. 2012. *Perda Nomor 11 Tahun 2012. Tentang Peruntukan Badan Kelas Air III*. Lampung.
- [PP RI] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2001. *PP Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.
- [PP RI] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2011. *PP Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai*. Jakarta.
- [PP RI] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2021. *PP Nomor 22 Tahun 2021. Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air. Lembaran Negara RI Tahun 2021*. Jakarta.
- Pratap. H. B., B. Mwakisunga, J. F. Machiwa. 2020. Assessment of Sediment and Benthic Macrofauna Distribution at Dar es Salaam Harbour. *Journal of Geoscience and Environment Protection Vol. 8 No.3*.

- Purnama, I. M., Abidin, Z., dan Junaedi E. 2015. Keanekaragaman Makrozoobenthos di Perairan Gunung Ciremai Jalur Pendakian Palutungan. *Jurnal Pendidikan dan Biologi*. Vol 9, No.10.
- Ramadini, Lestari. 2019. *Keanekaragaman Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Sungai Way Kedamaian Bandar Lampung*. Lampung (skripsi). UIN Raden Intan. Lampung.
- Razky, Y, I. Dewiyanti, C. Octavina. 2016. Struktur Komunitas Makrozoobentos Dibeberapa Muara Sungai Kecamatan Susoh Kabupaten Aceh Barat Daya. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Unsyiah* Halaman 295.
- Retnowati, D. N. 2003. *Struktur Komunitas Makrozoobenthos dan Beberapa Parameter Fisika Kimia Perairan Situ Rawa Besar, Depok, Jawa Barat (Skripsi)*. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ridwan, M. 2016. Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua. *Jurnal Biologi Vol.9 No.1 Hal 62*.
- Ririn. A. 2009. *Penentuan Tingkat Kesehatan Sungai Berdasarkan Struktur Komunitas Makroinvertebrata di Sungai Ciheudeng Kabupaten Bogor*. IPB. Bogor.
- Ristiono dan Ardi. 2002. Indeks Keanekaragaman Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Tingkat Pencemaran Perairan Batang Lembang Solok. *Eksakta Berkala Ilmiah Bidang MIPA. Vol 2, No III. Fakultas MIPA Universitas Padang*.
- Rondo, M. 1982. Hewan Bentos Sebagai Indikator Ekologi di Sungai Cikapundung Bandung. *Tesis*. Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung.
- Rosenburg, D. M, dan Resh V. H. 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman and Hall. New York. London.
- Rovila. 2016. *Analisis Sebaran Kadar Oksigen (O^2) dan Kadar Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen) dengan Menggunakan Data In Situ dan Citra Satelit Landsat 8 (Studi Kasus Wilayah Gili Iyang Kabupaten Sumenep)*.

- Salmin. 2003. *Oksigen Terlarut dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan*. Prosiding Oseana. LIPI. Jakarta.
- Sandi. 2021. <https://www.kupastuntas.co/2021/01/25/penambangan-emas-ilegal-di-way-kanan-cemari-sungai-way-umpu>. Diakses pada November 2021.
- Samingan, Tahjono. 1992. *Prosedur pendugaan dan penelaian dampak terhadap vegetasi*. Kumpulan makalah seminar nasional: Metodologi prakiraan dampak dalam analisis mengenai dampak lingkungan. Kerasama PPLH-LP, IPB dengan BK-PSL dan BAPEDAL, Bogor.
- Sastrawijaya, A. T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Setiawan, D. 2009. Studi Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Hilir Sungai Lematang Sekitar Daerah Pasar Bawah Kabupaten Lahat. *Jurnal Penelitian Sains*, 9, 12-14.
- Siahaan, F. T. 2017. *Analisis Parameter Fisika Kimia Air di Danau Buatan 88 Peumnas Griya Martubung Kota Medan*. Fakultas Pertanian, USU. Medan.
- Stanis, S., Supriharyono, A. N. Bambang. 2015. Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut Melalui Pemberdayaan Kearifan Lokal di Kabupaten Lembata Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Pasir Laut*. Vol. 692 No.2.
- Suin, N.M. 2002. *Metoda Ekologi*. Penerbit Universitas Andalas. Padang.
- Sumenge V. 2008. *Penentuan Kualitas Air Sungai Sendangan Kakas Dengan Bioindikator Keanekaragaman Serangga Air*. [Skripsi]. Universitas Samratulangi, Manado.
- Supangat, A.B. 2008. *Pengaruh Berbagai Penggunaan Lahan Terhadap Kualitas Air Sungai di Kawasan Hutan Pinus di Gombong Kebumen Jawa Tengah*.
- Supriharyono. 2002. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. Penerbit Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.

- Suriawiria, U. 2003. *Mikrobiologi Air dan Dasar – Dasar Pengolahan Buangan Secara Mikrobiologis*. Penerbit Alam. Bandung.
- Tobing I. S. 2009. Kondisi Perairan Pantai Sekitar Merak Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Jenis Benthos . *Jurnal Ilmiah Biologi VIS VITALIS*, Vol. 02 No. 2, September 2009 Fakultas Biologi Universitas Nasional, Jakarta.
- Trofisa, D. 2011. Kajian Beban Pencemar dan Daya Tampung Pencemaran Sungai Ciliwung di Segmen Kota Bogor [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tugiyono. 2021. *Evaluasi Status Kualitas Air dan Daya Tampung Way Umpu Kabupaten Way Kanan Secara Terintegrasi dan Rekomendasi Strategi Pengelolaannya*. Universitas Lampung.
- Walukow A. F, Sukarta. I.N. 2001. *Analysis of Carrying Capacity and Water Pollution in the Simporo Strait Area After a Flash Floos*. *Jurnal of Ecological Engineering and Enviromental Technology*, Vol. 22, pp. 120-128.
- Wardhana, W. A. 2011. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Widowati W, Sastiono A, dan Yusuf. R. 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. CV. Andi Offset. Yogyakarta.
- Yahya, Radianti. 2021. Dampak Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) Terhadap Makrozoobenthos di Perairan Sungai Bodi, Desa Bodi, Kecamatan Peleleh Barat Kabupaten Buol, Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Ecosulum Volume 10, Nomor 2*.
- Yoga Prayan A, Bambang Suharto dan Bambang Rahadi W. 2015. Analisa Kualitas Perairan Sungai Klintar Nganjuk Berdasarkan Parameter Biologi. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*.
- Yuliasuti, E. 2011. *Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air*. Tesis, Universitas Diponegoro.

Yusti A, M. R. Muskananfolo, dan P. W. Purnomo. 2014. Sebaran Struktur Sedimen, Bahan Organik, Nitrat dan Fosfat di Perairan Dasar Muara Morodermik. *Diponegoro Journal of Maquares Volume 3, Nomor 4*.

Zahidin, M. 2008. *Kajian Kualitas Air di Muara Sungai Pekalongan ditinjau dari Indeks Keanekaragaman Makrozoobenthos dan Indeks Saprobitas Plankton*. Semarang. Universitas Diponegoro.