

**ANALISIS STATUS MUTU AIR SUNGAI WAY BESAI
LAMPUNG UTARA BERDASARKAN INDEKS KUALITAS AIR (IKA)**

(Skripsi)

Oleh
Mona Berliana Alicia
2157021017



JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025

**ANALISIS STATUS MUTU AIR SUNGAI WAY BESEI LAMPUNG
UTARA BERDASARKAN INDEKS KUALITAS AIR (IKA)**

**Oleh
Mona Berliana Alicia**

**Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar**

SARJANA SAINS

Pada

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



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

ABSTRAK

ANALISIS STATUS MUTU AIR SUNGAI WAY BESAI LAMPUNG UTARA BERDASARKAN INDEKS KUALITAS AIR (IKA)

Oleh

Mona Berliana Alicia

Sungai menjadi sumber utama air tawar yang dapat digunakan untuk berbagai jenis kebutuhan organisme sekitar sungai. Penurunan kualitas air sungai dapat dipengaruhi oleh aktivitas kehidupan manusia di sekitar aliran air sungai yang berdampak pada ekosistem dan kesehatan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis status mutu air sungai dengan menggunakan indeks kualitas air (IKA) sebagai parameter utama *Fecal coli* yang terdapat di Sungai Way Besai. Titik pengambilan sampel dilakukan pada 6 titik lokasi / stasiun Sungai Way Besai. Sampel air dianalisis meliputi 3 (tiga) parameter utama yaitu fisika, kimia, dan biologi dengan 8 (delapan) parameter meliputi pH, DO, BOD, COD, TTS, nitrat, T-fosfat, dan *Escherichia coli*. Hasil analisis menunjukkan sebagian besar parameter berada di bawah ambang baku mutu sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, kecuali *fecal coliform* di stasiun 4. Berdasarkan analisis Indeks Pencemaran (IP) di Sungai Way Besai pada stasiun 1,2,3,5 dan 6 memenuhi baku mutu, sedangkan pada stasiun 4 tergolong tercemar ringan. Hasil analisis Indeks Kualitas Air (IKA) pada Sungai Way Besai tergolong tercemar ringan dengan nilai IKA = 66,6.

Kata kunci : Status Mutu, Indeks Kualitas Air, Sungai Way Besai.

ABSTRACT

ANALYSIS OF WAY BESAI RIVER WATER QUALITY STATUS NORTH LAMPUNG BASED ON WATER QUALITY INDEX (IKA)

By

Mona Berliana Alicia

Rivers are the main source of fresh water that can be used for various types of organisms around the river. The decline in river water quality can be influenced by human activities around the river flow which have an impact on the ecosystem and public health. This study aims to analyze the status of river water quality using the water quality index (IKA) as the main parameter and the *Fecal coli* found in the Way Besai River. Sampling points were carried out at 6 locations / stations on the Way Besai River. Water samples were analyzed covering 3 (three) main parameters, namely physics, chemistry, and biology with 8 (eight) parameters including pH, DO, BOD, COD, TTS, nitrate, T-phosphate, and *Escherichia coli*. The results of the analysis showed that most of the parameters were below the quality standard threshold according to Government Regulation Number 22 of 2021, except for *fecal coliform* at station 4. Based on the analysis of the Pollution Index (IP) in the Way Besai River at stations 1,2,3,5 and 6 met the quality standards, while at station 4 it was classified as lightly polluted. The results of the Water Quality Index (IKA) analysis in the Way Besai River are classified as lightly polluted with an IKA value of 66.6.

Keywords: Quality Status, Water Quality Index, Way Besai River.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Analisis Status Mutu Air Sungai Way Besai Lampung
Utara Berdasarkan Indeks Kualitas Air (IKA)
Nama Mahasiswa : Mona Berliana Alicia
NPM : 2157021017
Program Studi : S1 Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.
NIP. 1964111919900310001

Ir. Salman Farisi M.Si.
NIP. 196104181987031001

Ketua Jurusan Biologi FMIPA Unila

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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

Sekretaris

: Ir. Salman Farisi, M.Si.

Penguji

Bukan Pembimbing

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



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Hori Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 1971100212005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 25 Februari 2025

**LEMBAR PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mona Berliana Alicia
Nomor Pokok Mahasiswa : 2157021017
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul "**Analisis Status Mutu Air Sungai Way Besai Lampung Utara Berdasarkan Indeks Kualitas Air (IKA)**" adalah benar karya sendiri dan saya tidak keberatan jika sebagian atau seluruh data dalam skripsi tersebut digunakan oleh dosen atau program studi untuk kepentingan publikasi sesuai dengan kesepakatan sebelum dilakukan publikasi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 25 Februari 2025



Mona Berliana Alicia

NPM. 2157021017

RIWAYAT HIDUP



Mona Berliana Alicia lahir di Bandar Lampung pada 18 Oktober 2003. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, penulis putri dari pasangan Bapak Mondala dan Ibu Eka Yusda. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak di Tk Kartini pada tahun 2008. Penulis melanjutkan Pendidikan Sekolah Dasar di SDN 2 Palapa pada tahun 2015. Pada tahun 2018, penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama di SMP Kartika II-2 Bandar Lampung. Kemudian penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 3 Bandar Lampung pada tahun 2021. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai Mahasiswi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur seleksi Mandiri (SMMPTN Barat)

Selama menjadi mahasiswi, penulis pernah menjadi asisten praktikum pada salah satu mata kuliah Ekologi Perairan. Penulis aktif sebagai anggota kepengurusan Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Universitas Lampung pada tahun 2022 dibidang ekspedisi. Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di UPTD Penerapan Mutu Hasil Perikanan (PMHP) Provinsi Lampung pada bulan Desember 2023 - Februari 2024 dengan judul "Pengujian Bakteri *Salmonella sp* Pada Produk Daging Rajungan (*Portunus pelagicus*) Pasteurisasi Dalam Kaleng dengan Metode SNI 01-2332.2-2006 di Laboratorium Mikrobiologi UPTD Penerapan Mutu Hasil Perikanan (PMHP) Provinsi Lampung". Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Negeri Agung, kecamatan Marga Tiga, Kabupaten Lampung Timur selama 40 hari pada bulan Juni - Agustus 2024. Pada bulan September

2024 - Februari 2025 penulis menyusun skripsi dengan judul "Analisis Status Mutu Air Sungai Way Besai Lampung Utara Berdasarkan Indeks Kualitas Air (IKA)".

MOTTO

“Setetes kringat yang orang tuaku keluarkan, ada seribu langkah caraku untuk maju berjuang”

(Penulis)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya..”

(Q.S Al Baqarah: 286)

“Orang lain tidak pernah tahu rasanya sebelum mereka merasakan sendiri”

(Penulis)

“Keberhasilan bukanlah milik orang pintar, keberhasilan adalah milik mereka yang senantiasa berusaha”

(BJ Habibie)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Atas izin Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah Nya serta rasa syukur yang luar biasa.

Ku persembahkan karya sederhana ku ini sebagai wujud cinta, bakti, dan sayang ku kepada:

Mamah ku dan Ayah ku

Mamaku Eka Yusda wanita cantik kuat dan sabar serta penuh kasih sayang terimakasih telah hadir dihidupku

Ayahku Mondala lelaki tampan hebat dan bertanggung jawab serta penuh kasih sayang terimakasih telah hadir dihidupku

Semua keberuntunganku dan pencapaian ku berasal dari kalian terimakasih atas segala pengorbanan yang telah kalian berikan kepadaku

Kakak dan Adiku

Monica Andreani S.Pd dan M. Bintang ramadhan terimakasih atas segalanya, semoga Allah SWT memudahkan segala hal dan cita cita kalian

Sabahat dan temanku terimakasih telah hadir dihidupku, menemani ku diberbagai waktu yang panjang ini

Kepada orang orang yang telah membantu dan mendukung selama ini, terimakasih telah hadir dihidupku

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. sehingga penulis memiliki kesehatan, kesempatan, kemudahan, kekuatan dan kesabaran dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **Analisis Status Mutu Air Sungai Way Besai Lampung Utara Berdasarkan Indeks Kualitas Air (IKA)**” yang menjadi syarat kelulusan dalam menyelesaikan kuliah dan memperoleh gelar sarjana di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Selama proses penyusunan skripsi, penulis mendapatkan bantuan motivasi, dukungan, kekuatan, bimbingan, saran dan kritik dari berbagai pihak kepada penulis. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Superheroku, ayahanda Mondala S.Sos., yang sangat tegas, disiplin, terimakasih atas segala pengorbanan tulus yang telah diberikan kepada penulis, terimakasih sudah memberikan motivasi dan saran sarannya kepada penulis untuk menyelesaikan pendidikan yang sedang ditempuh oleh penulis, i love you dad.
2. Pintu surgaku Ibu Eka Yusda S.E., yang sangat sabar, dan tiada hentinya memberikan do'a kepada penulis, terimakasih sudah memberikan pengorbanan, masukan, saran, dukungan dan kasih sayang kepada penulis, i love you mom. Serta kakak dan adik yang selalu mendoakan dan memberikan masukan terbaiknya, memberi motivasi, memberi semangat dan memberi kasih sayang kepada penulis untuk mencapai suatu keberhasilan.

3. Bapak Prof. Drs. Tugiyono, M.Si., Ph. D. selaku dosen pembimbing 1 penelitian dalam memberikan bimbingan, arahan, dukungan, motivasi, saran dan nasihat kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
4. Bapak Ir. Salman Farisi selaku dosen pembimbing 2 penelitian dalam memberikan bimbingan, saran, motivasi dan dukungan yang selalu diberikan selama penulis mengerjakan skripsi sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. G. Nugroho Susanto, M. Sc. selaku pembahas penelitian yang telah memberikan kritik, saran dan dukungan kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Ibu Dzul Fitria Mumtazah, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran dan arahan kepada penulis.
7. Bapak Dr. Jani Master S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Ibu Dr. Kusuma Handayani, S.Si., M.Si. selaku Kepala Program Studi S1-Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pegetahuan Alam Universitas Lampung.
9. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung atas segala ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan sarjana. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan bapak dan ibu aamiin.
10. Seluruh staff administrasi dan karyawan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
11. Nabila Farahdhia dan Alip print terimakasih telah membatu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, terimakasih telah memberikan motivasi, semangat dan arahan serta doa kepada penulis.

12. Mona Berliana Alicia selaku penulis, terimakasih sudah bertahan sampai detik ini, terimakasih sudah bangkit dari segala keterpurukan yang telah dialami, terimakasih karena telah berjuang dan berusaha sampai saat ini, terimakasih karena telah berusaha menyelesaikan skripsi ini, terimakasih telah mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan yang dialami dan tidak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun selama proses mengerjakan skripsi ini, ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.
13. Nabira dan Sabrina Angelica selaku sahabat penulis dari bangku sekolah hingga saat ini, terimakasih sudah memberikan semangat dan sudah hadir didalam kehidupan penulis, tanpa adanya kalian kehidupan SMA penulis kurang berwarna.
14. Nur Azizah dan Anya Khalisza selaku teman seperjuangan selama menjadi mahasiswi terimakasih telah hadir dihidup penulis, terimakasih telah menjadi teman yang baik, terimakasih selalu ada disetiap penulis susah dan senang, terimakasih telah memberikan saran, motivasi, kritik kepada penulis tanpa adanya kalian kehidupan kuliah penulis sangat kurang berwarna, semoga kalian sehat selalu.
15. Almamaterku tercinta serta semua pihak yang telah berkontribusi dalam hidup penulis yang tidak bisa penulis tuliskan satu persatu, terimakasih telah memberikan dukungan yang besar kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis memohon maaf kepada semua pihak apabila skripsi ini masih terdapat kesalahan dan kurang dari kesempurnaan. Penulis berharap semoga skripsi ini berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandarlampung, 10 Februari 2024

Penulis,

Mona Berliana Alicia

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
SANWACANA	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
1.4. Kerangka Pikir.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Kualitas Air	6
2.2. Pencemaran Air	7
2.3. Indeks Pencemaran.....	9
2.4. Indeks Kualitas Air.....	10
2.4.1. Derajat Keasaman (pH)	10
2.4.2. Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	11
2.4.3. Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	11
2.4.4. Oksigen Terlarut (DO)	12
2.4.5. Padatan Teruspensi Total (TTS).....	13
2.4.6. Total Fosfat (T-Phosphat).....	14
2.4.7. Nitrat.....	15

2.4.8. <i>Coliform</i>	15
III. METODE PENELITIAN	17
3.1. Waktu dan Tempat.....	17
3.2. Alat dan Bahan.....	17
3.3. Metode Penelitian	19
3.3.1. Parameter Fisika.....	19
3.3.2. Parameter Kimia.....	19
3.3.3. Parameter Biologi.....	21
3.3.4. Analisis	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1. Hasil Penelitian	26
4.1.1. Status Mutu Kualitas Air Sungai Way Besai	27
4.1.2. Hasil Analisis Indeks Pencemaran (IP).....	29
4.1.3. Perhitungan Indeks Kualitas Air (IKA) Sungai Way Besai.....	30
4.2. Pembahasan	31
4.2.1. Status Mutu Kualitas Air Sungai Way Besai	31
4.2.2. Status Mutu Air Sungai Way Besai Parameter Fisika	32
4.2.3. Status Mutu Air Sungai Way Besai Parameter Kimia	33
4.2.4. Status Mutu Air Sungai Way Besai Parameter Biologi	38
4.3. Indeks Pencemar	40
4.4. Indeks Kualitas Air	40
V. KESIMPULAN	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Analisis Kualitas Air Sungai Way Besai.....	26
Tabel 2. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Sungai Way Besai	30
Tabel 3. Hasil Perhitungan IKA Sungai Way Besai	31
Tabel 4. Hasil Indeks Pencemaran Pada Stasiun 1 Sungai Way Besai.....	47
Tabel 5. Hasil Indeks Pencemaran Pada Stasiun 2 Sungai Way Besai.....	48
Tabel 6. Hasil Indeks Pencemaran Pada Stasiun 3 Sungai Way Besai.....	49
Tabel 7. Hasil Indeks Pencemaran Pada Stasiun 4 Sungai Way Besai.....	51
Tabel 8. Hasil Indeks Pencemaran Pada Stasiun 5 Sungai Way Besai.....	52
Tabel 9. Hasil Indeks Pencemaran Pada Stasiun 6 Sungai Way Besai.....	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Sungai Way Besai	18
Gambar 2. Hulu Sungai Way Besai Lampung Utara	27
Gambar 3. Pengukuran Sampel DO dan pH.....	27

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber utama bagi kehidupan setiap makhluk hidup. Setiap makhluk hidup dapat memperoleh air dari berbagai sumber, salah satunya air sungai. Air sungai merupakan salah satu komponen penting bagi ekosistem serta kehidupan manusia. Sungai menjadi sumber utama air tawar yang dapat digunakan untuk berbagai jenis kebutuhan, seperti kebutuhan rumah tangga, pertanian, industri, flora dan fauna. Maka dari itu kondisi air sungai harus terjaga. Air sungai harus terbebas dari pencemaran. Beragam aktifitas masyarakat yang terdapat di sekitar aliran sungai mengakibatkan sungai tercemar akibat limbah yang dibuang secara langsung ke badan air. Hal ini sesuai dengan Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) di tahun 2017 bahwa status mutu air sungai berada dalam kategori cemar ringan hingga cemar sedang bahkan ada yang berat (Naillah dkk., 2021).

Kualitas dari suatu perairan dapat tercemar akibat dari penambahan penduduk, pertumbuhan industri, perkembangan ekonomi dan peningkatan standar hidup menyebabkan penurunan kualitas air sungai itu sendiri. Penurunan kualitas air sungai ditandai dengan kualitas air yang mengalir pada aliran sungai tersebut menjadi tercemar. Kualitas air sungai menjadi salah satu peran yang penting bagi organisme sekitar sungai. Namun, seiring berjalannya waktu perkembangan dan aktivitas manusia, sungai sering kali menghadapi berbagai ancaman, seperti pencemaran, perubahan iklim, dan eksploitasi

berlebihan. Oleh karena itu pengelola dan pelestarian sungai harus dijaga kelestariannya (Hamidi dkk., 2017).

Sungai Way Besai merupakan sungai dengan alirannya yang berada di sekitar pemukiman dan hutan. Sungai Way Besai mempunyai peranan penting dalam penyediaan sumber daya air ke wilayah sekitarnya, sehingga perlu dipertahankan fungsinya (Maryanto dkk., 2014). Sungai Way Besai mengalir di kawasan yang kaya akan keanekaragaman hayati, dengan vegetasi tropis yang melimpah, dan menjadi bagian dari ekosistem yang sangat vital bagi keseimbangan alam di kawasan tersebut. Selain fungsi ekonomisnya, sungai ini juga memberikan kontribusi ekologis dengan mendukung keberadaan berbagai flora dan fauna lokal.

Menurut Wahyuni (2021). air merupakan suatu kebutuhan utama pada makhluk hidup yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari, air sungai berperan sebagai sumber air bersih yang digunakan untuk minum, memasak, mandi, serta kebutuhan domestik lainnya. Di sektor pertanian, air sungai digunakan untuk irigasi, membantu mengairi lahan pertanian dan mendukung produksi pangan. Tanpa air sungai yang cukup dan berkualitas baik, ketahanan pangan suatu wilayah dapat terancam. Namun, kebutuhan manusia akan air sungai juga membawa tantangan besar, terutama dalam hal keberlanjutan dan pelestarian lingkungan. Pencemaran air akibat limbah domestik, industri, dan limbah pertanian sering kali mengancam kualitas air sungai.

Pencemaran air sungai adalah masalah lingkungan yang serius dan memiliki dampak luas terhadap ekosistem, kesehatan manusia, serta keberlanjutan sumber daya air. Pencemaran ini terjadi ketika bahan-bahan berbahaya atau polutan masuk ke dalam aliran sungai, sehingga menurunkan kualitas air dan mengganggu keseimbangan ekosistem sungai. Pencemaran sungai sering kali disebabkan oleh pembuangan limbah yang tidak terkelola dengan baik, yang umumnya dibagi menjadi

dua kategori utama: limbah organik dan limbah non-organik. Kedua jenis limbah ini memiliki karakteristik dan dampak yang berbeda terhadap ekosistem sungai dan kualitas air. Limbah organik berasal dari makhluk hidup seperti sisa makanan, kotoran (tinja), sisa tanaman dan limbah pertanian. Sedangkan limbah anorgnaik berasal dari bahan bahan yang tidak mudah terurai seperti plastik, logam berat, detergen, pestisida, dan bahan kimia lainnya (Indriyani dkk., 2024).

Setelah timbulnya masalah masalah pada air sungai maka, air sungai harus memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan agar dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu cara untuk mengetahui tingkat pencemaran kualitas air sungai adalah melalui Indeks Kualitas Air (IKA), yang memberikan gambaran kuantitatif tentang status mutu air berdasarkan parameter-parameter tertentu.

Indeks Kualitas Air mengintegrasikan berbagai parameter fisik, kimia, dan biologi air seperti kadar oksigen terlarut Derajat Keasaman (pH), *Dissolved Oxygen* (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), Nitrat, Fosfat, pendataan Teruspensi Total (TSS), dan total *Coliform*. Pemantauan kualitas air sungai Way Besai melalui indeks ini sangat penting untuk mengidentifikasi perubahan kualitas yang dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia, seperti pembuangan limbah domestik, pertanian, dan industri, serta faktor alamiah seperti curah hujan dan erosi. Status mutu air sungai tidak hanya mencerminkan kondisi lingkungan perairan saat ini, tetapi juga memberikan acuan untuk perencanaan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan. Dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui evaluasi kualitas lingkungan mengenai pengaruh pencemaran terhadap ekosistem sungai dan pengelolaan yang baik terhadap kualitas air sungai melalui pemantauan Indeks Kualitas Air (IKA) dapat membantu melalui tingkat polusi, menjaga keberlanjutan ekosistem akuatik, serta mendukung kebijakan-kebijakan

lingkungan yang proaktif. Dengan demikian, evaluasi kualitas lingkungan menjadi kunci dalam pengelolaan air sungai. Pentingnya penilaian mutu air sungai melalui indeks kualitas air menjadi krusial dalam mendukung pembangunan berkelanjutan dan kesehatan lingkungan secara keseluruhan sungai Way Besai.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status mutu kualitas air yang terdapat di sungai Way Besai Lampung Utara berdasarkan Indeks Kualitas Air.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kualitas air pada sungai Way Besai Lampung Utara serta tingkat pencemaran sesuai dengan baku mutu yang ada.

1.4 Kerangka Pikir

Air merupakan sumber utama kehidupan alam khususnya untuk makhluk hidup, salah satunya untuk kehidupan sehari-hari manusia. Sumber air bisa berasal dari mana saja, salah satunya air sungai. Dengan memanfaatkan air sungai, maka kebutuhan air pada makhluk hidup akan terpenuhi. Penurunan kualitas air akan berdampak buruk bagi ekosistem sekitar. Kualitas air sungai merupakan salah satu indikator yang penting dalam menentukan kesehatan lingkungan masyarakat sekitarnya. Oleh karena itu, kita perlu memperhatikan kualitas air dengan parameter fisik, kimia, dan biologi. Air sungai Way Besai berperan sebagai sumber air minum, irigasi pertanian dan aktivitas manusia. Pencemaran air sungai dapat terjadi akibat masuknya berbagai polutan seperti limbah industri yang mengandung bahan kimia berbahaya, limbah domestik yang membawa bakteri dan patogen, limbah pertanian yang mengandung pestisida dan limbah

rumah tangga. Maka, dalam upaya mengatasi pencemaran air sungai, perlu dilakukan penelitian terhadap air sungai Way Besai untuk mengetahui kualitas air sungai way Besai.

Air sungai merupakan salah satu sumber air yang digunakan oleh manusia untuk berbagai kebutuhan, seperti minum, memasak, mandi, serta untuk kegiatan pertanian dan industri. Namun, kualitas air sungai sangat dipengaruhi oleh keberadaan mikroorganisme, khususnya bakteri, yang bisa berdampak signifikan terhadap kesehatan manusia. Salah satu parameter biologi yang penting dalam menilai kualitas air adalah tingkat kontaminasi bakteri, dampak dari air sungai yang tercemar dapat menyebabkan penyakit seperti diare apabila sungai tercemar bakteri *Coliform*. Maka dilakukannya penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai Indeks Kualitas Air (IKA) disungai Way Besai Lampung Utara. Dilakukannya analisis status mutu kualitas air bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat terkait kualitas air sungai Way Besai sehingga masyarakat dapat mengetahui kualitas air sungai dan mengetahui dampak pencemaran air yang ada, agar kedepannya masyarakat dapat menjaga ekosistem serta kualitas air sungai way Besai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Air

Air merupakan salah satu sumber kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Air sungai amat berharga bagi kehidupan manusia, sebagai sumber air minum, keperluan domestik, dan bahkan untuk transportasi. Sungai adalah ekosistem perairan yang rawan akan pencemaran.

Menurut Nursaini dan Harahap (2022), kualitas air didefinisikan sebagai kondisi fisik, kimia, dan biologis air yang berpengaruh pada organisme hidup di dalamnya serta pada manusia yang memanfaatkannya.

Parameter kualitas air meliputi suhu, pH, konsentrasi zat terlarut (seperti oksigen, nitrat, fosfat), *Dissolved Oxygen* (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), serta keberadaan mikroorganisme seperti bakteri patogen *Coliform* dan *Escherichia coli*.

Kualitas air yang baik memiliki karakteristik yang sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh badan pengawas lingkungan, seperti WHO (*World Health Organization*) atau EPA (*Environmental Protection Agency*) di Amerika Serikat. WHO lebih fokus pada dampak kesehatan global dan memberikan pedoman fleksibel. WHO menetapkan pedoman kualitas air yang digunakan secara global, terutama untuk air minum. Standar ini lebih berfokus pada kesehatan manusia dan keberlanjutan lingkungan. EPA memiliki regulasi yang lebih spesifik untuk AS, dengan standar yang lebih ketat terkait pencemaran industri dan ekosistem. Standar ini berbeda untuk berbagai penggunaan, seperti air minum, rekreasi, atau habitat akuatik. Menurut Suryani (2016) kebutuhan manusia akan air sangat kompleks, anatara lain untuk minum, masak, mandi, mencuci dan

sebagainya. Air sungai mengalir dari hulu ke hilir dengan membawa sisa aktivitas disekitarnya. Semakin tinggi aktivitas domestik dan industri di sepanjang sungai, maka akan semakin signifikan terjadi perubahan kualitas air.

Kualitas air sungai dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti limbah industri, limbah rumah tangga, limbah pertanian, serta aktivitas manusia lainnya yang tidak memperhatikan dampak terhadap lingkungan. Polusi air sungai dapat mengakibatkan perubahan dalam sifat fisik, kimia, dan biologis air yang pada akhirnya berpengaruh negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Kualitas air yang buruk dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti penyakit yang ditularkan melalui air, hilangnya keanekaragaman hayati, dan terganggunya keseimbangan ekosistem perairan. Kegiatan masyarakat yang menghasilkan buangan air limbah domestik yang membuang air limbahnya ke sungai akan berpengaruh terhadap kualitas air. Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan upaya pengendalian pencemaran air, yaitu dengan upaya memelihara fungsi sehingga kualitas air memenuhi baku mutu (Pohan dkk., 2016).

Baku mutu air sungai di Indonesia saat ini adalah Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kemudian untuk standar air minum berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. Kepmenkes No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air yang baik harus memenuhi persyaratan secara fisika, kimia dan bakteriologis. Air tersebut dimanfaatkan guna memenuhi kebutuhan sehari-hari dan kandungannya sesuai dengan standar kesehatan air bersih pada peraturan yang telah ditetapkan.

2.2 Pencemaran Air Sungai

Pencemaran air merupakan salah satu permasalahan lingkungan utama yang dihadapi di seluruh dunia. Air yang tercemar mengandung zat-zat berbahaya, seperti bahan kimia, logam berat, mikroorganisme patogen,

serta limbah organik dan anorganik, yang dapat membahayakan kehidupan manusia, hewan, tumbuhan, serta ekosistem perairan secara keseluruhan. Sumber pencemaran air dapat berasal dari aktivitas industri, pertanian, limbah domestik, serta pembuangan limbah tanpa pengolahan yang tepat. Untuk mengukur dan memantau kualitas air, dapat menggunakan metode Indeks Kualitas Air. Metode ini adalah alat evaluasi yang menggabungkan berbagai parameter kualitas air menjadi satu nilai indeks komposit, yang memberikan gambaran umum tentang status kualitas air di suatu wilayah (Nursaini dan Harahap, 2022).

Sumber utama cemaran air sungai antara lain adalah limbah domestik seperti, sampah rumah tangga dan limbah organik, limbah industri seperti bahan kimia beracun dan logam berat, serta *run-off* dari aktivitas pertanian yang membawa pupuk dan pestisida ke aliran sungai. Limbah ini dapat menurunkan kualitas air dan membahayakan organisme yang hidup di dalamnya. Selain itu, cemaran bakteri dan mikroorganisme patogen juga sering ditemukan di sungai yang tercemar, yang dapat menimbulkan berbagai penyakit pada manusia yang menggunakan air tersebut. Salah satu sumber air yang sangat tercemar saat ini yaitu sungai. Sungai yang ada di Indonesia kebanyakan tidak sehat padahal fungsi sungai bagi manusia sangat banyak. Tidak hanya itu saja namun fungsi sungai juga banyak sekali bagi ekosistem yang ada di sungai tersebut (Pratiwi, 2021).

Menurut PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, sumber pencemar pada sungai terdiri atas sektor industri, domestik, pertambangan, minyak dan gas bumi, pertanian dan perkebunan, perikanan, peternakan, dan sektor lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan peraturan perundang-undangan.

Penggunaan indeks kualitas air dapat mempermudah penentuan kualitas air sungai serta mempermudah juga dalam pemberian informasi kepada

pihak yang membutuhkan. Metode indeks ini memberikan informasi yang mudah dipahami oleh masyarakat dan pembuat kebijakan. Selain itu, pendekatan ini mempermudah pemantauan dan pengelolaan kualitas air secara lebih efektif, serta mendukung kebijakan lingkungan dalam mengatasi pencemaran air sungai secara berkelanjutan (Sari dan Wijaya, 2019).

2.3 Indeks Pencemaran

Menurut Permen LHK No. 27 Tahun 2021 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air menyatakan bahwa Mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Indeks ini dinyatakan sebagai Indeks Pencemaran (*Pollution Index*) yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Indeks ini memiliki konsep yang berlainan dengan Indeks Kualitas Air (*Water Quality Index*). Indeks Pencemaran (IP) ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai.

Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemaran (IP) ini dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. IP mencakup berbagai kelompok parameter kualitas yang independent dan bermakna.

Evaluasi terhadap nilai adalah :

$0 \leq IP_j \leq 1,0$	: Memenuhi baku mutu (kondisi baik)
$1,0 < IP_j \leq 5,0$	: Cemar ringan
$5,0 < IP_j \leq 10$	: Cemar sedang
$IP_j > 10$	: Cemar berat

2.4 Indeks Kualitas Air (IKA)

Indeks Kualitas Air (IKA) menunjukkan kondisi kualitas air di suatu wilayah berdasarkan status mutu air hasil dari pengukuran parameter fisika, kimia dan biologi suatu perairan baik sungai maupun danau. Penentuan IKA berdasarkan hasil dari perhitungan IP dan penentuan terhadap status mutu air. Proses transformasi dari Indeks Pencemaran (IP) menjadi Indeks Kualitas Air (IKA) dilakukan dengan mengalikan bobot nilai indeks dengan persentase status mutu air. Parameter kualitas air sebagai berikut:

2.4.1 Derajat Keasaman (pH)

pH adalah derajat keasaman yang digunakan dalam menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki pada suatu larutan. Nilai derajat keasaman atau pH yang meningkat dipengaruhi oleh limbah organik maupun anorganik yang di buang ke air sungai. Air sungai dengan nilai pH sekitar 6,5 – 7,5 adalah air normal yang memenuhi syarat. pH merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi kelarutan logam berat pada perairan. Kadar pH yang rendah akan mengakibatkan kelarutan yang tinggi pada logam berat. Parameter pH memiliki pengaruh yang besar terhadap biota perairan (Budiastuti dkk., 2016).

Menurut Leonard dan Hasanuddin (2023) pH adalah logaritma negatif dari konsentrasi ion-ion hidrogen yang terlepas di dalam suatu cairan dan merupakan indikator baik buruknya suatu perairan. Derajat keasaman digolongkan sebagai salah satu parameter terpenting pengukuran kualitas air. Perairan dianggap asam jika pH di bawah 7,0 sedangkan jika pH-nya bersifat basa lebih tinggi dari 7,0 pH perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk gas atmosfer seperti karbon dioksida yang dapat larut dan membentuk asam karbonat, bahan organik yang membusuk,

aktivitas biologis misalnya, fotosintesis dan respirasi, serta dapat juga dipengaruhi oleh pencemaran dari aktivitas manusia.

Perubahan pH yang ekstrem dapat mengganggu ekosistem perairan, karena banyak organisme air, seperti ikan, plankton, dan tumbuhan air, sangat bergantung pada rentang pH tertentu untuk bertahan hidup.

2.4.2 Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)

BOD merupakan salah satu parameter yang dapat dijadikan tolak ukur beban pencemaran suatu perairan. BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. BOD (*Biological oxygen demand*) sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *coliform* dan *Escherichia coli*, dimana nilai BOD meningkat maka pertumbuhan *coliform* akan meningkat (Royani dkk., 2021).

Menurut Andika *et al* (2020) BOD digunakan sebagai indikator kualitas air yang sangat penting, terutama untuk memantau pengolahan limbah. Air dengan nilai BOD tinggi menunjukkan adanya banyak bahan organik yang membutuhkan oksigen untuk proses dekomposisi, yang dapat mengakibatkan kekurangan oksigen di lingkungan perairan. Hal ini berbahaya karena dapat menyebabkan kondisi hipoksia, di mana kadar oksigen terlarut menurun, mengancam kehidupan ikan dan organisme lainnya.

2.4.3 Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik didalam air.

Parameter COD merupakan parameter kunci untuk mendeteksi tingkat pencemaran air. Semakin tinggi nilai COD maka semakin jelek kualitas air. COD juga dipengaruhi oleh peningkatan suhu, dimana saat kondisi tersebut terjadi peningkatan enzim dan kecepatan proses metabolisme, peningkatan dekomposisi bahan organik sehingga mengakibatkan penurunan konsentrasi oksigen didalam air (Riyandini, 2020).

Menurut Natsir *et al* (2021) metode pengukuran COD biasanya melibatkan penggunaan oksidator kuat seperti kalium dikromat yang bereaksi dengan bahan organik di dalam sampel air. Nilai COD yang tinggi menunjukkan tingkat pencemaran organik yang tinggi di dalam air, yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Parameter ini mengukur secara keseluruhan oksidasi bahan organik dan beberapa senyawa anorganik yang tidak dapat diuraikan secara biologis.

2.4.4 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen Terlarut (DO) adalah salah satu parameter penting dalam pengukuran kualitas air, yang mencerminkan jumlah oksigen bebas yang tersedia dalam air untuk mendukung kehidupan organisme akuatik. Oksigen terlarut dalam air (DO) merupakan salah satu parameter penting yang mencerminkan status kualitas air sungai. Konsentrasi DO merupakan hasil interaksi dari beberapa proses seperti rearsasi atmosfer, fotosintesis, oksidasi, respirasi tanaman akuatik, dan sebagainya. Oksidasi pencemar organik oleh mikroorganisme menyebabkan DO sungai menurun. Pada kondisi alamiah, sungai juga mengalami proses penambahan oksigen karena terjadi pertukaran oksigen dari atmosfer ke badan air (Wahyuningsih dkk., 2020).

Menurut Suhendar (2020) menyatakan bahwa oksigen terlarut

(*Dissolved Oxygen*) memegang peran penting untuk mengetahui kualitas suatu perairan. Fungsi oksigen terlarut adalah untuk mengoksidasi bahan organik. Oksigen dalam air dimanfaatkan oleh organisme perairan untuk menguraikan zat organik menjadi an-organik oleh mikro organisme. Dalam perairan oksigen berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan kimia menjadi senyawa yang lebih sederhana sebagai nutrisi yang sangat dibutuhkan organisme perairan.

2.4.5 Padatan Tersuspensi Total (TSS)

Padatan Tersuspensi Total (TSS) adalah salah satu parameter penting dalam pengukuran kualitas air yang mencerminkan jumlah partikel padat yang tersuspensi dalam air. *Total Suspended Solids* (TSS) menjadi kunci penting dalam menganalisis dampaknya terhadap kualitas air sungai. TSS mencakup berbagai partikel padat yang terlarut dalam limbah cair, seperti tanah, serat, dan bahan-bahan organik lainnya. TSS merupakan indikator yang sangat berguna dalam mengidentifikasi tingkat sedimentasi dan polusi di badan air. Tingkat TSS yang tinggi sering kali dikaitkan dengan peningkatan erosi tanah, aktivitas konstruksi, pembuangan limbah industri, dan limpasan dari lahan pertanian (Hermansyah dkk., 2024).

Menurut Kifly *et al.*, (2021) padatan tersuspensi merupakan salah satu penyebab turunnya kualitas air pada suatu perairan, sehingga berpengaruh terhadap transformasi kualitas air. Kehadiran padatan tersuspensi sering kali disebabkan oleh erosi tanah, limbah industri, serta aktivitas manusia seperti pembangunan. Padatan tersuspensi dapat memengaruhi kejernihan air, mengurangi penetrasi cahaya, dan memengaruhi fotosintesis organisme air. Selain itu, tingginya kadar padatan tersuspensi

dapat menjadi media bagi polutan lain seperti logam berat dan mikroorganisme patogen.

2.4.6 Total Fosfat (T- Phosphat)

Total fosfat adalah salah satu parameter penting dalam pengukuran kualitas air yang mengacu pada jumlah total fosfat dalam bentuk terlarut dan partikel yang ada di dalam air. Kadar fosfat yang tinggi di dalam badan sungai dapat dijadikan sebagai faktor penentu kualitas air sungai itu sendiri. Fosfat banyak terdapat di perairan dalam bentuk anorganik dan organik sebagai larutan, debu dan tubuh organism. Fosfat anorganik berasal dari detergen, alat pembersih untuk keperluan rumah tangga atau industri dan pupuk pertanian. Sedangkan fosfat organik berasal dari makanan dan buangan rumah tangga. Keberadaan fosfat dalam air yang melebihi batas baku mutu dapat mengganggu ekosistem perairan dan makhluk hidup lainnya. Konsentrasi fosfat yang berlebihan dalam air menyebabkan beberapa masalah lingkungan dan industri (Noviarni dkk., 2023).

Parameter kimia pencemaran air salah satunya adalah tingginya kadar fosfat di dalam air. Fosfat merupakan salah satu bentuk sumber cemaran kimia yang Sebagian besar berasal dari limbah cucian sabun atau deterjen. Fosfat banyak terdapat di perairan dalam bentuk anorganik dan organik sebagai larutan, debu dan tubuh organisme. Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organis. Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi atau terikat di dalam sel organisme dalam air. Kandungan fosfat dalam perairan dapat dianalisis dengan menggunakan peralatan spektrofotometer UV-Vis (Listantia, 2020).

2.4.7 Nitrat

Nitrat (NO_3) merupakan bentuk nitrogen utama di perairan alami. Nitrat berasal dari ammonium yang masuk ke perairan melalui limbah. Kadar nitrat dapat menurun karena aktifitas mikroorganisme dalam air. Mikroorganisme akan mengoksidasi ammonium menjadi nitrit dan oleh bakteri akan berubah menjadi nitrat. Proses oksidasi tersebut akan menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut semakin berkurang. Sumber utama zat hara nitrat berasal dari perairan itu sendiri yaitu melalui proses-proses penguraian, pelapukan ataupun dekomposisi tumbuh-tumbuhan dan sisa organisme mati (Arnanda, 2023).

Menurut Ngibad (2019) Nitrat merupakan senyawa yang larut dalam air, senyawa ini berbentuk stabil dari nitrogen, kehadiran nitrat di sungai disebabkan oleh amonia, yang dapat berasal dari alam itu sendiri atau limbah dari manusia, kelebihan nitrat dapat menyebabkan kurang oksigen, populasi ikan berkurang, bau tidak sedap dan air yang buruk.

2.4.8 *Coliform*

Coliform adalah kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator penting dalam penilaian kualitas air, khususnya untuk menentukan kemungkinan adanya kontaminasi patogenik. *Coliform* merupakan bakteri yang secara alami ditemukan di lingkungan, seperti tanah, vegetasi, dan sistem pencernaan hewan, termasuk manusia. Sebagai indikator kualitas air, *Coliform* digunakan untuk menilai apakah air tersebut terkontaminasi oleh limbah organik yang dapat mengandung patogen berbahaya. Pencemaran air dapat menjadi faktor munculnya penyakit yang ditularkan melalui air, seperti diare, tifoid dan leptospirosis.

Air sungai yang tercemar parameter biologi, seperti fecal *Coliform* dari kegiatan limbah domestik rumah tangga dapat menyebabkan diare. Cemaran total *Coliform* terjadi karena adanya bakteri seperti *Eschericia coli* (Salsabila dkk., 2023).

Kehadiran bakteri *coliform* di air sungai tidak selalu berarti bahwa air tersebut terkontaminasi oleh patogen berbahaya, namun jika ditemukan dalam jumlah besar, ini menunjukkan potensi adanya kontaminasi limbah tinja yang dapat membawa mikroorganisme patogen seperti *E. coli*. Sumber pencemaran ini bisa berasal dari limpasan pertanian, buangan limbah rumah tangga, hingga aktivitas industri. Keterdapatan bakteri pada tubuh perairan menjadi indikator kualitas air permukaan dan kesesuaian air tersebut untuk dimanfaatkan sebagai air minum, rekreasi, irigasi, dan perikanan. Fecal *coliform* akan meningkat pada wilayah sungai perkotaan, hal ini dapat terjadi karena sungai kota sudah banyak tercemar akibat kurangnya kesadaran dari masyarakat. Apabila terlalu banyak mengkonsumsi air *Escherechia coli* apabila dikonsumsi terus-menerus dalam jangka panjang akan berdampak pada timbulnya penyakit seperti radang usus, diare, infeksi pada saluran kemih dan saluran empedu (Arisanty dkk., 2017).

III METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

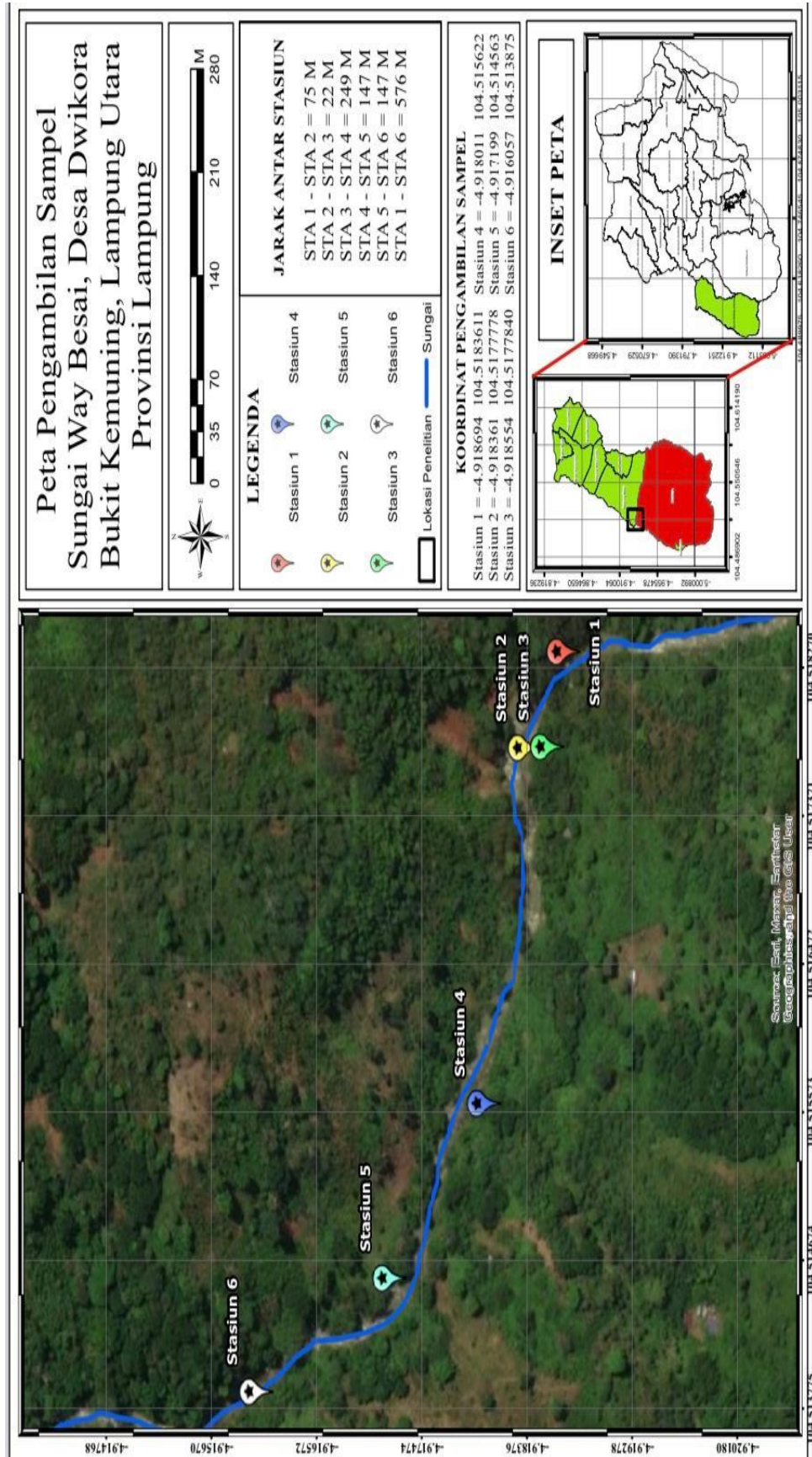
Penelitian dilakukan pada bulan Oktober- November 2024.

Pengambilan sampel dilakukan di Sungai Way Besai, Lampung Utara. Segmen Dwikora Kec. Bukit Kemuning. Pengambilan sampel dilakukan pada 6 lokasi. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 1**.

3.2. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini proses pengambilan sampel air dan pengujian analisis sampel air dilakukan di UPTD Laboratorium Lingkungan Pemerintah Provinsi Lampung.

Pada pengujian mikrobiologi alat yang digunakan adalah sebagai berikut: tabung reaksi, tabung durham, jarum ose, mikropipet, *autoclave*, *hotplate*, cawan petri, bunsen, *laminar air flow*, gelas ukur, *incubator*, pipet volumetri, bulb, alkohol, karet, label, dan bahan yang digunakan adalah media *lactose broth* (LB), media *Brilliant Green Broth*, dan Alkohol 70%.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air Sungai Way Besai

Seperti yang disajikan pada **Gambar 1**. Sampel diambil pada 6 lokasi dengan titik koordinat, yaitu: Titik1,2 dan 3 mewakili Hulu Sungai, sepanjang hulu sungai ini mewakili bukit. Titik 4 mewakili tengah, titik tengah ini mewakili lahan pertanian seperti perkebunan kopi. Titik 5 dan 6 mewakili Hilir sungai, hilir mewakili lahan pertanian kebun kopi.

3.3. Metode Penelitian

Data – data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi pengambilan sampel air dan analisis data di UPTD Laboratorium Lingkungan. Pemerintah Provinsi Lampung. Meliputi metode sebagai berikut:

3.3.1 Parameter Fisika

Parameter fisika yaitu parameter yang dilakukan secara fisik seperti suhu dan Pendataan Teruspensi Total (TSS).

1. Pendataan Tersuspensi Total (TSS)

Dilakukannya uji Padatan Teruspensi Total (TSS) dilakukan untuk menentukan residu teruspensi yang terdapat dalam contoh uji air dalam air limbah secara gravimetric. Cara uji kadar pendataan teruspensi total secara *gravimetric* dengan Sampel Sampel dibawa ke laboratorium dalam 1 x 24 jam untuk diuji total padatan teruspensi, metode ini dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.27-2005.

3.3.2 Parameter Kimia

Parameter kimia yaitu parameter yang digunakan dalam mengukur suatu kualitas perairan seperti DO, COD, dan BOD. Nitrit, Fosfat.

1. pH

Dilakukannya uji pH ini dengan menggunakan alat pH meter. Metode ini meliputi cara uji derajat keasaman (pH) air dengan menggunakan alat pH meter berdasarkan SNI 06-6989.11-2004.

2. DO (*Dissolved Oxygen*)

Dilakukannya uji kadar oksigen terlarut (DO) dengan menggunakan alat DO meter, dan uji oksigen terlarut menggunakan DO meter dengan cara memasukan sensor ke dalam perairan kemudian ditunggu sampai skalanya stabil. Metode ini diambil berdasarkan SNI 06-6989.14- 2004.

3. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Dilakukannya uji BOD untuk menentukan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba aerobik untuk mengoksidasi bahan organik karbon dalam contoh uji air yang tidak mengandung atau yang telah dihilangkan zat-zat toksik dan zat-zat pengganggu lainnya. Pengujian dilakukan di Laboratorium pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari ± 6 jam. Metode ini dilakukan berdasarkan SNI 6989.72:2009.

4. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Dilakukannya uji COD di laboratorium untuk mengetahui pengujian kebutuhan oksigen kimiawi didalam air dengan reduksi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ secara spektrofotometri pada kisaran nilai COD 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 600 nm dan nilai COD lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 420 nm. Cara uji oksigen terlarut secara yodometri (modifikasi azida). Metode ini dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.14-2004.

5. Nitrat

Dilakukannya uji nitrat dilaboratorium untuk mengetahui penentuan kadar nitrat dengan metode spektrofotometer menggunakan metode brusin dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm, metode ini dilakukan berdasarkan SNI 06- 2480-1991.

6. Fosfat

Dilakukan uji fosfat di laboratorium untuk mengetahui penentuan kadar fosfat dengan metode spektrofotometer secara asam askorbat berdasarkan SNI 06-6989.31-2005. Prinsip kerja metode ini adalah pembentukan senyawa kompleks fosfomolibdat yang berwarna biru, selanjutnya direduksi dengan asam askorbat membentuk warna biru kompleks Molybdenum. Intensitas warna yang dihasilkan sebanding dengan konsentrasi fosfor. Warna biru yang timbul diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 700 nm-800 nm.

3.3.3 Parameter biologi

Dilakukan uji parameter biologi yaitu parameter yang berhubungan dengan jasad renik seperti bakteri yang sifatnya patogen dan non patogen yang dapat menimbulkan penyakit jika dikonsumsi. Uji mikrobiologi meliputi uji total kandungan *Coliform* dan *Escherichia coli*. Uji parameter biologi dilakukan di Laboratorium Lingkungan, Pemerintah Provinsi Lampung.

3.3.4. Analisis

Analisis data pada penelitian ini dihitung untuk memperoleh hasil penelitian. Dalam perhitungan indeks kualitas air (IKA), ada beberapa tahap perhitungan menurut PMLHK

No. 27 Tahun 2021, yaitu:

1. Melakukan pemantauan kualitas air sungai
2. Masing-masing titik pemantauan diasumsikan sebagai 1 (satu) data dan akan memiliki status mutu air.
3. Memilih 8 (delapan) parameter meliputi, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen kimiawi (COD), kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD), padatan tersuspensi total (TSS), total fosfat (T-phosphat), nitrat, dan *fecal coli*.
4. Membandingkan konsentrasi parameter yang telah dipilih dengan nilai kriteria mutu air kelas II tercantum dalam lampiran VI Peraturan Pemerintah 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
5. Apabila nilai (C_i/L_{ij}) hasil pengukuran lebih besar dari 1,0 maka digunakan nilai (C_i/L_{ij}) baru
6. Setiap titik akan memiliki Indeks Pencemaran (IP) Air melalui persamaan:

$$IP_j = \frac{\sqrt{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 M + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 R}}{2}$$

Keterangan C_i

- IP_j : Indeks pencemaran bagi peruntukan (j)
 C_i : Konsentrasi parameter kualitas air (i)
 L_{ij} : Konsentrasi parameter kualitas air yang tercantum dalam baku peruntukan air (j)
 $(C_i/L_{ij})M$: Nilai C_i/L_{ij} Maksimum
 $(C_i/L_{ij})R$: Nilai C_i/L_{ij} Rata-rata

7. Menentukan status mutu masing-masing lokasi dengan ketentuan berikut:

1. $0 \leq IP_j \leq 1,0$: Memenuhi baku mutu (kondisi baik)
2. $1,0 < IP_j \leq 5,0$: Tercemar ringan
3. $5,0 \leq IP_j \leq 10$: Tercemar sedang
4. $IP_j > 10$: Tercemar berat

8. Menghitung jumlah masing-masing status mutu (baik, cemar ringan, cemar sedang, dan cemar berat) untuk seluruh lokasi
9. Menghitung persentase dari jumlah masing-masing status mutu dengan jumlah totalnya
10. Mentransformasikan nilai IP menjadi Indeks Kualitas Air (IKA) dilakukan dengan mengalikan bobot nilai indeks dengan persentase pemenuhan baku mutu. Persentase pemenuhan baku mutu didapatkan dari hasil penjumlahan titik sampel yang memenuhi baku mutu terhadap jumlah sampel dalam persen, sedangkan bobot indeks diberikan batasan sebagai berikut:
 - a. Memenuhi baku mutu : 70
 - b. Tercemar ringan : 50
 - c. Tercemar sedang : 30
 - d. Tercemar berat : 10

Data tersebut didapatkan untuk menentukan nilai status mutu air yang didasarkan oleh nilai Indeks Pencemaran (IP).

Analisis kualitas air dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 115 Tahun 2003 Lampiran II tentang penentuan status mutu air, untuk mengetahui tingkat pencemaran sungai dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$L_{pj} = \frac{\sqrt{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 M + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 R}}{2} \quad (1)$$

Keterangan:

- L_{pj} : Indeks pencemaran bagi peruntukan (j)
 C_i : Konsentrasi parameter kualitas air (i)
 L_{ij} : Konsentrasi parameter kualitas air i yang tercantum dalam baku peruntukan air (j)

$(C_i/L_{ij})_m$: Nilai C_i/L_{ij} Maksimum

$(C_i/L_{ij})_r$: Nilai C_i/L_{ij} Rata-rata

Adapun hubungan tingkat ketercemaran dengan kriteria indeks pencemaran berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Penetapan Status Mutu Air sebagai berikut:

1. $0 \leq IP_j \leq 1,0$: Memenuhi baku mutu (kondisi baik)
2. $1,0 < IP_j \leq 5,0$: Tercemar ringan
3. $5,0 < IP_j \leq 10$: Tercemar sedang
4. $IP_j > 10$: Tercemar berat

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003, pedoman perhitungan IP aturan telah dijabarkan.

Adapun langkah pertama adalah menghitung nilai perbandingan antara C_i dengan L_{ij} untuk tiap parameter kualitas air pada setiap lokasi pengambilan sampel.

Selanjutnya menentukan perbandingan antara nilai C_i terhadap L_{ij} baru berdasarkan beberapa kondisi parameter. Ketentuan yang harus dipenuhi yaitu:

1. Apabila konsentrasi parameter yang menurun menyatakan tingkat pencemaran meningkat, misal konsentrasi oksigen terlarut yang menyatakan semakin kecil konsentrasinya maka tingkat pencemaran semakin buruk. Penentuan nilai teoritik atau nilai maksimum untuk *Dissolved Oxygen* (DO) menggunakan nilai DO jenuh.

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}} \right)_{\text{baru}} = \frac{C_{im} - C_i \text{ (hasil pengukuran)}}{C_{ij} - L_{ij}} \cdot 2$$

2. Jika nilai baku L_{ij} memiliki rentang missal untuk parameter pH, Apabila C_i kurang dari L_{ij} rata-rata digunakan persamaan 3 dan jika C_i lebih besar dari L_{ij} rata-rata digunakan persamaan 4

$$\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right) \text{ baru} = C_i - L_{ij} (\text{rata-rata})}{L_{ij} (\text{minimum}) L_{ij} (\text{rata-rata})} \quad (3)$$

$$\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right) \text{ baru} = C_i - L_{ij} (\text{rata-rata})}{L_{ij} (\text{minimum}) L_{ij} (\text{rata-rata})} \quad (4)$$

3. Jika dua nilai perbandingan C_i dengan L_{ij} berdekatan dengan nilai acuan sebesar 1,0, misal angka perbandingan C_1 dengan L_{1j} sebesar 0,9 dan perbandingan C_2 dengan L_{2j} sebesar 1,1 atau perbedaan yang sangat besar, misalnya mencapai 5,0 atau 10,0. Kasus seperti ini menyebabkan tingkat pencemaran badan air sulit ditentukan. Langkah mengatasi masalah tersebut dengan menggunakan penggunaan nilai perbandingan C_i dan L_{ij} berdasarkan hasil pengukuran. Apabila nilai ini lebih kecil dari 1,0 maka menggunakan nilai perbandingan C_i dan L_{ij} baru, jika nilai perbandingan hasil pengukuran lebih besar dari 1,0 dengan menggunakan persamaan 5.

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right) \text{ baru} = 1,0 + 5 \cdot \log \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right) \quad (5)$$

4. Langkah perhitungan selanjutnya menentukan nilai rata-rata dan maksimum dari keseluruhan nilai perbandingan C_i dengan L_{ij} , rata-rata, dan maksimum diakhiri dengan menentukan nilai IP_j dengan persamaan 1.

V KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan kualitas air pada perairan Sungai Way Besai tergolong dalam kondisi tercemar ringan dengan nilai Indeks Kualitas Air (IKA) sebesar 66,6 dengan kategori tercemar sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, B., Wahyuningsih, P., dan Fajri, R. 2020. Penentuan nilai BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah di pusat penelitian kelapa sawit (PPKS) Medan. *Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1) : 14-22.
- Anyanwu, E. D., Okorie, M. C., dan Odo, S. N. 2019. Macroinvertebrates as bioindicators of water quality of effluent-receiving Ossah River, Umuahia, Southeast Nigeria. *Journal of Pure and Applied Sciences*. 31(5) : 9-17.
- Aprilia, D., Arifiani, K. N., Dianti, D., Cahyaningsih, A. P., Kusumaningrum, L., Sarno, S., dan Setyawan, A. D. 2020. Biogeochemical Process In Mangrove ecosystem. *International Journal of Bonorowo Wetlands*. 10(2)
- Arisanty, D., Adyatma, S., dan Huda, N. 2017. Analisis kandungan bakteri fecal coliform pada Sungai Kuin Kota Banjarmasin. *Jurnal Majalah Geografi Indonesia*, 31(2) : 51-60.
- Arnanda, R. 2023. Analisis Kadar Nitrat dalam Air Sungai dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. *Jurnal Kolaboratif Sains*. 6(3) : 181-184.
- Aruan, D. G. R., dan Siahaan, M. A. 2017. Penentuan kadar dissolved oxygen (do) pada air sungai Sidoras di daerah Butar Kecamatan Pagaran Kabupaten Tapanuli Utara. *Jurnal Analis Laboratorium Medik*. 2(1) : 422- 433.
- Atima, W. 2015. BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science And Education*, 4(1) : 83-93.
- Budiastuti, P., Rahadjo, M., dan Dewanti, N. A. Y. 2016. Analisis pencemaran logam berat timbal di badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(5) : 119-118.
- Djoharam, V., Riani, E., dan Yani, M. 2018. Analisis kualitas air dan daya tampung beban pencemaran sungai pesanggrahan di wilayah provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan* *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 8(1) : 127-133.

- Hamidi, R., Furqon, M. T., dan Rahayudi, B. 2017. *Implementasi Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Kualitas Air Sungai. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 1(12) : 1758-1763.
- Handayani, M., Rahayu, D. D., Azizah, F., Ikrila, I., Faradilla, I. T., Nabilah, R., dan Sulistiyorini, D. 2022. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Nitrat Pada Air Sumur Warga Kota Depok. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*. 2(1) : 14-20.
- Hermansyah, M. H., Putri, Y. P., Setiawan, A. A., Eddy, S., Jumingin, J., dan Saputra, W. 2024. Uji Padatan Tersuspensi Total (TSS) Pada Sampel Air Limbah Sawit Secara Gravimetri. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 27-33.
- Inayati, W., dan Farid, A. 2020. Analisis beban masuk nutrien terhadap kelimpahan klorofil-a saat pagi hari di Sungai Bancaran Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*. 1(3) : 406-416.
- Indriyani, A. R., Sudarti, S., dan Yushardi, Y. 2024. Analisis Limbah Pencemaran Air Sungai Di Kota Dan Desa. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 8(1) : 29-35.
- Komarudin M, Hariyadi S, Kurniawan B, 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.
- Leonard, F., dan Hasanuddin, H. 2023. Analisis kesesuaian mutu air pada muara kanal Panampu Kota Makassar. *Jurnal Media Informasi Sains dan Teknologi*, 17(2) : 142-147
- Listantia, N. L. 2020. Analisis Kandungan Fosfat PO_4^{3-} Dalam Air Sungai Secara Spektrofotometri Dengan Metode Biru-Molibdat. *SainsTech Innovation Journal*, 3(1) : 59-65.
- Marlina, N., Hudori, H., dan Hafidh, R. 2017. Pengaruh kekasaran saluran dan suhu air sungai pada parameter kualitas air COD, TSS di Sungai Winongo menggunakan Software Qual2Kw. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 9(2) : 122-133.
- Maryanto, A., Murtiaksano, K., dan Rachman, L. M. 2014. Perencanaan Penggunaan Lahan Dan Pengaruhnya Terhadap Sumberdaya Air Di DAS Way Besai-Lampung. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3(2) : 85-95.
- Naillah, A., Budiarti, L. Y., dan Heriyani, F. 2021. Analisis Kualitas Air Sungai dengan Tinjauan Parameter pH, Suhu, BOD, COD, DO terhadap *Coliform*. *Jurnal Homeostasis*. 4(2) : 487-494.

- Napitupulu, R. T., dan Putra, M. H. S. 2024. Pengaruh Bod, Cod Dan Do Terhadap Lingkungan Dalam Penentuan Kualitas Air Bersih Di Sungai Pesanggrahan. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 5(2) : 79-82.
- Natsir, M. F., Liani, A. A., dan Fahsa, A. D. 2021. Analisis Kualitas BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Domestik (*Grey water*) pada Rumah Tangga di Kabupaten Maros. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(2) : 1-6.
- Ngibad, K. 2019. Analisis Kadar Fosfat Dalam Air Sungai Ngelom Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Jurnal Pijar Mipa*, 14(3), 197-201.
- Noviarni, N., Wijayanti, F., Oktaria, M., dan Miarti, A. 2023. Analisis Kadar Fosfat pada Air Sungai Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*. 6(2), 59-64.
- Nursaini, D., dan Harahap, A. 2022. Kualitas air sungai. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 5(1) : 312-321.
- Pohan, D. A. S., Budiyo, B., dan Syafrudin, S. 2016. Analisis kualitas air sungai guna menentukan peruntukan ditinjau dari aspek lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2) : 63-71.
- Pratiwi, S. S. D. 2021. Analisis dampak sumber air sungai akibat pencemaran pabrik gula dan pabrik pembuatan sosis. *Journal of Research and Education Chemistry*. 3(2) : 122-122.
- Riyandini, V. L. 2020. Pengaruh Aktivitas Masyarakat Terhadap Kualitas Air Sungai Batang Tapakis Kabupaten Padang Pariaman. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 20 (2) : 203 - 208.
- Rizka, R. F., Purnomo, P. W., dan Sabdaningsih, A. 2020. Pengaruh Total Suspended Solid (TSS) terhadap densitas *Zooxanthellae* pada karang *Acropora* sp. dalam skala laboratorium. *Jurnal Pasir Laut*. 4(2) : 95-101.
- Rompas, T. M., Rotinsulu, W. C., dan Polii, J. B. 2018. Analisis kandungan e-coli dan total coliform kualitas air baku dan air bersih pam manado dalam menunjang kota manado yang berwawasan lingkungan. *Jurnal Cocos*. 10 (7).
- Rophi, A. H. (2022). Analisis mutu air secara mikrobiologi pada perlindungan mata air di Kelurahan Sentani Kota Distrik Sentani Kota Kabupaten Jayapura. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(1) : 42-54.
- Royani, S., Fitriana, A. S., Enarga, A. B. P., dan Bagaskara, H. Z. 2021. Kajian COD dan BOD dalam air di lingkungan tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah Kaliori Kabupaten Banyumas. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 13(1), 40-49.

- Salsabila, N. F., Raharjo, M., dan Joko, T. 2023. Indeks Pencemaran Air Sungai dan Persebaran Penyakit yang Ditularkan Air (*Waterborne Diseases*): Suatu Kajian Sistematis. *Journal Environmental Occupational Health and Safety*. 4(1) ; 24-34.
- Saputri, E. T., dan Efendy, M. 2020. Kepadatan bakteri coliform sebagai indikator pencemaran biologis di perairan pesisir sepuluh Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*. 1(2) : 243-249.
- Sholeh, M., Putra, Y. S., dan Adriat, R. 2022. Kajian Parameter Fisis Kualitas Air Berdasarkan Nilai Total Suspended Solid (TSS) di Sungai Belidak Kecamatan Sungai Kakap. *Jurnal Prisma Fisika*. 10(3) : 296-303.
- 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.
- Suryani, A. S. 2016. Persepsi Masyarakat Dalam Pemanfaatan Air Bersih (Studi Kasus Masyarakat Pinggir Sungai Di Palembang). *Jurnal Aspirasi*. 7(1) : 33-48.
- Triawan, G. A. Y., dan Taru, P. 2023. Analisis Kandungan Nitrat Dan Fosfat Di Perairan Tanjung Sembilang Samboja Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Tropical Aquatic Sciences*, 2(1) : 85-91.
- Wahyuni, T., Prihatini, E. S., Muntalim, M., Wajdi, F., Wahyudi, T., dan Laily, D. W. 2021. Analisis Kualitas Air Waduk Palangan di Desa Palangan Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan. *Jurnal Ilmiah Perikanan*. 12(2) : 12-21.
- Wahyuningsih, S., Dharmawan, A., & Imamah, I. Penentuan Koefisien Reaerasi Sungai Bedadung Hilir Metode Perubahan Defisit Oksigen (Studi Kasus di Kecamatan Balung, Jember). *Jurnal Presipitasi Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 17(2), 169-176.