

**PENENTUAN STATUS MUTU AIR SUNGAI WAY KUALA, KOTA
BANDAR LAMPUNG**

SKRIPSI

Oleh

**IVENA PUTRI SHEPTIANE
NPM 2114201030**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**PENENTUAN STATUS MUTU AIR SUNGAI WAY KUALA, KOTA
BANDAR LAMPUNG**

Oleh

IVENA PUTRI SHEPTIANE

Skripsi

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

Pada

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



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PENENTUAN STATUS MUTU AIR SUNGAI WAY KUALA, KOTA BANDAR LAMPUNG

Oleh

IVENA PUTRI SHEPTIANE

Sungai Way Kuala merupakan salah satu sungai yang berada di daerah perkotaan dan dimanfaatkan berbagai aktivitas disekitarnya. Limbah hasil dari aktivitas masyarakat sekitar yang dibuang secara langsung ke sungai akan menyebabkan penurunan kualitas air sungai. Penurunan kualitas air dapat ditunjukkan dengan adanya perubahan terhadap parameter fisika, kimia, dan biologinya. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis kondisi kualitas air dan menentukan status mutu air Sungai Way Kuala, Kota Bandar Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2024-Januari 2025 di Sungai Way Kuala, Kota Bandar Lampung. Pengambilan sampel dilakukan pada 3 stasiun di sepanjang aliran Sungai Way Kuala dengan menggunakan metode survei secara langsung. Parameter suhu, pH, DO, dan arus diukur secara langsung di lapangan, sedangkan parameter TSS, BOD, COD, amonia, MBAS, logam berat Cd dan *fecal coliform* dianalisis di laboratorium. Penentuan status mutu air sungai menggunakan metode STORET, indeks pencemaran (IP), dan *canadian council of ministers of the environment* (CCME WQI). Hasil penelitian menunjukkan dinamika kualitas air Sungai Way Kuala parameter fisika, kimia, dan biologi yang signifikan. Status mutu air Sungai Way Kuala dengan STORET cenderung cemar berat. Status mutu air Sungai Way Kuala dengan IP cenderung cemar ringan. Status mutu air Sungai Way Kuala dengan CCME WQI cenderung kurang. Secara keseluruhan, kondisi kualitas air menunjukkan sebagian besar parameter sudah tidak sesuai baku mutu air sungai dan status mutu air sungai pada seluruh stasiun masuk ke dalam kategori tercemar.

Kata Kunci: CCME WQI, Indeks Pencemaran, Sungai Way Kuala, Status Mutu Air, STORET

ABSTRACT

DETERMINATION OF WATER QUALITY STATUS OF WAY KUALA RIVER, BANDAR LAMPUNG CITY

By

IVENA PUTRI SHEPTIANE

Way Kuala River is one of the rivers located in urban areas and utilized by various activities around it. Waste from the activities of the surrounding community that is discharged directly into the river will cause a decrease in river water quality. A decrease in water quality can be indicated by changes in physical, chemical, and biological parameters. The purpose of this research was to analyze water quality conditions and determine the water quality status of Way Kuala River, Bandar Lampung City. This research was conducted in November 2024-January 2025 in Way Kuala River, Bandar Lampung City. Sampling was conducted at 3 stations along the Way Kuala River using a direct survey method. Temperature, pH, DO, and current parameters were measured directly in the field, while TSS, BOD, COD, ammonia, MBAS, heavy metal Cd and fecal coliform were analyzed in the laboratory. Determination of river water quality status using STORET method, pollution index (IP), and Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME WQI). The results of the study show significant dynamics in the physical, chemical, and biological parameters of the Way Kuala River water quality. The water quality status of the Way Kuala River using STORET tends to be heavily polluted. The water quality status of the Way Kuala River using IP tends to be lightly polluted. The water quality status of the Way Kuala River using CCME WQI tends to be poor. Overall, the water quality conditions indicate that most parameters no longer meet river water quality standards, and the water quality status of the river at all stations falls into the polluted category.

Kata Kunci: *CCME WQI, Pollution Index, STORET, Water Quality Status, Way Kuala River*

Judul skripsi : **PENENTUAN STATUS MUTU AIR SUNGAI
WAY KUALA, KOTA BANDAR LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : Ivena Putri Sheptiane

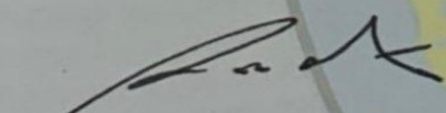
Nomor Pokok Mahasiswa : 2114201030

Program Studi : Sumberdaya Akuatik

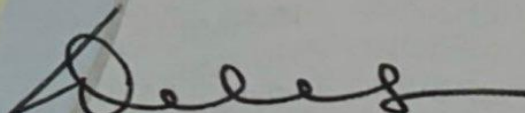
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

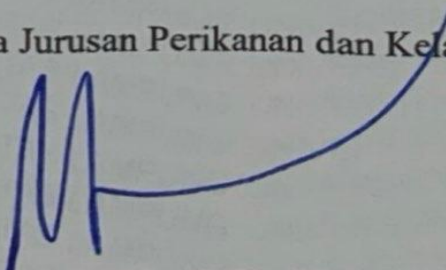


Rara Diantari, S.Pi., M.Sc.
NIP. 197908212003122001



Putu Cinthia Delis, S.Pi., M.Si
NIP. 199011222022032010

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan



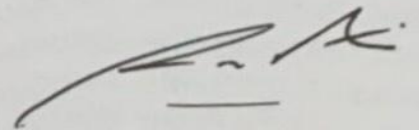
Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

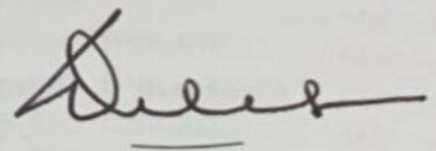
Ketua

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

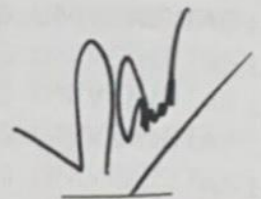


Sekretaris

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



Penguji Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Abdullah Aman Damai, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal lulus ujian skripsi : 13 Juni 2025



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN

Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145 Telp (0721) 704946 Fax (0721) 770347

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi yang berjudul **“Penentuan Status Mutu Air Sungai Way Kuala, Kota Bandar Lampung”** tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur fabrikasi, falsifikasi, plagiat dan konflik kepentingan saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Bandar Lampung, 14 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Ivena Putri Sheptiane
NPM. 2114201030

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Palembang, Provinsi Sumatera Selatan, pada tanggal 22 September 2003 sebagai anak pertama dari pasangan suami istri Bapak Darwinsyah dan Ibu Ani Dewi Prihatini. Penulis menempuh pendidikan formal dari Taman Kanak-kanak Islam Ash – Shibgoh, Tangerang, Banten pada tahun 2008 – 2009, lalu melanjutkan pendidikan dasar di SDN 1 Pamengkang, Kota Cirebon pada tahun 2009 – 2012 dan di SDN 1 Sunyaragi, Kota Cirebon pada tahun 2012 – 2015, dilanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SMPN 2 Sumber, Kabupaten Cirebon pada tahun 2015 – 2018, kemudian lanjut pendidikan menengah atas di SMAN 1 Sumber, Kabupaten Cirebon pada tahun 2018 – 2021.

Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang pendidikan tinggi di Program Studi Sumberdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021. Penulis pernah mengikuti sertifikasi selam pada tahun 2022. Penulis juga pernah menjadi asisten dosen beberapa mata kuliah selama perkuliahan. Penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Blambangan Umpu, Kecamatan Blambangan Umpu, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung selama 40 hari pada bulan Januari-Februari 2024. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Praktik Umum di Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) serang, Banten.

Untuk orang tua tercinta, Bapak Darwinsyah dan teristimewa Ibu Ani Dewi Prihatini yang telah melahirkan, merawat, membimbing, dan melindungi dengan tulus serta penuh keikhlasan, mencurahkan segala kasih sayang dan cintanya, serta yang senantiasa mendoakan yang terbaik dan memberikan semangat dan juga dukungan sepenuh hati.

Untuk seluruh keluarga besar tercinta yang selalu menjadi penyemangat, selalu memberikan dukungan baik moril maupun material. Tak lupa dipersembahkan kepada diri sendiri, terima kasih telah bertahan sejauh ini dan tidak pernah berhenti berusaha dan berdoa untuk menyelesaikan skripsi ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “*Penentuan Status Mutu Air Sungai Way Kuala, Kota Bandar Lampung*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Unila;
2. Munti Sarida, S.Pi. M.Sc. Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan;
3. Rara Diantari, S.Pi., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama;
4. Putu Cinthia Delis, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris;
5. Dr. Ir. Abdullah Aman Damai, M.Si. selaku Penguji Utama;
6. Rachmad Caesario, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Ibu Ani Dewi Prihatini dan Bapak Darwinsyah selaku orang tua.

Bandar Lampung, 13 Juni 2025

Ivena Putri Sheptiane

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xiii
--------------------	------

DAFTAR GAMBAR.....	xiv
--------------------	-----

I. PENDAHULUAN	i
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Peneltian.....	3
1.5 Kerangka Pikir.....	3

II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sungai.....	6
2.2 Sungai Way Kuala.....	10
2.3 Pencemaran Air Sungai	11
2.5 Kualitas air berdasarkan parameter Fisika	14
2.5.1 Suhu	14
2.5.2 Arus	15
2.5.3 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	16
2.6 Kualitas air berdasarkan parameter kimia	16
2.6.1 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	17
2.6.2 Derajat Keasaman (pH).....	18
2.6.3 <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	18
2.6.4 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	19
2.6.5 Amonia.....	20
2.6.6 <i>Methylen Blue Active Surfactant</i> (MBAS).....	20
2.6.7 Logam Berat Kadmium (Cd)	21
2.7 Kualitas air berdasarkan parameter biologi.....	22
2.7.1 <i>Fecal Coliform</i>	22

2.8 STORET	23
2.9 Indeks Pencemaran	24
2.10 Canadian Council of Ministers of The Environment (CCME WQI)	25
III. METODE PENELITIAN	27
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2 Alat dan Bahan	28
3.3 Prosedur Penelitian.....	28
3.3.1 Penentuan Titik Sampling	29
3.3.2 Pengambilan Sampel Air.....	30
3.3.3 Pengukuran Parameter Kualitas Air	31
3.4 Analisis Data	34
3.4.1 Metode STORET	35
3.4.2 Indeks Pencemaran (IP)	36
3.4.3 <i>Canadian Council of Ministers of The Environment (CCME WQI)</i>	38
VI. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	40
4.2 Kondisi Kualitas Air Sungai Way Kuala	42
4.2.1 Parameter Fisika	42
4.2.1.1 Suhu.....	42
4.2.1.2 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	45
4.2.1.3 Arus	47
4.2.2 Parameter Kimia.....	49
4.2.2.1 <i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	49
4.2.2.2 Derajat Keasaman (pH).....	51
4.2.2.3 <i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i>	53
4.2.2.4 <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	55
4.2.2.5 Amonia	58
4.2.2.6 <i>Methylen Blue Active Surfactant (MBAS)</i>	60
4.2.2.7 Logam Berat Kadmium (Cd).....	62
4.2.3 Parameter Biologi.....	63
4.2.3.1 <i>Fecal Coliform</i>	64
4.3 Penentuan Status Mutu Air Sungai Way Kuala	65
V. SIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Simpulan.....	72
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Batas baku mutu air sungai	13
2. Klasifikasi status mutu air metode storet	24
3. Klasifikasi status mutu air indeks pencemaran	24
4. Klasifikasi status mutu air CCME WQI.....	25
5. Alat penelitian	28
6. Bahan penelitian	28
7. Stasiun pengambilan sampel	29
8. Klasifikasi status mutu air metode storet	35
9. Penentuan sistem nilai untuk menentukan status mutu air.....	35
10. Klasifikasi status mutu air metode indeks pencemaran.....	37
11. Klasifikasi status mutu air metode CCME WQI	39
12. Suhu udara pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025.....	43
13. Kedalaman air pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025.....	47
14. Rekapitulasi status mutu air Sungai Way Kuala dengan STORET.....	66
15. Rekapitulasi status mutu air Sungai Way Kuala dengan IP	67
16. Rekapitulasi status mutu air Sungai Way Kuala dengan CCME WQI	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian	5
2. Peta lokasi pengambilan sampel.....	27
3. Kondisi lokasi penelitian	40
4. Suhu pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025.....	43
5. TSS pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025	45
6. Arus pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025	48
7. DO pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025	49
8. pH pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025	51
9. BOD pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025.....	53
10. COD pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025.....	56
11. Amonia pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025	58
12. MBAS pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025.....	60
13. Logam berat Cd pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025	62
14. <i>Fecal coliform</i> pada 3 stasiun penelitian di bulan Nov 2024-Jan 2025	64

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Ketersediaan air bersih sangat berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat dan keberlanjutan lingkungan. Air merupakan sumber daya penting bagi kehidupan manusia, ekosistem, dan kegiatan ekonomi. Jumlah air yang tersedia umumnya dipengaruhi oleh faktor lingkungan fisik seperti curah hujan (Wisnu, 2004), pengelolaan lahan (Caya et al., 2015), perubahan iklim (Kusuma & Setyono, 2013), sistem drainase dan infrastruktur (Paul & Meyer, 2001). Sementara itu, kualitas air sangat dipengaruhi oleh aspek lingkungan sosial seperti kepadatan penduduk dan aktivitas industri. Dalam hal ini, pengelolaan kualitas air menjadi masalah yang krusial, terutama di daerah aliran sungai yang sering kali menjadi lokasi berbagai aktivitas manusia. Sebesar 0,006% dari total pasokan air tawar di bumi mengalir di permukaannya, sementara air tawar yang ditemukan dalam makhluk hidup hanya 0,003%. Jumlah ini sekitar setengah dari air tawar yang terdapat di danau, sungai, dan rawa-rawa (Tampubolon, 2007). Dari jumlah air tersebut, rumah tangga memanfaatkan sebesar 76% (Kumar & Lee, 2012).

Way Kuala merupakan salah satu sungai di Kota Bandar Lampung dengan hulu sungai yang berada di Gunung Betung yaitu sebuah gunung di sebelah barat Bandar Lampung dan bermuara di Teluk Lampung dan sangat penting bagi masyarakat yang tinggal di sekitarnya. Sungai ini berfungsi sebagai sistem drainase untuk membantu mencegah banjir di beberapa wilayah Bandar Lampung. Hutan di sepanjang tepian sungai menjadi rumah bagi berbagai spesies ikan air tawar dan beragam biota akuatik. Beragam industri yang berlokasi di sepanjang Sungai Way kuala, yang berpotensi memengaruhi kualitas airnya. Selain keberadaan industri, sungai ini juga berbatasan dengan pemukiman padat penduduk yang mengandalkannya untuk keperluan sehari-hari, seperti mencuci, mandi, dan kakus, serta untuk mengairi lahan pertanian di sekitarnya (Wiryawan et al., 2002). Aktivitas ter-

sebut tentunya menghasilkan buangan yang dapat memberikan dampak terhadap kualitas air sungai atau biasa disebut dengan limbah.

Limbah yang masuk ke sungai dapat berupa padatan, cairan, atau gas, dan seringkali mengandung zat berbahaya yang sulit terurai oleh mikroorganisme. Sementara itu, gaya hidup modern yang semakin bergantung pada barang sekali pakai menghasilkan penumpukan sampah yang signifikan (UNESCO, 2021). Pengelolaan limbah yang terabaikan dapat berpotensi merusak ekosistem dan pada akhirnya dapat mengakibatkan penurunan keanekaragaman hayati dan menimbulkan resiko bagi kesehatan masyarakat. Beberapa penelitian mengenai kualitas air di berbagai sungai di Indonesia telah dilakukan sebelumnya, namun studi khusus tentang Sungai Way Kuala masih terbatas. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan kualitas air sebagai upaya pengelolaan agar terhindar dari pencemaran air sungai.

Secara visual, Sungai Way Kuala tampak tercemar, berwarna hitam, dan terdapat sampah rumah tangga. Aktivitas manusia dan industri yang memanfaatkan sungai sebagai tempat pembuangan sampah berkontribusi terhadap penurunan kualitas air, termasuk perubahan kondisi fisik, kimia dan biologinya. Diperkirakan bahwa aktivitas di sekitar Sungai Way Kuala telah memengaruhi kualitas air sungai. Hal tersebut didukung oleh hasil uji nilai COD (*chemical oxygen demand*) dan BOD (*biochemical oxygen demand*) air sungai Way Kuala, masing-masing sudah melampaui ambang batas baku mutu air kelas III, yaitu 199,9 dan 71,96 mg/L (Yudha, 2009). Di samping itu, terdapat indikator air yang telah tercemar, seperti variasi suhu, pH, warna, bau dan rasa air (Ndani, 2016), adanya sedimen dan material terlarut yang mengandung logam berat berbahaya (Firdaus, 2019), serta keberadaan mikroorganisme berbahaya seperti bakteri *coliform* (Sari, 2024).

Kualitas air penting sebagai sumber daya vital yang berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat dan ekosistem. Sungai Way Kuala yang menjadi objek penelitian berperan penting dalam penyediaan air bersih dan mendukung kehidupan masyarakat di sekitarnya. Namun, dengan meningkatnya aktivitas industri dan permukiman, potensi pencemaran air menjadi ancaman serius. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian ini untuk menentukan status mutu air di Sungai Way Kuala.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kualitas air dan status mutu air Sungai Way Kuala?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini diuraikan di bawah ini sebagai berikut:

1. Menganalisis kondisi kualitas air Sungai Way Kuala.
2. Menentukan status mutu air Sungai Way Kuala.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberi informasi dasar mengenai kondisi kualitas air Sungai Way Kuala kepada pembuat kebijakan dalam penyusunan peraturan untuk menjaga kualitas air.
2. Memberi wawasan ilmiah tentang kondisi kualitas air Sungai Way Kuala kepada masyarakat untuk meningkatkan pemahaman tentang pentingnya menjaga kualitas air.
3. Memberi informasi acuan kepada lembaga pengelola air Sungai Way Kuala maupun pemangku kepentingan lainnya yang terkait dengan pengelolaan air sungai.

1.5 Kerangka Pikir

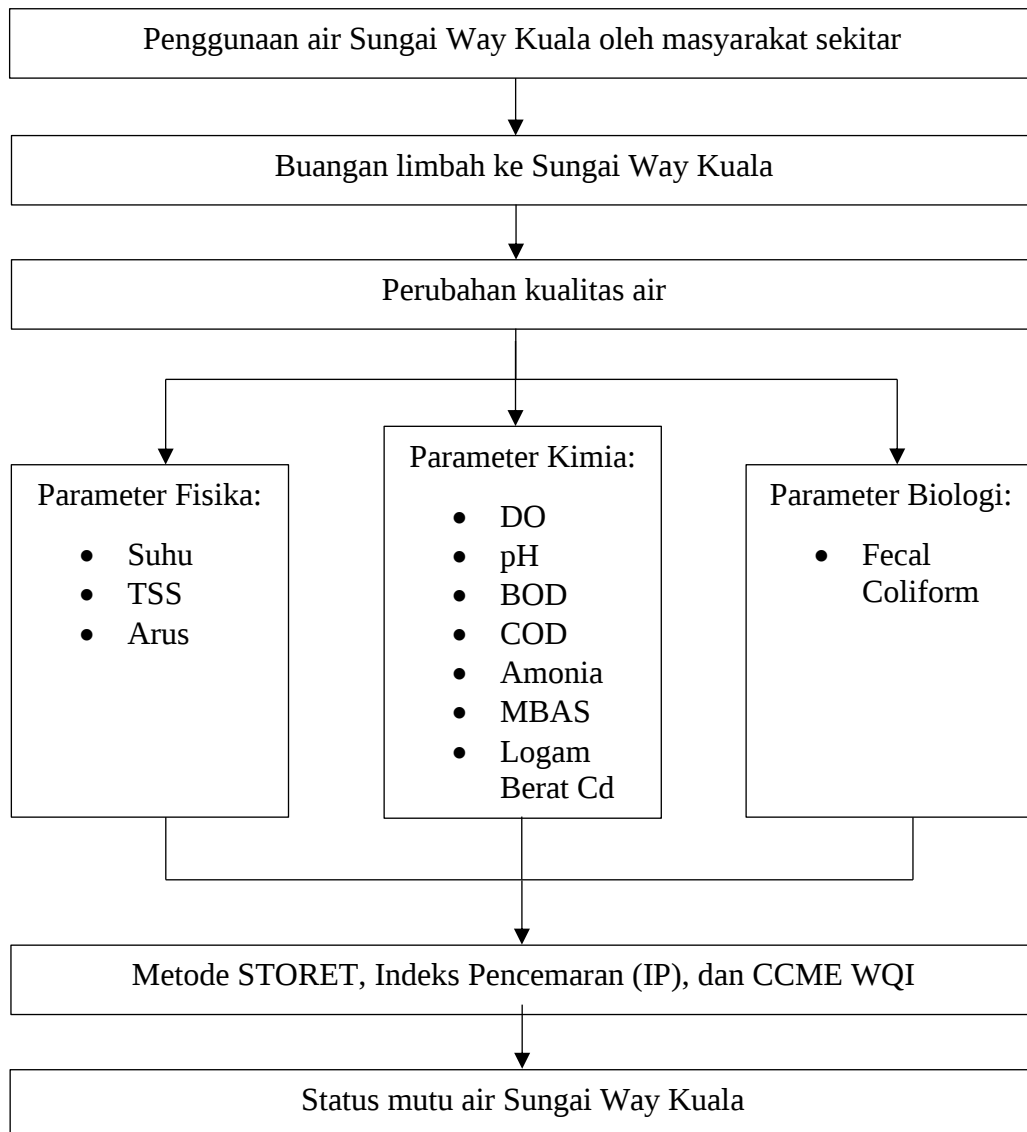
Pemanfaatan air Sungai Way Kuala untuk keperluan sehari-hari dan untuk mendukung perekonomian masyarakat setempat dapat mengakibatkan perubahan kualitas air sungai. Aktivitas manusia di sekitar Sungai Way Kuala, termasuk permukiman, kegiatan industri, dan pembangunan memengaruhi kualitas air dalam

hal sifat fisik, kimia dan biologinya. Selain itu, banyaknya masyarakat setempat memilih untuk langsung membuang limbah ke aliran sungai tanpa dilakukannya pengolahan ini juga dapat menyebabkan penurunan kualitas air sungai Way Kuala (Ndani, 2016). Sungai Way Kuala sebagai objek studi, memiliki peranan penting dalam menyediakan air bersih dan mendukung kehidup-an masyarakat di sekitarnya. Namun, dengan meningkatnya aktivitas industri dan permukiman, potensi pencemaran air menjadi ancaman serius sehingga perlu melakukan pemantauan kualitas air sepanjang aliran sungai Way Kuala.

Kualitas air yang diukur dan diuji harus sesuai kriteria yang ditetapkan oleh peraturan perundang-undangan terkait. Sebagaimana diuraikan dalam PP No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, klasifikasi air Sungai Way Kuala mencakup 3 (tiga) parameter kualitas air yang diukur: fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika mencakup dua indikator pengukuran yaitu suhu dan *total suspended solid* (TSS). Parameter kimia mencakup enam indikator pengukuran yaitu *potential of hydrogen* (pH), *biochemical oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD), amonia, *methylen blue active surfactant* (MBAS), dan Logam Berat Kadmium (Cd). Parameter biologi mencakup satu indikator pengukuran yaitu *fecal coliform*.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan status mutu air sungai menggunakan tiga metode berbeda: metode Storet, indeks pencemaran, dan CCME WQI. Setiap metode memiliki manfaat spesifik untuk menilai dan mengkategorikan kualitas air. Metode Storet untuk mengevaluasi sampel air yang dikumpulkan dari beberapa lokasi di sepanjang Sungai Way Kuala, serta dengan data *time series* (Fitria et al., 2020). Dengan menganalisis data ini, status mutu air dapat ditentukan dan dibandingkan dengan standar baku mutu yang berlaku. Selanjutnya, indeks pencemaran akan dihitung untuk memberikan gambaran lebih holistik mengenai tingkat pencemaran yang terjadi, serta mengidentifikasi sumber-sumber pencemaran yang berpotensi mempengaruhi kualitas air. Besar kecilnya nilai indeks pencemaran mencerminkan tingkat pencemaran yang sifatnya relatif dibandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan untuk sumber air tertentu (sungai) (Nipu, 2022). Sebagaimana didefinisikan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 01 Tahun 2010, baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pence-

mar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Skema kerangka pemikiran penelitian lebih jelas disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai dapat berupa aliran air atau wadah air alami maupun buatan manusia, terdiri dari serangkaian jalur air yang terhubung dari hulu sampai muara, dibatasi oleh garis sempadan di kedua sisinya (Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011). Sungai dikategorikan menjadi tiga bagian: titik awal, dikenal sebagai hulu, bagian tengah yang disebut badan sungai, dan bagian akhir yang sering disebut muara. Karakteristik air di bagian hulu dan hilir bervariasi. Bagian hulu berisi air tawar yang bersumber dari mata air, sedangkan bagian hilir memiliki air payau yang dihasilkan dari kombinasi air tawar dan air laut asin (Yanel, 2023). Daerah aliran sungai adalah wilayah daratan yang terkait dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang menampung dan menyimpan curah hujan sebelum secara bertahap melepaskannya ke laut secara alami. Batas daratan menjadi pemisah fisik, sedangkan batas laut meliputi badan air yang masih dipengaruhi oleh aktivitas yang berhubungan dengan daratan.

Sungai adalah aliran air besar yang dialiri oleh air tanah, curah hujan, dan air permukaan. Air bergerak dalam air yang konstan dan akhirnya bermuara ke laut. Pergerakan air horizontal yang stabil ini disebut arus dan merupakan aspek penting ekosistem sungai (Salem, 2021). Selain itu, sungai berperan dalam siklus hidrologi, karena air di sungai berasal dari hujan, embun, air tanah, dan di wilayah tertentu dari pencairan es/salju. Sungai juga membawa sedimen dan kontaminan (Prakarsa, 2020).

Menurut Pradipta (2018), tahapan perkembangan sungai dapat dikategorikan menjadi 5 (lima) tahap yang berbeda. Ciri-ciri tahapan sungai diuraikan di bawah ini sebagai berikut:

a. Tahapan awal (*Initial stage*)

Tahap awal ini, sungai ditandai dengan kurangnya organisasi dan struktur khas yang diharapkan sungai pada umumnya. Ciri-ciri tambahan sungai pada tahap ini meliputi keberadaan air terjun, danau, arus deras, dan berbagai kemiringan sungai. Bentang alam biasanya menunjukkan ketidakkonsistenan, seperti ketinggian yang berbeda, arus yang bergerak dari air *runoff* ke daerah yang lebih rendah (cekungan) atau lembah yang belum terbentuk. Sungai-sungai pada tahap awal ini umumnya ditemukan di dataran pantai *coastal plain* yang tinggi, aliran lava yang masih baru dan daerah vulkanik, atau di daratan tempat sungai-sungai berada dalam kondisi peremajaan.

b. Tahapan muda

Selama tahap muda, aliran sungai cenderung berfokus pada erosi ke bawah, memanfaatkan sepenuhnya dasar lembah. Bentuk lembah sungai pada tahap ini biasanya menyerupai huruf V, dengan ciri-ciri seperti air terjun dan arus deras yang dominan.

c. Tahapan dewasa

Tahap dewasa terdiri dari dua fase yang berbeda: Awalnya, dataran banjir lokal mulai terbentuk, secara bertahap meluas saat menyatu dengan alur sungai, menciptakan meander. Pada fase selanjutnya, alur telah membentuk aliran meander yang membentang maju dan mundur, mengukir dataran banjir *flood plain* yang cukup luas untuk sepenuhnya terisi meander. Tahap ini, sungai menunjukkan keseimbangan antara laju erosi ke bawah dan erosi ke samping.

d. Tahapan tua

Pada tahap tua, dataran banjir sepenuhnya dipenuhi meander dan lebarnya beberapa kali lebih besar daripada *meander belt*. Fase ini biasanya ditandai dengan keberadaan danau tapal kuda (*oxbow lake*) dan daerah rawa (*swampy area*).

e. Peremajaan sungai

Peremajaan sungai terjadi ketika erosi vertikal kembali menjadi proses utama, sehingga sungai dapat dikenali sebagai sungai muda. Sungai dewasa dapat

mengalami erosi vertikal kembali karena pengangkatan dan erosi vertikal pada sungai dewasa, yang dapat menyebabkan sungai kembali ke tahap mudanya.

Sebagaimana tercantum dalam Peraturan Pemerintah RI No 38 tahun 2011, terdapat berbagai jenis sungai di Indonesia yang dapat dikategorikan berdasarkan sumbernya, yaitu sebagai berikut:

- a. Sungai yang airnya berasal dari curah hujan atau mata air alami. Jenis sungai ini banyak terdapat di Indonesia karena iklim tropisnya yang ditandai dengan curah hujan tinggi dan melimpahnya mata air. Sungai-sungai ini banyak ditemui di Pulau Jawa dan di wilayah Nusa Tenggara.
- b. Sungai yang berasal dari pencairan es gletser di daerah pegunungan. Sungai-sungai ini umum ditemukan di negara-negara yang lebih dingin, seperti Sungai Gangga di India dan Sungai Rhein di Jerman.
- c. Sungai yang merupakan gabungan dari lelehan gletser, air hujan, dan mata air yang menyatu. Jenis sungai ini dapat ditemui di Papua, termasuk Sungai Digul dan Sungai Mamberamo.

Menurut Agustiniingsih (2012), terdapat 3 (tiga) kategori sungai yang diklasifikasikan berdasarkan sifat alirannya, yaitu sebagai berikut:

- a. Sungai Permanen (*perennial*), yaitu sungai yang menyediakan pasokan air terus menerus sepanjang tahun dan dengan aliran yang relatif stabil. Akibatnya, tidak ada perubahan signifikan pada tinggi muka air antara musim penghujan dan musim kemarau.
- b. Sungai Periodik (*intermitten*), yaitu sungai yang aliran airnya bervariasi sesuai musim. Sungai-sungai ini aktif selama musim hujan, tetapi cenderung mengering di musim kemarau. Sungai ini dapat dikategorikan lebih lanjut berdasarkan sumber airnya: 1) *Spring fed intermitten river* yaitu sungai intermitten yang bersumber dari mata air, berasal dari sumber bawah tanah; 2) *Surface fed intermitten river* yaitu sungai periodik yang bersumber dari permukaan, disuplai oleh hujan atau salju yang mencair.
- c. Sungai Tidak Permanen (*ephemeral*), yaitu sungai yang hanya mengalirkan air segera setelah hujan karena airnya berasal langsung dari presipitasi. Oleh karena itu, sungai-sungai ini tetap kering ketika tidak ada hujan.

Menurut Istiana et al. (2024), secara genetika sungai dapat dikategorikan menjadi 3 (tiga) jenis yang berbeda, yaitu sebagai berikut:

- a. Sungai Konsekuen yaitu sungai yang mengalir searah dengan kemiringan lereng.
- b. Sungai Subsekuen yaitu sungai yang mengalir tegak lurus dengan aliran sungai konsekuen.
- c. Sungai Obsekuen yaitu sungai-sungai subsekuen yang mengalir berlawanan arah dengan aliran sungai konsekuen.

Menurut Ismiyati et al. (2016), kemiringan, perbedaan ketinggian, perbedaan erosi, struktur jenis batuan, patahan dan lipatan merupakan faktor-faktor yang berkontribusi pada pembentukan berbagai genetika dan pola sungai. Pola sungai merujuk pada kelompok sungai yang memiliki bentuk serupa dan dapat menggambarkan karakteristik serta genetika sungai. Khasanah (2023) mengemukakan bahwa ada 4 (empat) pola aliran sungai yang berbeda, yaitu sebagai berikut:

- a. Pola dendritik yaitu pola yang menyerupai garis-garis tidak beraturan yang bercabang ke berbagai arah dan sudut.
- b. Pola annular yaitu pola di mana sungai utama mengalir melingkar dan anak sungai bertemu dengannya pada sudut hampir tegak lurus.
- c. Pola trellis yaitu pola di mana cabang-cabang sungai dan sungai utama bersilangan pada sudut hampir tegak lurus, sungai-sungai utama mengalir paralel atau hampir paralel satu sama lain.
- d. Pola sentripetal yaitu pola membentuk sungai-sungai yang berkumpul dari berbagai arah.

Menurut Waryono (2008), terdapat 4 (empat) klasifikasi bagian-bagian sungai yaitu sebagai berikut:

- a) Induk sungai yang merupakan bagian terlebar dan terpanjang dari sungai yang membentang dari hulu hingga ke hilir.
- b) Anak sungai yang merupakan aliran-aliran kecil sungai yang terhubung dengan induk sungai.
- c) Alur anak cabang sungai yang merupakan aliran-aliran sungai yang mengalir ke anak sungai.

- d) Alur mati (*creek*) yang merupakan saluran yang terdapat di bagian teratas yang terkadang mengalirkan air selama musim hujan tetapi menjadi kering saat musim kemarau.

Sungai di lingkungan perkotaan menunjukkan karakteristik unik yang mencerminkan interaksi kompleks antara ekosistem dan aktivitas manusia. Berikut beberapa karakteristik sungai yang berada di lingkungan perkotaan:

- a. Aliran sungai sering terganggu oleh infrastruktur bangunan seperti jembatan dan bendungan, serta penurunan kualitas air akibat pencemaran dari limbah domestik dan industri (Marsudi et al, 2021).
- b. Morfologi sungai mengalami perubahan yang signifikan seperti banyaknya aliran yang dikeruk untuk mengendalikan banjir (Maryono, 2020).
- c. Vegetasi riparian berkurang drastis dan digantikan oleh pembangunan, sehingga menyebabkan perubahan ekosistem disekitarnya (Walsh et al., 2005).
- d. Permukaan kedap air yang mendominasi lahan perkotaan menyebabkan peningkatan limpasan permukaan dan mengubah hidrologi sungai (Booth et al., 2016).
- e. Perubahan pola sedimentasi akibat perubahan penggunaan lahan di daerah aliran sungai, sehingga menyebabkan habitat akuatik terganggu dan penurunan keanekaragaman hayati (Violin et al., 2011).

2.2 Sungai Way Kuala

Kota Bandar Lampung merupakan ibukota Provinsi Lampung dengan lingkungan perairan yang terletak di bagian ujung selatan Pulau Sumatera. Secara geografis, Provinsi Lampung terletak antara 3°45' LS-6°45' LS dan 103°40' BT-105°50'BT. Secara administrasi, Kota Bandar Lampung mempunyai dua sungai besar (*main drain*) yaitu Way Kuripan dan Way Kuala, serta 23 sungai-sungai kecil. Semua sungai yang berada dalam wilayah Kota Bandar Lampung merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) dan sebagian besar bermuara ke Teluk Lampung, salah satunya adalah sungai Way Kuala.

Way Kuala adalah salah satu sungai terbesar yang melintas di Kota Bandar Lampung yang bermuara di Teluk Lampung. Sungai ini mengalir sepanjang ta-

hun. Secara administratif, hulu Sungai Way Kuala berada di Kelurahan Kalibalau Kencana, Kecamatan Kedamaian dan hilirnya terdapat di Kecamatan Garuntang. Sungai ini memiliki panjang ± 9 km dengan luas daerah aliran $6,78 \text{ km}^2$ (BPS, 2023). Berdasarkan identifikasi yang dilakukan Wiryawan et al. (2002), Sungai Way Kuala menjadi aliran sungai yang paling terindustrialisasi, dengan 22 pabrik industri yang berlokasi di sepanjang tepinya. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi penduduk kota Bandar Lampung.

Sungai Way Kuala yang berada di Kota Bandar Lampung membentang seluas $\pm 6,78 \text{ km}^2$ dan menjadi tempat tinggal bagi 92.816 jiwa (BPS, 2023). Sungai ini melintasi 2 kecamatan, dengan sebagian besar penduduk setempat bergantung pada sektor industri dan domestik untuk penghasilan mereka. Bagian hilir Sungai Way Kuala berbatasan dengan kawasan industri dan pemukiman. Sungai ini, yang melintasi area dengan industri dan pemukiman sangat rentan terhadap pencemaran sungai. Masyarakat yang tinggal di sekitar sungai menggunakan air sungai untuk keperluan sehari-hari seperti mencuci, mandi dan memasak, sementara pabrik, rumah tangga, dan kapal penangkap ikan seringkali membuang limbah ke sungai.

2.3 Pencemaran Air Sungai

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mendefinisikan pencemaran air sebagai masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu air yang telah ditetapkan. Kondisi air sungai dipengaruhi oleh kualitas air yang berasal dari daerah tangkapan air sekitarnya (Wilk et al., 2018), yang pada gilirannya kualitas air dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang ada di dalamnya (Kusumastuti et al., 2020). Masukan polutan ke dalam sungai mengakibatkan penurunan kualitas air sungai secara keseluruhan. Bahan pencemar (polutan) didefinisikan sebagai unsur yang tidak secara alami terdapat di lingkungan atau zat alami yang mengganggu fungsi ekosistem setelah diperkenalkan. Menurut Wijayanti (2007), klasifikasi bahan pencemar air menjadi dua jenis antara lain:

a) Bahan yang dapat terurai (*degradable*)

Bahan pencemar yang memiliki sifat dapat terurai dengan cepat melalui reaksi kimia alami dan tidak mengandung bahan berbahaya.

b) Bahan yang tidak dapat terurai (*non degradable*)

Bahan pencemar yang memiliki sifat tidak dapat terurai secara alami, terdiri dari berbagai logam seperti merkuri, timbal, arsenik, plastik, bakteri, dan virus, sering dianggap berbahaya.

Sumber pencemar dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis utama: domestik (rumah tangga) dan nondomestik. Sumber domestik berasal dari perkampungan, kota, pasar, jalan, rumah sakit dan sebagainya, sementara sumber non domestik berasal dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, dan transportasi. Taufan (2014), menjelaskan bahwa sumber bahan pencemar yang masuk ke sistem air dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Sumber tertentu (*point sources*), yaitu sumber pencemar yang dapat diidentifikasi secara pasti. Sumber ini dapat mencakup suatu lokasi seperti pembuangan limbah industri maupun domestik atau sistem saluran pembuangan.
2. Sumber tak tentu (*non point source*), yaitu sumber pencemar yang berasal dari titik yang tidak diketahui. Pencemar ini masuk ke perairan melalui *run off* (limpasan) dari lahan pertanian, pemukiman dan kawasan perkotaan.

2.4 Baku mutu air sungai

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 menyatakan bahwa mutu air merujuk pada ukuran kondisi air pada waktu dan lokasi tertentu yang diukur dan/atau diuji melalui metode dan parameter tertentu sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Penentuan status mutu air dapat dievaluasi menggunakan berbagai metode, seperti STORET, indeks pencemaran, atau CCME WQI. Mutu air dikategorikan menjadi 4 (empat) kelas, sebagai berikut:

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

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

Sebagaimana tercantum dalam Permen LH No. 01 Tahun 2010, kualitas air merupakan tingkat kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan kualitas air yang didapat dengan baku mutu air yang ditetapkan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, baku mutu air merujuk pada ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Batas maksimum yang diperbolehkan untuk setiap parameter kualitas air sesuai dengan peruntukannya tercantum dalam tabel 1.

Tabel 1. Batas baku mutu air sungai

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1.	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air
2.	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	40	50	100	400	
3.	Derajat keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alamnya)
4.	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	

Tabel 1 (lanjutan)

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
5.	Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	mg/L	10	25	40	80	
6.	Oksigen Terlarut (DO)	Mg/L	6	4	3	1	Batas minimal
7.	Amoniak (sebagai N)	mg/L	0,1	0,2	0,5	-	
8.	Kadmium (Cd) terlarut	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
9.	Deterjen total	mg/L	0,2	0,2	0,2	-	
10.	Fecal Coliform	MPN/100 mL	100	1.000	2.000	2.000	

Sumber : Lampiran VI Peraturan Pemerintah RI No 22 Tahun 2021

2.5 Kualitas air berdasarkan parameter Fisika

Parameter fisika merupakan salah satu kelompok parameter utama dalam penilaian kualitas air. Parameter fisika dapat memberikan gambaran awal mengenai kondisi fisik air dan dapat menunjukkan adanya pencemaran atau perubahan lingkungan yang memengaruhi kualitas air. Parameter fisika yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu suhu, arus dan *total suspended solid* (TSS).

2.5.1 Suhu

Suhu merupakan faktor penting yang memengaruhi fungsi ekosistem perairan dengan reaksi kimia dan proses biologis (Suminar, 2023). Suhu memainkan peran krusial dalam menentukan jumlah oksigen yang dapat larut dalam air, serta memengaruhi aktivitas metabolik dan interaksi kimia di lingkungan perairan. Ketika suhu air meningkat, hal ini dapat menyebabkan peningkatan metabolisme organisme hidup, termasuk bakteri yang bertanggung jawab atas dekomposisi, yang

pada gilirannya mempercepat pemecahan bahan organik. Proses ini menciptakan permintaan oksigen yang lebih tinggi dalam air, yang mengakibatkan penurunan kadar oksigen terlarut (Gazali et al., 2013). Perubahan suhu pada air sungai juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kedalaman air, intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dan udara sekitar, letak geografis, kanopi (penutup vegetasi) dan aktivitas manusia seperti limbah pertambangan (Puspitasari et al., 2016). Menurut PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010, air dianggap baik jika temperaturnya memiliki temperatur yang sama dengan temperatur udara (20° - 30°C).

2.5.2 Arus

Arus air merujuk pada massa air yang bergerak ke arah tertentu, yang dapat terjadi di berbagai lingkungan air seperti sungai, danau, dan lautan. Arus ini dihasilkan oleh perbedaan tekanan, kemiringan, dan faktor-faktor lain seperti gravitasi (Asdak, 2023). Dalam konteks sungai, arus seringkali dipelajari untuk memahami dinamika aliran dan pengaruhnya terhadap lingkungan sekitarnya. Arus ini tidak hanya mempengaruhi lingkungan fisik, tetapi juga biotik di dalamnya. Arus air di-pengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk topografi, kemiringan, dan debit air. Menurut Valta et al. (2017), perairan dapat diklasifikasikan menjadi 5 jenis berdasarkan kecepatan arusnya: aliran sangat deras (kecepatan arus >1 m/detik), aliran deras (0,5-1 m/detik), aliran sedang (0,25-0,5 m/detik), aliran lambat (0,1-0,5 m/detik), dan aliran sangat lambat (0,2-0,25 m/detik). Klasifikasi kelas air ini diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 untuk budidaya ikan air tawar, kecepatan aliran di badan air Kelas II dianggap lambat, berkisar antara 0,1-0,5 m/detik (lambat).

Menurut Mulyanto (2007), berdasarkan kondisi lingkungannya terdapat 3 (tiga) daerah sungai, yaitu sebagai berikut:

- a. Bagian hulu sungai memiliki ciri arus yang deras, menyebabkan erosi yang signifikan di hilir. Proses ini tidak hanya membawa material seperti pasir, kerikil, dan batu, tetapi juga menyebabkan endapan sedimen.

- b. Bagian tengah yang merupakan bagian transisi antara bagian hulu sungai dan bagian hilir, memiliki kemiringan yang lebih landai sehingga kekuatan erosi kurang intensif, arah erosinya mempengaruhi bagian dasar dan tepi sungai, sehingga terjadi penumpukan sedimen.
- c. Bagian hilir yang memiliki dasar sungai yang landai sehingga alirannya lambat arus yang tenang, mengakibatkan erosi lateral akibat kecepatan yang berkurang dan tingkat endapan sedimen yang tinggi.

2.5.3 Total Suspended Solid (TSS)

TSS atau total padatan tersuspensi merujuk pada semua partikel yang terlarut dalam air, termasuk komponen organik dan anorganik seperti lumpur, pasir halus, dan mikroorganisme, yang sebagian besar masuk ke sistem air akibat erosi tanah. Pengukuran TSS dapat berfungsi sebagai salah satu indikator fisik badan air, mencerminkan perubahan seiring waktu. Selain itu, TSS penting untuk menganalisis badan air yang terkontaminasi oleh limbah domestik dan berguna untuk mengevaluasi kualitas air (Novita et al., 2023). Tingkat TSS yang tinggi berdampak negatif pada kualitas air dengan mengurangi kejernihan dan menurunkan kadar oksigen di lingkungan perairan. Kehadiran TSS dalam air sering kali menandakan peningkatan keberadaan bakteri, nutrisi, pestisida, dan logam. Klasifikasi mutu air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021, kisaran kadar TSS yang sesuai dengan kelasnya yaitu 40 mg/L sampai 400 mg/L.

2.6 Kualitas air berdasarkan parameter kimia

Parameter kimia juga merupakan salah satu kelompok parameter utama dalam penilaian kualitas air. Parameter kimia dapat memberikan gambaran awal mengenai kondisi kimia air dan dapat menunjukkan adanya pencemaran atau perubahan lingkungan yang memengaruhi kualitas air. Parameter kimia yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu dissolved oxygen (DO), derajat keasaman, *bio-*

chemichal oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), amonia, methylen blue active surfactant (MBAS), logam berat kadmium (Cd).

2.6.1 Dissolved Oxygen (DO)

Dissolved oxygen (DO) merujuk pada jumlah oksigen terlarut dalam air yang dihasilkan oleh fitoplankton melalui fotosintesis dan proses difusi oksigen (Simanjuntak, 2012). Oksigen terlarut ini sangat penting untuk mendukung kelangsungan hidup berbagai spesies akuatik dan menjaga keseimbangan lingkungan akuatik. Selain itu, oksigen terlarut diperlukan untuk berbagai aktivitas biologis, seperti respirasi aerobik, di mana organisme menggunakan oksigen untuk memecah bahan organik dan menghasilkan energi. Dalam kondisi anaerobik, oksigen yang dihasilkan akan membantu mereduksi zat kimia menjadi lebih sederhana dalam bentuk nutrien dan gas (Ningrum, 2018). Kadar oksigen terlarut sering digunakan sebagai indikator kualitas air, dimana air dengan kadar oksigen terlarut rendah biasanya menandakan polusi yang signifikan atau proses dekomposisi yang intensif (APHA, 2017).

Dissolved oxygen (DO) merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi kualitas air, karena kadar DO dapat mencerminkan tingkat polusi atau efektivitas pengolahan limbah. Jumlah oksigen terlarut juga dapat menunjukkan kesesuaian sumber air tertentu untuk mendukung kehidupan flora dan fauna di suatu wilayah (Sunu, 2001). Secara umum, sebaran oksigen terlarut di sungai lebih merata terdistribusi di sungai dibandingkan dengan perairan tergenang, karena air yang mengalir seperti sungai cenderung memiliki konsentrasi oksigen terlarut lebih tinggi. Konsentrasi normal oksigen terlarut alami di lapisan atas badan air berkisar antara 4,50 – 7,00 mg/L dan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, salinitas dan elemen lingkungan lainnya (Simanjuntak, 2007). Klasifikasi mutu air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021, kisaran kadar oksigen terlarut yang sesuai dengan kelasnya yaitu 6 mg/L sampai 1 mg/L.

2.6.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman diindikasikan oleh nilai pH adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen untuk membantu menentukan sifat asam atau basa pada air. Derajat keasaman secara signifikan memengaruhi tingkat toksisitas polutan dan kelarutan beberapa gas, serta bentuk kimia zat-zat dalam air (Gazali et al., 2013). Secara umum, nilai pH dalam sumber air alami berkisar antara 4 hingga 9. Perairan dengan $\text{pH} < 7$ diklasifikasikan sebagai asam, sedangkan $\text{pH} > 7$ diklasifikasikan sebagai basa (alkali) dan $\text{pH} = 7$ dianggap netral (Effendi, 2003). Konsentrasi pH air sangat dipengaruhi oleh pelepasan gas seperti oksigen (karbon dioksida), artinya tingkat pH antara 6 dan 8 sangat penting untuk memastikan bahwa zat kimia tidak berubah menjadi racun berbahaya yang mengganggu kesehatan.

Tingkat keasaman air dapat berfluktuasi ketika berbagai zat kimia ditambahkan ke dalam air. Perubahan tersebut dapat disebabkan oleh limbah industri maupun domestik. Selain itu, perubahan pH juga bergantung pada polutan spesifik yang terdapat dalam air. Jika tingkat pH berada di luar rentang normal, hal ini dapat memengaruhi kelangsungan hidup mikroorganisme. Selain itu, tingkat pH dapat memengaruhi bentuk keberadaan zat kimia dan toksisitas yang ditimbulkannya terhadap mikroorganisme dalam air. Misalnya, zat berbahaya H_2S sering ditemukan dalam air yang terkontaminasi atau memiliki nilai pH yang lebih rendah (Leonard, 2024).

2.6.3 *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

BOD (*biochemical oxygen demand*) adalah pengukuran yang mencerminkan jumlah oksigen (mg) yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan organik dalam satu liter air limbah selama periode inkubasi 5 x 24 jam pada suhu 20°C (Tchobanoglous et al., 2014). Penguraian bahan organik berarti bahwa zat-zat ini berfungsi sebagai nutrisi bagi organisme dan energinya diperoleh melalui proses oksidasi (Duhupo et al., 2019). Oksigen yang dikonsumsi selama oksidasi ini tidak hanya memfasilitasi penguraian bahan organik, tetapi juga mendukung sintesis seluler dan oksidasi mikroorganisme. Akibatnya, peng-

ujian BOD ini tidak mencerminkan jumlah aktual bahan organik di dalam air, melainkan mengukur konsumsi oksigen relatif yang diperlukan untuk oksidasi bahan organik tersebut. Konsumsi oksigen yang lebih tinggi menunjukkan keberadaan bahan organik yang lebih besar (Wicakso et al., 2017).

Kadar BOD dalam air sangat penting untuk menilai tingkat kontaminasi dari air limbah domestik atau industri dan membantu dalam pengembangan metode pengolahan biologis untuk sumber air yang terkontaminasi tersebut (Pour et al., 2014). Penurunan BOD dalam air dapat disebabkan oleh sedimentasi dan deoksigenasi air sungai atau air limbah yang efisien. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sungai, karakteristik air limbah yang masuk, dan tingkat pengolahan air limbah sebelum dibuang ke sungai. BOD berfungsi sebagai indikator pencemaran suatu perairan. Nilai BOD yang tinggi di suatu badan air menunjukkan pencemaran yang signifikan (Agustira et al., 2013). Klasifikasi mutu air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021, kisaran kadar BOD yang sesuai dengan kelasnya yaitu 2 mg/L sampai 12 mg/L.

2.6.4 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD (*chemical oxygen demand*) atau yang disebut kebutuhan oksigen kimia menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan secara kimiawi semua bahan organik di dalam air (Atima, 2015). Dalam analisa COD, bahan organik yang *biodegradable* dan *nonbiodegradable* dipertimbangkan. Hal ini karena analisis COD menggunakan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) sebagai oksidator kuat dalam suasana asam, dengan perak nitrat ($AgNO_3$) bertindak sebagai agen katalitik. Nilai COD secara konsisten selalu lebih besar dari BOD dan mewakili total bahan organik yang tersedia. Pengukuran COD air sungai dapat menunjukkan tingkat kontaminan organik di dalam air sungai (Agustiningsih et al., 2012).

Kebutuhan oksigen kimia (KOK) mengukur jumlah oksigen (mgO_2) yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam 1 liter sampel air menggunakan $K_2Cr_2O_7$ sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Nilai COD menunjukkan tingkat pencemaran air akibat bahan organik yang dapat terurai secara alami melalui proses mikrobiologis, dan menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut

dalam air. Berbagai unsur yang mempengaruhi COD meliputi kadar oksigen terlarut, komponen organik dan sumber pencemar tambahan.

Limbah domestik dan industri merupakan penyumbang utama limbah organik dan merupakan penyebab utama peningkatan kadar COD. Kotoran hewan juga berperan dalam peningkatan kadar COD (Lumaela et al., 2013). Kadar COD dalam air limbah akan berkurang seiring dengan penurunan konsentrasi bahan organik (Herlambang & Hendriyanto, 2015). Klasifikasi mutu air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021, kisaran kadar COD yang sesuai dengan kelasnya yaitu 10 mg/L sampai 80 mg/L.

2.6.5 Amonia

Amonia (NH_3) adalah senyawa kimia yang terdiri dari atom nitrogen dan hidrogen. Senyawa ini sangat mudah larut dan berbahaya dalam keadaan tidak bermuatan. Peningkatan kadar amonia di lingkungan perairan mengakibatkan efek toksik dan korosif yang dapat berdampak negatif bagi pengguna air (Ariadi et al., 2021). Amonia yang terdapat di sungai dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk limbah industri, limbah rumah tangga, dan proses alami. Penguraian sejumlah besar bahan organik dan anorganik yang tinggi dalam air limbah juga menghasilkan produk sampingan yang sangat beracun yaitu Amonia (NH_3) dan mengakibatkan peningkatan jumlah TSS yaitu suatu padatan yang menyebabkan kekeuhan air, tidak larut, dan tidak dapat mengendap dengan cepat (Septory et al., 2021). Klasifikasi mutu air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021, kisaran kadar amonia yang sesuai dengan kelasnya yaitu 0,1 mg/L sampai 0,5 mg/L.

2.6.6 *Methylen Blue Active Surfactant* (MBAS)

Methylen blue active surfactant (MBAS) adalah zat aktif yang dapat diukur dengan indikator biru metilen dan sering digunakan sebagai parameter untuk mengevaluasi kualitas air, terutama terkait kontaminasi organik. zat ini mencakup

surfaktan yang dapat berasal dari berbagai sumber, seperti limbah domestik dan industri. Umumnya kontaminasi MBAS di air sungai disebabkan oleh limbah rumah tangga, sektor tekstil, dan bahan pembersih. Sebuah studi yang dilakukan oleh Ali et al. (2018) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi MBAS dapat berdampak negatif terhadap kehidupan organisme akuatik dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Klasifikasi mutu air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021, kadar maksimum deterjen total yang diperbolehkan pada air sungai sebesar 0,2 mg/L.

2.6.7 Logam Berat Kadmium (Cd)

Logam berat merupakan istilah yang biasanya menggambarkan kumpulan logam berat dan semi-logam (metalloid) dan memiliki massa jenis lebih besar dari 5 gr/cm³. Golongan ini mencakup unsur-unsur seperti Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb dan Zn (Rifaldi, 2021). Sumber air dapat tercemar oleh unsur-unsur anorganik, terutama logam berat berbahaya yang muncul akibat berbagai proses industri. Industri yang melibatkan penggunaan logam berat antara lain produksi tekstil, pelapisan logam, manufaktur cat dan tinta, jasa percetakan, dan bahan kimia pertanian (Syafri et al., 2019). beberapa logam berat telah diidentifikasi mencemari air dan melebihi batas baku mutu, dengan kadmium (Cd) sebagai salah satu logam tersebut.

Pencemaran akibat logam berat dalam air dapat disebabkan oleh faktor alami maupun buatan manusia. Pencemaran yang terjadi secara alami dapat berasal dari pelapukan batuan di lingkungan perairan atau dari letusan gunung berapi. Tchounwou et al. (2012), mengatakan bahwa kadmium banyak digunakan dalam industri, seperti produksi baterai, pelapisan listrik, dan pembuatan pewarna, yang berkontribusi terhadap pencemaran air. Selain limbah industri, pencemaran logam berat juga berasal dari limbah domestik, termasuk limbah biologis dan korosi dari pipa-pipa air yang berbahan dasar kadmium. Kadmium yang masuk badan air akan cenderung mengendap, sebuah fenomena yang biasa disebut dengan istilah sedimentasi, karena dapat melekat pada bahan organik maupun anorganik melalui proses adsorpsi dan pembentukan senyawa kompleks (Fadhlan, 2016).

Kadmium yang terdeteksi dalam air sungai dapat menandakan masalah pencemaran yang signifikan. Pada kadar yang rendah terdapat beberapa logam berat yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk pertumbuhan dan perkembangan hidup. Di samping itu, konsentrasi logam berat yang tinggi dapat menjadi racun (Yudo, 2006). Kadar kadmium yang ditemukan dalam sedimen di muara sungai Way Kuala terukur sebesar $22, \pm 0,43$ ppm, artinya telah melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan oleh USEPA untuk logam berat dalam sedimen (Hidayat dan Novita, 2012). Klasifikasi mutu air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021, kadar maksimum logam berat Cd yang diperbolehkan pada air sungai sebesar 0,01 mg/L.

2.7 Kualitas air berdasarkan parameter biologi

Parameter biologi merupakan salah satu kelompok parameter dalam penilaian kualitas air. Parameter biologi dapat memberikan gambaran awal mengenai kondisi biologi air dan dapat menunjukkan adanya pencemaran atau perubahan lingkungan yang memengaruhi kualitas air. Parameter biologi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *fecal coliform*.

2.7.1 Fecal Coliform

Bakteri *coliform* adalah organisme indikator bersifat parasit yang ditemukan di dalam saluran pencernaan manusia (Suharyono, 2008). Bakteri *coliform* merupakan bakteri gram-negatif, berbentuk batang yang tidak membentuk spora, serta dapat tumbuh subur di lingkungan aerobik dan anaerobik fakultatif. Bakteri ini dapat mengubah *laktose* menjadi asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu antara 35°C-37°C (Pelczar, 2009). Mendeteksi keberadaan bakteri *coliform* dalam air membantu menilai kesesuaiannya untuk keperluan tertentu seperti air minum, air bersih dalam rumah tangga, perikanan, perawatan ternak, pertanian, kehutanan, dan kegiatan lainnya (Widiyanti et al., 2017). Bakteri *coliform* dapat diklasifikasikan menjadi 2 kategori, yaitu *coliform fecal* yang berasal dari kotoran hewan atau

manusia seperti *Escherichia coli* dan *coli-form non fecal* yang berasal dari hewan atau tumbuhan yang telah mati (Puspitasari, 2017).

Fecal coliform adalah jenis bakteri yang terdapat di usus mamalia dan burung, yang sering menjadi indikator pencemaran tinja di air. Menurut APHA (2017), keberadaan *fecal coliform* dalam air menunjukkan potensi kontaminasi yang dapat menimbulkan resiko bagi kesehatan manusia dan ekosistem akuatik. Berbagai faktor berkontribusi terhadap keberadaan *fecal coliform* di perairan sungai, termasuk limbah domestik, pembuangan limbah pertanian, dan kontribusi ternak. Penelitian yang dilakukan oleh Masykur et al. (2018) menunjukkan bahwa limpasan dari lahan pertanian dan sistem drainase dapat meningkatkan konsentrasi *fecal coliform* di perairan. EPA (2013), menetapkan batas maksimum untuk *fecal coliform* dalam air minum adalah 0 koloni/100 mL, sementara untuk perairan yang digunakan untuk rekreasi, batasnya adalah 200 koloni/100 mL.

2.8 STORET

Metode STORET berfungsi sebagai salah satu metode untuk mengevaluasi kualitas air dan menentukan status mutu air. Metode ini mengidentifikasi parameter-parameter yang memenuhi atau melampaui baku mutu kualitas air. STORET, singkatan dari *Storage* dan *Retrieval* (Penyimpanan dan Pengambilan) yang dikembangkan oleh Environmental Protection Agency (EPA-USA) sebagai basis data yang mencakup kualitas air, data biologis, dan atribut fisik untuk digunakan berbagai institusi. Awal mula STORET dikembangkan ditujukan untuk mengukur kualitas air untuk *specific use*, seperti air minum, namun baru-baru ini metode tersebut digunakan untuk mengevaluasi *overall use* air.

Landasan metode STORET adalah menganalisis informasi kualitas air dengan terhadap baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu airnya. Pendekatan ini menggunakan sistem nilai yang ditetapkan oleh “US-EPA (*Environmental Protection Agency*)”, dimana mutu air dikategorikan menjadi 4 (empat) kelas yang disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi status mutu air metode storet

Kelas	Skor	Status Mutu Air
A (baik sekali)	0	Memenuhi baku mutu
B (baik)	-1 s/d -10	Cemar ringan
C (sedang)	-11 s/d -30	Cemar sedang
D (buruk)	≥ -31	Cemar berat

Sumber : US-EPA (*Environmental Protection Agency*)

2.9 Indeks Pencemaran

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Lampiran II memuat pedoman untuk menentukan status mutu air. Pedoman tersebut menjelaskan bahwa pendekatan STORET dan indeks pencemaran dapat digunakan untuk menentukan status mutu air. Indeks yang dinyatakan sebagai Indeks Pencemaran (*pollution index*) ini berfungsi untuk mengukur tingkat kontaminasi terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Perhitungan indeks pencemaran (IP) dirancang untuk tujuan tertentu, tetapi juga dapat diterapkan untuk berbagai keperluan yang berkaitan dengan seluruh bagian badan air atau segmen sungai tertentu.

Pendekatan ini dapat menetapkan hubungan langsung antara tingkat pencemaran dan kesesuaian suatu badan air untuk penggunaan tertentu dengan nilai parameter-parameter tertentu. Klasifikasi status mutu kualitas air berdasarkan indeks pencemaran dibagi menjadi 4 (empat) kategori yang disajikan pada tabel 4.

Tabel 3. Klasifikasi status mutu air indeks pencemaran

No	Skor	Status Mutu Air
1	$0 < IP < 1,0$	Memenuhi baku mutu
2	$1 < IP < 5$	Cemar ringan
3	$5 < IP < 10$	Cemar sedang
4	$10 < IP$	Cemar berat

Sumber : Keputusan Menteri LH No. 115 Tahun 2003

2.10 Canadian Council of Ministers of The Environment (CCME WQI)

CCME merupakan salah satu dari berbagai Indeks Kualitas Air (IKA) yang dikembangkan oleh Dewan Menteri Lingkungan Kanada pada tahun 2001. Indeks ini mengandalkan gabungan tiga elemen: F1 (*scope*), F2 (*frequency*), dan F3 (*amplitude*). Skor bobot Metode ini memberikan evaluasi resiko lingkungan yang objektif dengan menganalisis dampak beberapa parameter (F1), menghitung sejumlah insiden yang tidak memenuhi baku mutu (F2), dan mengukur variasi konsentrasi setiap parameter terhadap baku mutunya masing-masing (F3). Parameter, baku mutu dan jangka waktu yang digunakan dalam metode ini sangat beragam tergantung tantangan spesifik dan kondisi lokal di setiap wilayah. Pendekatan ini menilai perubahan kualitas air di lokasi tertentu dari waktu ke waktu dan memungkinkan perbandingan indeks keseluruhan di berbagai lokasi menggunakan variabel dan baku mutu yang identik. Sistem klasifikasi CCME WQI mengkategorikan status mutu air ke dalam 5 (lima) kelas yang disajikan pada tabel 5.

Tabel 4. Klasifikasi status mutu air CCME WQI

Skor	Status	Kualitas
95-100	Sangat baik (<i>Excellent</i>)	Kualitas air terlindungi dengan anggapan tidak adanya ancaman dan gangguan, tingkat air mendekati kondisi murni atau alaminya. Nilai indeks ini dapat diperoleh bila semua pengukuran baku mutu memiliki tujuan yang sama sepanjang waktu.
80-94	Baik (<i>Good</i>)	Kualitas air terlindungi dengan anggapan tingkat ancaman dan gangguan kecil, kondisi jarang menyimpang dari tingkat alami atau yang diinginkan.
65-79	Cukup (<i>Fair</i>)	Kualitas air biasanya terlindungi namun kadang-kadang mengalami ancaman dan gangguan, kondisi terkadang menyimpang dari tingkat alami atau yang diinginkan.
45-64	Kurang (<i>Marginal</i>)	Kualitas air sering terancam dan terganggu, kondisi sering menyimpang dari tingkat alami dan yang diinginkan.
0-44	Buruk (<i>Poor</i>)	Kualitas air hampir selalu terancam dan terganggu, kondisi biasanya menyimpang dari tingkat alami dan yang diinginkan.

Sumber : Lumb et al. (2011)

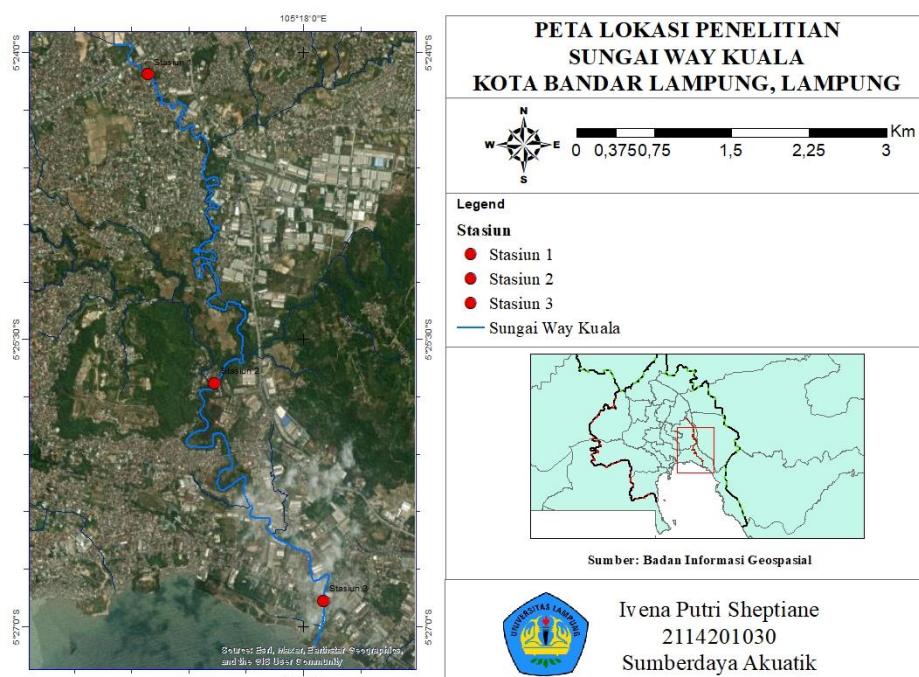
Saraswati et al. (2014) menyimpulkan bahwa pendekatan STORET dan CCME dianggap lebih rasional, karena indeks kualitas air diperoleh dari kumpulan data hasil berbagai sampling kualitas air. Sebaliknya, metode indeks pencemaran hanya memberikan ringkasan kondisi kualitas air dari satu kali sampling kualitas air dan hanya dipengaruhi oleh parameter kualitas air nilai rasio tertinggi (konsentrasi parameter terhadap baku mutu) termaksimum. Dengan demikian, se-

iring bertambahnya jumlah parameter yang diuji dan meningkatnya frekuensi parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu, status mutu air akan semakin memburuk.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2024 - Januari 2025 dengan frekuensi pengambilan sampel secara *time series* dilakukan 3-4 minggu sekali sebanyak 3 kali. Tujuan pengambilan sampel secara *time series* adalah untuk memeriksa variasi kualitas air di berbagai periode. Pengambilan sampel dimulai pagi menjelang siang hari. Waktu ini dipilih berdasarkan pertimbangan penggunaan air bersih untuk keperluan rumah tangga yang menghasilkan air limbah (Zubaidah et al., 2022). Lokasi pengambilan sampel dilakukan di Sungai Way Kuala, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi pengambilan sampel.

3.2 Alat dan Bahan

Pengambilan sampel selama penelitian membutuhkan beberapa alat dan bahan. Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 5. Alat penelitian

No	Alat	Ketelitian	Merek	Kegunaan
1.	pH meter	pH -2,00-19,99	Benchtop	Mengukur derajat keasaman dan suhu.
2	Current meter	0,1-10 m/s	Flowatch FL-03	Mengukur kecepatan arus.
3.	DO meter	0-20 mg/L	Lutron DO-5510	Mengukur kadar oksigen terlarut.
4.	Roll meter	0-50 m	Krisbow	Mengukur kedalaman sungai.
5.	GPS	-	-	Menentukan titik koordinat.
6.	Van Dorn Water Sampler	4,2 L	Apal-VHA3	Mengambil sampel air.
7.	Coolbox	70 x 49 x 40 (60 kg)	AG 75	Tempat menyimpan sampel air.
8.	Alat tulis	-	Snowman	Mencatat data penelitian.
9.	Kamera	-	Handphone	Mendokumentasikan penelitian.

Tabel 6. Bahan penelitian

No	Bahan	Volume	Kegunaan
1.	Sampel air	10,5 L	Objek penelitian.
2.	Aquades	1 L	Mengkalibrasi alat.
3.	Botol sampel	3 L	Wadah sampel air.
4.	Botol kaca	500 mL	Wadah sampel air.
5.	Tissue	160 sheets	Mengeringkan alat setelah kalibrasi.

3.3 Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif, yaitu metode dengan susunan kegiatan berupa mengumpulkan data, menganalisis data dan mengkorelasikan antara aktivitas di sekitar DAS terhadap tingkat pencemaran air sungai. Kegiatan pengumpulan data dalam penelitian ini

menggunakan metode observasi dan dokumentasi. Metode observasi berupa pengambilan sampel secara langsung, sedangkan metode dokumentasi berupa pengambilan gambar atau memotret sampel-sampel penelitian yang diambil di lapangan (Sholihah et al., 2020).

3.3.1 Penentuan Titik Sampling

Penentuan lokasi (stasiun) dan titik pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan metode survei langsung untuk mengetahui kondisi ataupun penggunaan lahan di sekitar aliran sungai yang mendukung dalam kegiatan penelitian. Selain itu, diterapkan juga teknik *purposive sampling* yaitu metode pengambilan sampel yang dirancang untuk memastikan bahwa sampel yang dipilih secara akurat dapat mewakili populasi dari lokasi penelitian.

Penentuan titik lokasi sampling dibagi menjadi 3 (tiga) stasiun dengan masing-masing stasiun memiliki 1 (satu) titik sampling berdasarkan perbedaan karakteristik setiap stasiun dengan harapan dapat mewakili wilayah penelitian. Selain itu, terdapat beberapa pertimbangan yang dilakukan oleh peneliti dalam penentuan titik sampling yaitu didasari atas kemudahan akses, biaya maupun waktu dalam penelitian. Stasiun pertama terdapat pemukiman yang mendominasi wilayah sekitar aliran sungai, sehingga memungkinkan adanya pencemaran dari buangan limbah rumah tangga. Stasiun kedua terdapat pertemuan anak sungai dan hutan riparian yang mendominasi wilayah sekitar aliran sungai, sehingga memungkinkan adanya pencemaran dari masukan beberapa anak sungai. Stasiun ketiga merupakan muara dan terdapat pemukiman yang mendominasi wilayah sekitar aliran sungai, sehingga memungkinkan adanya pencemaran dari hulu dan limbah rumah tangga disekitarnya. Stasiun pengambilan sampel air yang digunakan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 2.

Tabel 7. Stasiun pengambilan sampel air

No	Stasiun	Lokasi	Titik Koordinat
1.	Stasiun 1	Pemukiman	5°30'40.19"LS 105°15'28.63"BT
2.	Stasiun 2	Pertemuan anak sungai	5°30'42.90"LS 105°15'29.20"BT
3.	Stasiun 3	Muara dan Pemukiman	5°30'45.17"LS 105°15'30.10"BT

3.3.2 Pengambilan Sampel Air

Sampel air sungai diambil secara langsung dari Sungai Way Kuala sesuai dengan pedoman SNI No. 57 tahun 2008 tentang pengambilan sampel air permukaan. Sampel diambil di setiap lokasi, tergantung pada debit sungai. Ketika debit sungai kurang dari 5-150 m³/s, sampel diambil dari satu titik, yaitu di tengah sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan dan ditempatkan berlawanan arah dengan arus sungai.

Sampel air yang diambil diperuntukan untuk beberapa parameter yang dianalisis secara *ex situ*, yaitu *total suspended solid* (TSS), *biological oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD), amonia, *methylen blue active surfactant* (MBAS), logam berat cadmium (Cd) dan *fecal coliform*. Wadah untuk pengambilan sampel tersebut tentunya perlu diperhatikan, dimana terdapat beberapa jenis botol sampel yang digunakan yaitu botol plastik ukuran 1000 mL untuk parameter TSS dan MBAS, botol plastik ukuran 250 mL untuk parameter amonia, COD dan logam berat kadmium, botol gelap ukuran 1000 mL untuk parameter BOD, dan botol kaca ukuran 250 mL yang dibalut alumunium foil untuk parameter *fecal coliform*. Wadah diletakkan terbalik ke dalam sungai pada kedalaman yang tepat, lalu diputar tegak lurus hingga botol terisi penuh air. Tutupnya dibenamkan untuk mencegah udara masuk ke dalam wadah. Setelah itu, botol diangkat ke permukaan air, diberi label berisi detail lokasinya, dan dimasukkan ke dalam coolbox untuk dibawa ke laboratorium. Berikut penyimpanan sampel air sungai yang dilakukan:

1. Wadah Sampel untuk setiap stasiun:

- Botol plastik 1000 mL
- Botol plastik 250 mL
- Botol gelap 1000 mL
- Botol kaca 250 mL

2. Pengawetan Sampel

- Penambahan bahan kimia asam nitrat (HNO₃) sampai pH menjadi 1-2 untuk sampel logam berat cd.

- Pendinginan dengan suhu penyimpanan sampel sekitar 4°C untuk memperlambat proses perubahan biologis dan kimiawi yang dapat terjadi.
3. Penghindaran Kontaminasi
Wadah sampel harus ditutup rapat untuk menghindari terjadinya kontaminasi dengan debu, tanah, atau bahan kimia lain.
 4. Label dan Catatan
Setiap sampel diberi label yang jelas, mencakup informasi seperti tanggal dan waktu pengambilan, lokasi, dan parameter yang akan diuji.

3.3.3 Pengukuran Parameter Kualitas Air

Kualitas air dinilai secara *in situ* dengan melakukan pengukuran di lapangan selama pengambilan sampel dan secara *ex situ* dengan mengumpulkan sampel air yang kemudian dianalisis lebih lanjut di laboratorium BSPJI Bandar Lampung. Parameter kualitas perairan yang diuji secara langsung (*in situ*) di lapangan antara lain:

- 1) Parameter suhu diukur dengan menggunakan termometer dengan satuan °C.
Cara yang dilakukan untuk mengukur suhu yaitu dengan mencelupkan termometer ke dalam kolom perairan sampai seluruh bagian yang berisi cairan terendam. Tunggu beberapa saat hingga angka pada termometer stabil, lalu baca skala yang ditunjukkan dan catat hasilnya. Sebelum dilakukan pengukuran, termometer terlebih dahulu dikalibrasi dengan mencelupkannya ke dalam aquades agar mendapatkan hasil yang optimal.
- 2) pH (*potential of hydrogen*) diukur dengan menggunakan pH meter. Cara yang dilakukan untuk mengukur pH yaitu dengan mencelupkan *probe* pada pH meter ke dalam kolom perairan sampai hasil pengukuran yang muncul pada layar monitor menunjukkan angka konstan, lalu catat hasilnya. Sebelum dilakukan pengukuran, pH meter terlebih dahulu dikalibrasi dengan mencelupkannya ke dalam aquades agar mendapatkan hasil yang optimal.
- 3) Parameter arus diukur dengan menggunakan *current meter* yang diatur pada satuan m/s. Cara yang dilakukan untuk mengukur arus yaitu dengan mencelup-

kan *current meter* ke dalam kolom perairan sampai hasil pengukuran muncul pada layar monitor, lalu catat hasilnya.

- 4) Parameter *dissolved oxygen* (DO) diukur dengan menggunakan DO meter yang diatur pada satuan mg/L. Cara yang dilakukan untuk mengukur DO yaitu dengan mencelupkan *probe* pada DO meter ke dalam kolom perairan sampai hasil pengukuran yang muncul pada layar monitor menunjukkan angka konstan, lalu catat hasilnya. Sebelum dilakukan pengukuran, DO meter terlebih dahulu dikalibrasi dengan mencelupkannya ke dalam aquades agar mendapatkan hasil yang optimal.

Parameter kualitas perairan lainnya diuji secara *ex situ* di laboratorium.

Parameter-parameter yang diuji tersebut antara lain:

a. *Total Suspended Solid* (TSS)

Uji TSS dilakukan menggunakan teknik analisis gravimetri sebagaimana diuraikan dalam SNI 6989.3:2019. Prinsip analisis gravimetri didasarkan pada proses penimbangan berat, yaitu dengan menggunakan zat pengendap untuk membentuk padatan dari senyawa uji. Padatan ini kemudian disaring melalui media yang telah dibasahi dengan air deionisasi. Penyaringan dilanjutkan menggunakan sistem vakum hingga tiris. Padatan kemudian ditempatkan dalam cawan Petri, dikeringkan menggunakan oven, dan didinginkan dalam desikator. Setelah itu, berat padatan ditentukan. Prosedur dari tahap pengeringan dan seterusnya diulang hingga mencapai berat yang stabil. Dengan berat sampel yang stabil, jumlah zat yang ada dapat dihitung.

b. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Uji BOD dilakukan secara *ex situ* dengan analisis laboratorium sesuai SNI 6989.72-2009. Selama pengujian, sampel dimasukkan ke dalam larutan pengencer kaya oksigen yang mengandung nutrisi dan kultur mikroba. Campuran ini disimpan di ruang gelap pada suhu 20°C selama 5 hari. Nilai BOD ditentukan dengan menilai perubahan kadar oksigen terlarut dari hari ke-0 hingga hari ke-5. Larutan glukosa dan asam glutamat digunakan sebagai bahan baku pembanding.

c. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Uji COD dilakukan secara *ex situ* dengan analisis laboratorium sesuai dengan metode MU.SS-UJI 90 (spektrofotometri). Untuk pengujian ini, sejumlah sampel yang ditentukan diambil menggunakan pipet atau mikroburet, dan larutan reagen asam sulfat ditambahkan ke dalam sampel dalam tabung reaksi. Tabung ditutup rapat dan diaduk perlahan hingga larutan homogen tercapai. Kemudian, larutan dipanaskan di atas hot plate pada suhu 150°C selama 2 jam. Setelah didinginkan hingga suhu ruang, larutan dibiarkan mengendap. Sampel dianalisis menggunakan spektrometer yang diatur pada panjang gelombang 600 nm untuk nilai COD berkisar antara 100 hingga 900 mg/l, atau 420 nm untuk nilai COD 90 mg/l atau lebih rendah.

d. *Amonia*

Amonia diukur secara *ex situ* melalui analisis laboratorium menggunakan metode fenat secara spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 640 nm. Metode fenat, yang mengikuti standar MU.SS-UJI 95 (spektrofotometri), dapat mengidentifikasi konsentrasi amonia antara 0,1 hingga 0,6 ppm. Metode ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa amonia bereaksi dengan hipoklorit dan fenol, dengan bantuan katalitik dari natrium nitroprusida menghasilkan senyawa biru indofenol. Keunggulan utama metode fenat adalah sensitivitasnya yang tinggi.

e. *Methylen Blue Active Surfactant (MBAS)*

Pengukuran MBAS dilakukan secara *ex situ* dengan analisis di laboratorium menggunakan metode uji MU.SS-UJI 127 (spektrofotometri). Uji ini didasarkan pada interaksi antara surfaktan anionik dan metilen biru, menghasilkan pasangan ion biru yang larut dalam pelarut organik. Intensitas warna biru yang dihasilkan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 652 nm. Tingkat serapan yang terekam sesuai dengan konsentrasi surfaktan anionik, karena terbentuknya pasangan ion antara anion MBAS dan kation metilen biru.

f. Logam Berat Cadmium (Cd)

Konsentrasi logam berat kadmium (Cd) dinilai secara *ex situ* dengan analisis laboratorium menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA), mengikuti SNI 06-6989.38-2005. Teknik ini didasarkan pada konsep dasar interaksi gelombang elektromagnetik dengan atom. Selama proses SSA, larutan yang mengandung sampel diuapkan, yang mengubah logam menjadi atom-atom individual. Atom-atom bebas ini kemudian menyerap energi dari lampu katoda berongga (*hollow cathode lamp/HCL*) yang dirancang khusus untuk logam yang dianalisis. Tingkat penyerapan dicatat pada panjang gelombang yang berbeda berdasarkan karakteristik logam.

g. *Fecal Coliform*

Parameter ini dianalisis menggunakan prosedur SM 23rd.9221-2017. Analisis dilakukan secara sistematis menggunakan teknik statistik yang berakar pada teori probabilitas. Sampel ditempatkan dalam tabung reaksi, menggunakan beberapa tabung dengan larutan pengencer yang bervariasi dalam tingkat pengenceran (10^{-1} hingga 10^{-3}). Tabung sampel ditempatkan dalam larutan pengenceran 10^{-1} hingga tercampur rata. Proses ini dilanjutkan hingga mencapai pengenceran 10^{-3} . Tabung yang telah diinokulasi disimpan pada suhu 35°C . Setelah 24 jam, diamati adanya pertumbuhan, produksi gas, atau reaksi asam (yang tampak sebagai warna kuning). Jika tidak ditemukan reaksi gas atau asam, sampel diinkubasi kembali dan dievaluasi ulang setelah 48 jam. Tidak adanya reaksi asam atau pembentukan gas setelah 48 jam menandakan hasil negatif untuk *Coliform*.

3.4 Analisis Data

Analisis data merupakan tahap penting dalam metodologi penelitian. Analisis data bertujuan untuk mengolah dan menginterpretasikan informasi yang telah dikumpulkan, sehingga dapat menghasilkan kesimpulan yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu

STORET, indeks pencemaran dan *canadian council of ministers of the environment* (CCME WQI).

3.4.1 Metode STORET

Penentuan status mutu air dengan metode ini menggunakan sistem nilai dari “US-EPA (*Environmental Protection Agency*)”, dimana mutu air diklasifikasi menjadi 4 (empat) kelas yang disajikan pada tabel 9.

Tabel 8. Klasifikasi status mutu air metode storet

Kelas	Skor	Status Mutu Air
A (baik sekali)	0	Memenuhi baku mutu
B (baik)	-1 s/d -10	Cemar ringan
C (sedang)	-11 s/d -30	Cemar sedang
D (buruk)	≥ -31	Cemar berat

Sumber : US-EPA (*Environmental Protection Agency*)

Metode STORET digunakan untuk menentukan status mutu air dengan cara berikut:

1. Mengumpulkan informasi kualitas air secara konsisten untuk membentuk serangkaian data dari waktu ke waktu (*time series data*).
2. Evaluasi hasil untuk setiap parameter kualitas air terhadap nilai baku mutu yang ditetapkan terkait dengan kelas air.
3. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran < baku mutu) maka diberi skor 0.
4. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu), maka diberi skor sesuai tabel 10.

Tabel 9. Penentuan sistem nilai untuk menentukan status mutu air

Jumlah Parameter	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber: Canter (1977)

5. Jumlah negatif dari seluruh paramater dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai yang diklasifikasikan menjadi 4 kelas.

3.4.2 Indeks Pencemaran (IP)

Sebagaimana tercantum dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Lampiran II tentang pedoman penentuan status mutu air. Lampiran ini menjelaskan bahwa status mutu air dapat dievaluasi melalui pendekatan STORET atau pendekatan indeks pencemaran. Dikenal sebagai Indeks Pencemaran (*pollution index*), sistem ini menilai tingkat kontaminasi berdasarkan paramater kualitas air yang diizinkan. Perhitungan indeks pencemaran (IP) memiliki fungsi yang berbeda dan dapat disesuaikan untuk berbagai penggunaan di berbagai wilayah perairan atau sungai. Indeks pencemaran (IP) dihitung menggunakan rumus berikut.

$$P_{ij} = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})^2 M + (C_i/L_{ij})^2 R}{2}}$$

Keterangan:

P_{ij} : 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

M : Maksimum

R : Rata-rata

Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat tidaknya suatu perairan dipakai untuk peruntukan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu. Pada indeks pencemaran, status mutu air diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelas yang disajikan pada tabel 10.

Tabel 10. Klasifikasi status mutu air metode indeks pencemaran

No	Skor	Status Mutu Air
1	$0 < IP < 1,0$	Memenuhi baku mutu
2	$1 < IP < 5$	Cemar ringan
3	$5 < IP < 10$	Cemar sedang
4	$10 > IP$	Cemar berat

Sumber : Keputusan Menteri LH No. 115 Tahun 2003

Perhitungan IP sesuai dengan pedoman pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 dilakukan sesuai dengan prosedur berikut:

1. Hitung harga C untuk tiap parameter pada setiap titik sampling dengan C_i adalah konsentrasi hasil pengukuran dan L_{ij} adalah baku mutu yang harus dipenuhi dalam PP No. 82 tahun 2001 untuk peruntukan air kelas 2
2. Prosedur perhitungan (C_i/L_{ij}) baru berdasarkan kondisi parameter:
 - Jika nilai konsentrasi parameter yang menurun menyatakan tingkat pencemaran meningkat, misal DO. Tentukan nilai teoritik atau nilai maksimum C_{im} (misal untuk DO, maka C_{im} merupakan nilai DO jenuh). Dalam kasus ini nilai C_i/L_{ij} hasil pengukuran digantikan oleh nilai C_i/L_{ij} hasil perhitungan yaitu :

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{C_{im} - C_i \text{ (hasil pengukuran)}}{C_{im} - L_{ij}}$$

- jika nilai baku L_{ij} memiliki rentang

- untuk $C_i \leq L_{ij}$ rata-rata

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}]}{\{(L_{ij})_{\text{minimum}} - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}\}}$$

- untuk $C_i > L_{ij}$ rata-rata

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}]}{\{(L_{ij})_{\text{maksimum}} - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}\}}$$

- keraguan timbul jika dua nilai (C_i/L_{ij}) berdekatan dengan nilai acuan 1,0 misal $C_1/L_{1j} = 0,9$ dan $C_2/L_{2j} = 1,1$ atau perbedaan yang sangat besar, misal $C_3/L_{3j} = 5,0$ dan $C_4/L_{4j} = 10,0$.

Dalam contoh ini tingkat kerusakan badan air sulit ditentukan. Cara untuk mengatasi kesulitan ini adalah :

- 1) Penggunaan nilai (C_i/L_{ij}) hasil pengukuran kalau nilai ini $< 1,0$.
- 2) Penggunaan nilai $(C_i/L_{ij})_{\text{baru}}$ jika nilai (C_i/L_{ij}) hasil pengukuran $> 1,0$.

$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1,0 + P \cdot \log (C_i/L_{ij})$ hasil pengukuran P adalah konstanta dan nilainya ditentukan dengan bebas dan disesuaikan dengan hasil pengamatan lingkungan dan atau persyaratan yang dikehendaki untuk suatu peruntukan (biasanya digunakan nilai 5 berdasarkan KLH No. 115 Tahun 2003).

3. Tentukan nilai rata-rata dan nilai maksimum dari keseluruhan C_i/L_{ij} ($(C_i/L_{ij})_R$ dan $(C_i/L_{ij})_M$)
4. Tentukan harga P_{ij}

$$P_{ij} = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})^2 M + (C_i/L_{ij})^2 R}{2}}$$

Keterangan:

P_{ij} : Indeks pencemaran bagi peruntukan j

C_i : Konsentrasi parameter kualitas air i

L_{ij} : Konsentrasi parameter kualitas air i yang tercantum dalam baku mutu peruntukan air

M : Maksimum

R : Rata-rata

3.4.3 Canadian Council of Ministers of The Environment (CCME WQI)

CCME WQI adalah suatu alat yang mudah digunakan, dirancang bagi publik untuk memperoleh informasi kualitas air secara terperinci. Pendekatan ini menentukan kualitas mutu air melalui persamaan sebagai berikut:

$$\text{CCME WQI} = 100 - \left(\sqrt{\frac{F1^2 + F2^2 + F3^2}{1,732}} \right)$$

- F1 (*Scope*) menyatakan persentase variabel-variabel yang tidak memenuhi baku mutu, setidaknya untuk satu kali periode waktu (variabel gagal) relatif terhadap jumlah variabel yang diukur.

$$F1 = \left(\frac{\text{Jumlah parameter yang melebihi baku mutu}}{\text{Total parameter yang dilakukan pengukuran}} \right) \times 100$$

- F2 (*Frequency*) menyatakan persentase uji setiap parameter yang tidak memenuhi baku mutu (uji gagal).

$$F2 = \left(\frac{\text{Jumlah tes yang tidak memenuhi baku mutu}}{\text{Total jumlah tes}} \right) \times 100$$

- F3 (*Amplitude*) menyatakan jumlah dimana nilai uji gagal tidak memenuhi baku mutu. F3 dihitung dengan tiga langkah yaitu sebagai berikut.

- Jumlah waktu dimana konsentrasi masing-masing > atau < baku mutu minimum baku mutu (*excursion*).

Jika nilai uji > baku mutu, maka:

$$excursion = \left(\frac{\text{Baku mutu}}{\text{Nilai konsentrasi yang tidak memenuhi baku mutu}} \right) - 1$$

Jika nilai uji < baku mutu, maka:

$$excursion = \left(\frac{\text{Nilai konsentrasi yang tidak memenuhi baku mutu}}{\text{Baku mutu}} \right) - 1$$

- Uji *excursion* dari baku mutu dan membagi total nilai uji, baik yang terpenuhi dan yang tidak terpenuhi). Variabel ini disebut sebagai jumlah normalisasi *excursion* atau dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$nse = \sum excursion$$

- F3 kemudian dihitung dengan fungsi asimtotik dengan skala jumlah dari nse dengan kisaran harga antara 0 sampai 100

$$F3 = \frac{nse}{0,01 nse + 0,01}$$

- Pembagi 1,732 menjadikan nilai resultan normal dengan rentang antara 0 dan 100, dimana 0 merepresentasikan kualitas air sebagai *worst/poor* dan 100 sebagai *best/excellent*. CCME WQI memiliki kategori angka antara 0 (terburuk) sampai 100 (terbaik) dalam merefleksikan status mutu/kualitas air. Representasi skor CCME WQI dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 11. Klasifikasi status mutu air metode CCME WQI

Rentang Skor	Status Mutu
95-100	Sangat Baik (<i>Excellent</i>)
80-94	Baik (<i>Good</i>)
65-79	Cukup (<i>Fair</i>)
45-64	Kurang (<i>Marginal</i>)
0-44	Buruk (<i>Poor</i>)

Sumber : Lumb et al. (2011)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

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

1. Kondisi kualitas air Sungai Way Kuala dilihat dari parameter fisika, kimia, dan biologi. Sebagian besar parameter fisika masih sesuai baku mutu kelas I – IV, sedangkan parameter kimia sudah tidak sesuai baku mutu kelas I – III dan parameter biologi sudah tidak sesuai baku mutu kelas I – IV.
2. Ketiga metode yang digunakan (STORET, Indeks Pencemaran, dan CCME WQI) menunjukkan bahwa kondisi sungai pada seluruh stasiun masuk ke dalam kategori tercemar. Berdasarkan hasil analisis penentuan status mutu air Sungai Way Kuala:
 - a. Status mutu air Sungai Way Kuala berdasarkan metode STORET dengan baku mutu air kelas I, II, III yaitu seluruh stasiun dikategorikan sebagai cemar berat, sedangkan baku mutu air kelas IV yaitu seluruh stasiun dikategorikan sebagai cemar sedang.
 - b. Status mutu air Sungai Way Kuala berdasarkan metode indeks pencemaran dengan baku mutu air kelas I yaitu seluruh stasiun dikategorikan sebagai cemar sedang, baku mutu kelas II yaitu stasiun 1 dan 3 dikategorikan cemar sedang sedangkan stasiun 2 dikategorikan cemar ringan, baku mutu kelas III yaitu stasiun 1 dan 2 dikategorikan cemar ringan sedangkan stasiun 3 dikategorikan cemar sedang, baku mutu kelas IV yaitu stasiun 1 dan 2 dikategorikan sebagai cemar ringan sedangkan stasiun 3 dikategorikan cemar sedang.
 - c. Status mutu air Sungai Way Kuala berdasarkan metode CCME WQI dengan baku mutu air kelas I yaitu stasiun 1 dan 2 dikategorikan status kurang se-

dangkan stasiun 3 dikategorikan status buruk, baku mutu kelas II dan III yaitu seluruh stasiun dikategorikan status kurang, baku mutu kelas IV yaitu seluruh stasiun dikategorikan status cukup.

5.2 Saran

Kondisi Sungai Way Kuala yang sudah tercemar tidak cocok untuk digunakan kegiatan rumah tangga, rekreasi dan budidaya. Namun, masih dapat digunakan untuk kegiatan peternakan dan air untuk mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Diharapkan pemerintah setempat dapat melakukan pengadaan sistem pengelolaan air limbah domestik guna mengurangi pencemaran air Sungai Way Kuala serta memperketat penegakan hukum dengan implementasi peraturan pemerintah dan undang-undang terkait. Selain itu, diperlukan edukasi dari pemerintah untuk membangun kesadaran masyarakat dalam menjaga ekosistem sungai dengan mengurangi masukan bahan pencemar.

DAFTAR PUSTAKA

- Addzikri, A. I. & Rosariawari, F. (2023). Analisis kualitas air permukaan Sungai Brantas berdasarkan parameter fisik dan kimia. *Insologi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(3), 550-560. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i3.1981>
- Agustina, Y., & Atina. (2022). Analisis kualitas air Anak Sungai Sekanak berdasarkan parameter fisika tahun 2020. *Jupiter*, 4(1), 13-19. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v4i1.7875>
- Agustiningsih, D. (2012). Kajian kualitas air Sungai Blukar Kabupaten Kendal dalam pengendalian pencemaran air sungai (No Publikasi 36856) [Tesis, Universitas Diponegoro Semarang]. Repository Universitas Diponegoro Semarang.
- Agustiningsih, D., Sasongko, S.B., & Sudarno. (2012). Analisis kualitas air dan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal Presipitasi*, 9(2), 64-71. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v9i2.64-71>
- Agustira, R., Kemala, S.L., & Jamilah. (2013). Kajian karakteristik kimia air, fisika air dan debit sungai pada kawasan DAS Padang akibat pembuangan limbah tapioka. *Jurnal Agroekoteknologi*, 1(2), 615-625. <https://doi.org/10.32734/jaet.v1i3.2939>
- Al-Rosyid, L. M. (2019). Hubungan Antara Rasio BOD/COD Terhadap Partisi Oktanol Air Pada Zat Organik (No Publikasi 60538) [Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya]. Repository Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Alfatihah, A., Latuconsina, H., & Prasetyo, H. D. (2022). Analisis kualitas air berdasarkan parameter fisika dan kimia di Perairan Sungai Patrean Kabupaten Sumenep. *Aquacoastmarine: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(2), 76-84. <https://doi.org/10.32734/jafs.v1i2.9174>
- Alkindi, F. F., Budiono, R., & Al-Islami, F. N. (2023). Analisis kadar amonia dalam air sungai di daerah industri Sier Surabaya menggunakan metode fenat secara spektrofotometri visible. *Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 12(2), 181-189. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v12i2.234>

- Anggraini, I. M., & Syahwanti, H. (2022). Pemetaan sebaran kandungan tingkat keasaman (pH) air Sungai Mahap Kabupaten Sekadau. *Jurnal Teknologi Infrastruktur*, 1(1), 1-6.
<https://jurnal.upb.ac.id/index.php/ft/article/view/252>
- APHA. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association.
- Aprillina, E. N., Kusumawardani, S. W. D., & Abida, I. W. (2023). Sebaran kandungan amonia (NH₃) di aliran Sungai Desa Pejagan, Kabupaten Bangkalan. *Seminar Ilmiah Nasional Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-Universitas Muslim Indonesia*, 3, 68-76.
- Ariadi, H., Wafi, A., & Madusari, B. D. (2021). *Dinamika oksigen terlarut (studi kasus pada budidaya udang)*. Adab.
- Ariani, Y. W., Damai, A. A., & Kartini, N. (2021). Pemantauan kualitas air sungai perairan Sungai Semuong di dalam Hutan Lindung Register 39, Desa Gunung Doh, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 26(1), 7–12.
<http://dx.doi.org/10.31258/jpk.26.1.7-12>
- Asdak, C. (2023). *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*. Gadjah Mada University Press.
- Atima, W. A. (2015). BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah. *Jurnal Biology Science and Education*, 4(1), 83-93.
<https://doi.org/10.33477/bs.v4i1.532>
- Azzuhra, H. I. (2022). Pemodelan kualitas air permukaan sungai pada parameter tss dan cod menggunakan software qual2kw (studi kasus: Sungai Winongo Yogyakarta) (No Publikasi 41965) [Skripsi, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta]. Repository Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Booth, D. B., Roy, A. H., Smith, B., & Capps, K. A. (2016). Global perspectives on the urban stream syndrome. *Freshwater Science*, 35(1), 412-420.
<https://doi.org/10.1086/684940>
- Canter, W. L. (1977). *Environmental Impact Assessment*. Mc. Graw-Hill Company. <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20129504&lokasi=lokal>
- Caya, T. G., Suprodjo, S. W., & Muta'ali, L. (2015). Optimalisasi penggunaan lahan untuk agroforestri di Daerah Aliran Sungai Cimanuk Propinsi Jawa Barat. *Jurnal teknoains*, 4(1), 39-53.
<https://doi.org/10.22146/teknoains.6047>
- Danil, R., Kirom, M. R., & Qurtobi, A. (2017). Analisis pengaruh suhu dan pH terhadap penurunan kadar chemical oxygen demand dalam sistem

temperature phased anaerobic digestion dengan substrat limbah makanan. *e-Proceeding of Engineering*, 4(2), 2174-2181.
<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/723/689>

Daroini, T. A., & Arisandi, A. (2020). Analisis BOD (biological oxygen demand) di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bengkulu. *Juvenil*, 1(4), 558-566. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i4.9037>

Dewi, E. R. (2022). Analisis cemaran logam berat arsen, timbal, dan merkuri pada makanan di wilayah Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 18(1), 1-9.
<https://doi.org/10.19184/ikesma.v18i1.20529>

Dharmawan, A., Wahyuningsih, S. & Novita, E. (2020). Laju deoksigenasi Sungai Bedadung Hilir Akibat Pencemar Organik. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(1), 109–117. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/105044>

EPA. (2013). *Water Quality Standards for Fecal Coliform*. U.S. Environmental Protection Agency.

Fadhlan, A. (2016). Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan bandeng (*Chanos-Chanos*) di beberapa pasar tradisional Kota Makassar (Skripsi Tidak Terpublikasi). Uin Alauddin Makassar.

Fadillah, M., Irsan, R., & Jati, D. R. (2023). Studi kandungan asam pada air hujan di Kota Pontianak. *ECOLAB*, 17(1), 25-32.
<http://dx.doi.org/10.59495/jklh.2023.17.1.25-32>

Febrianty, A. (2022). Efisiensi penurunan kadar amonia (NH₃) air limbah tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) menggunakan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) (No Publikasi 68382) [Skripsi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta]. Repository UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Firdaus, M. (2019). Kajian kandungan logam berat kadmium (Cd), kromium (Cr) dan merkuri (Hg) pada sedimen di Sungai Way Kuala Lampung secara spektrofotometri serapan atom (No Publikasi 57100) [Skripsi, Universitas Lampung]. Repository Universitas Lampung.

Fitria, L., Desmaiani, H., Marcelina, M., Syafrianto, M. K., & Khairi, S. (2020). Status mutu air pada lahan gambut di Sungai Putat Kota Pontianak Kalimantan Barat. *Rekayasa*, 13(1), 45-48.
<https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i1.5920>

Foenay, T. A. Y., Koni, T. N. I., & Paga, A. (2024). Perubahan pH, kadar air dan bahan organik dedak padi yang difermentasi dengan campuran cairan rumen dan nira lontar pada level yang berbeda. *Prosiding Seminar*

Nasional Hasil-Hasil Penelitian, 7(1), 470-477.

<https://ejurnal.politanikoe.ac.id/index.php/psnp/article/view/429>

Gazali, I., Widiatmono, R. B., & Wirosodarmo, R. (2013). Evaluasi dampak pembuangan limbah cair pabrik kertas terhadap kualitas air Sungai Klintar Kabupaten Nganjuk. *In Press Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 1(2), 1-8.

<https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/114/122>

Gazali, M., & Widada, A. (2021). Analisis kualitas dan perumusan strategi pengendalian pencemaran air sungai Bangkahulu Bengkulu. *Journal of Nursing and Public Health*, 9(1), 54-60.

<https://doi.org/10.37676/jnph.v9i1.1441>

Genanaw, W., Kanno, G. G., Derese, D., & Aregu, M. B. (2021). Effect of wastewater discharge from coffee processing plant on river water quality, Sidama Region, South Ethiopia. *Environmental Health Insights*, 15, 1-12.

<https://doi.org/10.1177/11786302211061047>

Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, & Maury, H. K. (2018). Konsentrasi amoniak, nitrat dan fosfat di Perairan Distrik Depapre, Kabupaten Jayapura. *EnviroScientiae*, 14(1), 8-15.

<https://dx.doi.org/10.20527/es.v14i1.4887>

Harish, A. H., Annisa, N., Abdi, C., & Prasetya, H. (2020). Sebaran kualitas air dalam aliran Sungai Kuin Kota Banjarmasin. *Jernih: Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*, 3(2), 47-54. <https://doi.org/10.20527/jernih.v3i2.597>

Herlambang, P., & Hendriyanto, O. (2015). Fitoremediasi limbah deterjen menggunakan kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) dan genjer (*Limnocharis flava* L.). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 100-114.

<https://core.ac.uk/reader/83593090>

Hermawan, Y. I., & Wardhani, E. (2021). Analisis dampak limbah domestik terhadap kualitas air Sungai Cibeureum, Kota Cimahi. *Prosiding Simposium Nasional Teknologi Infrastruktur (SNTI) UGM*, 1, 611-618.

<http://eprints.itenas.ac.id/id/eprint/1753>

Hidayat, R. R. (2021). Analisis perubahan kualitas air Sungai Way Kuala Hilir Kota Bandar Lampung (Tugas Akhir Tidak Terpublikasi). Politeknik Negeri Lampung.

Hidayat, D., & Novita, N. P. I. (2012). Sebaran kandungan logam berat Cd pada sedimen di Muara Sungai Way Kuala Bandar Lampung. *Molekul*, 7(1), 82-88. <http://dx.doi.org/10.20884/1.jm.2012.7.1.109>

- Horne, J. P. & Hubbart, J. A. (2020). A spatially distributed investigation of stream water temperature in a contemporary mixed-land-use watershed. *Water*, 12(6), 1-25. <https://doi.org/10.3390/w12061756>
- Ismiyati, I., Budieny, H., Narayudha, M., Salamun, S., Putra, A. D., & Reka, W. (2016). Pengembangan transportasi sungai Kota Semarang sebagai transportasi perintis tujuan wisata air (studi kasus kanal banjir barat Kota Semarang). *Teknik*, 37(2), 47-53. <http://dx.doi.org/10.14710/teknik.v37i2.9373>
- Istiana, I., Asy'ari, Z., Setyaningsih, D. A., & Gunawan, S. (2024). Observasi geomorfologi dan pola aliran sungai daerah Bentarsari dan sekitarnya, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Energi dan Mineral*, 1(1), 1-9. <https://journal-demo.pubmedia.id/index.php/jiem/article/view/44/15>
- Khasanah, N. D. (2023). Efektivitas penambahan effective microorganisme-4 (em4) sebagai peningkatan kualitas air pada Sungai Dinoyo Lamongan (No Publikasi 2468) [Tesis, Universitas Islam Lamongan]. Repository Universitas Islam Lamongan.
- Kiswanto, K., Wintah, W., & Rahayu, N. L. (2020). Analisis logam berat (mn, fe, cd), sianida dan nitrit pada air asam tambang batu bara. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*, 18(1), 20-26. <https://doi.org/10.54911/litbang.v18i0.116>
- Kumar, R. D. H., & Lee, S. M. (2012). Water pollution and treatment technologies. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, 2(5), 1-2. <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0525.1000e103>
- Kusniawati, E., & Budiman, H. (2020). Analisa sifat air injeksi berdasarkan parameter ph, tss, tds, do dan kesadahan. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 11(2), 9-21. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v11i02.109>
- Kusuma, S. V., & Setyono, J. S. (2013). Adaptasi masyarakat dalam menghadapi kerentanan air bersih akibat perubahan iklim di Kelurahan Tandang, Kecamatan Tembalang, Semarang. *Teknik PWK (Perencanaan Wilayah Kota)*, 2(3), 840-850. <https://doi.org/10.14710/tpwk.2013.2950>
- Kusumastuti, S. W., Bisri, M., Solichin, M., Prayogo, T. B., Septiariva, I. Y., & Limantara, L. M. (2021). Water quality monitoring and evaluation in the Bengawan Solo River region. *TRKU*, 62(3), 797-806. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/641/1/012024>
- Larasati, N. N., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., Zainuri, M., & Kunarso. (2021). Kandungan pencemar deterjen dan kualitas air di Perairan Muara Sungai Tapak, Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1), 1-13. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i1.9470>

- Leonard, F. (2024). Identifikasi risiko pencemaran air limbah domestik. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 2(1), 33-42.
<https://doi.org/10.56963/judiateks.v2i1.369>
- Lumb, A., Sharma, T. C., & Bibeault, J. F. (2011). A review of genesis and evolution of water quality index (WQI) directions. *Water Quality, Exposure and Health*, 3(1), 11-24. <https://doi.org/10.1007/s12403-011-0040-0>
- Lumaela, A. K., Otok, B. W., & Sutikno, S. (2013). Pemodelan chemical oxygen demand (COD) sungai di Surabaya dengan metode mixed geographically weighted regression. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(1), 100-105.
<https://doi.org/10.12962/j23373520.v2i1.3204>
- Margareta, J. (2022). Gambaran pengolahan dan analisis kualitas limbah cair pada outlet kolam limbah (OKL) di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang (No Publikasi 130942) [Disertasi, Universitas Airlangga Surabaya]. Repository Universitas Airlangga Surabaya.
- Marlina, N., Hudori, & Hafidh, R. (2017). Pengaruh kekerasan 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. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol9.iss2.art6>
- Marsudi, Suwanto, & Rahmah, D. L. (2021). *Morfologi Sungai*. CV. Ae Media Grafika.
- Maryono, A. (2020). *Menangani Banjir, Kekeringan Dan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press.
- Masykur, H. Z., Amin, B., Jasril, J., & Siregar, S. H. (2018). Analisis status mutu air sungai berdasarkan metode STORET sebagai pengendalian kualitas lingkungan (Studi kasus: dua aliran sungai di Kecamatan Tembilahan Hulu, Kabupaten Indragiri Hilir, Riau). *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 5(2), 84-96. <http://dx.doi.org/10.31258/dli.5.2.p.84-96>
- Mulia, M. I., & Syafiuddin, A. (2022). Kemampuan saringan pasir lambat dikombinasikan dengan karbon aktif sebagai alternatif pengolahan air limbah tempe. *Jurnal Sosial dan Sains*, 2(8), 874-888.
<https://doi.org/10.59188/jurnalsosains.v2i8.450>
- Mulyanto. (2007). *Sungai, Fungsi & Sifat-sifatnya*. Graha Ilmu.
- Mursalin, S. (2024). Analisis kadar total suspended solid (TSS) di daerah hot spot pada perairan Sungai Tallo, Kota Makassar (No Publikasi 38933) [Skripsi, Universitas Hasanuddin Makassar]. Repository Universitas Hasanuddin Makassar.

- Muslim, B., Sejati, S., Gusti, A., & Sugriarta, E. (2020). Kajian distribusi spasial dan temporar kadar BOD, TSS dan oksigen terlarut (DO) air Sungai Batang Harau Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(2), 41-51. <https://doi.org/10.47718/jkl.v10i2.1161>
- Naillah, A., Budiarti, L. Y., & Heriyani, F. (2021). Literature review: analisis kualitas air sungai dengan tinjauan parameter pH, suhu, BOD, COD, DO terhadap coliform. *Homeostasis*, 4(2), 487-494. <https://doi.org/10.20527/ht.v4i2.4041>
- Napitupulu, R. T., & Putra, M. H. S. (2024). Pengaruh BOD, COD dan DO terhadap lingkungan dalam penentuan kualitas air bersih di Sungai Pasanggrahan. *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5(2), 79-82. <https://doi.org/10.30595/civeng.v5i2.17878>
- Ndani, L. P. L. M. (2016). Penentuan kadar senyawa fosfat di Sungai Way Kuripan dan Way Kuala dengan spektrofotometri uv-vis (No Publikasi 24092) [Skripsi Universitas Lampung]. Repository Universitas Lampung.
- Ningrum, S. O. (2018). Analisis kualitas badan air dan kualitas air sumur di sekitar pabrik gula rejo agung baru Kota Madiun. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(1), 1-12. <https://e-journal.unair.ac.id/JKL/article/view/9381/5249>
- Nipu, L. P. (2022). Penentuan kualitas air tanah sebagai air minum dengan metode indeks pencemaran. *Magnetic: Research Journal Of Physics and It's Application*, 2(1), 106-111. <https://doi.org/10.59632/magnetic.v2i1.150>
- Noviansyah, E., Batu, D. T. F. L., & Setyobudiandi, I. (2021). Kandungan logam kadmium (Cd) pada air laut, sedimen, dan kerang hijau di Perairan Tambak Lorok dan Perairan Morosari. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(1), 128-135. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.1.128>
- Novita, E., Firmansyah, J. W., & Pradana, H. A. (2023). Penentuan indeks kualitas air Sungai Bedadung Kabupaten Jember menggunakan metode IP dan NSF-WQI. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(3), 495-502. <https://doi.org/10.14710/jil.21.3.495-502>
- Oktarani, S. L. T., Bahua, H., Wijayanti, S. P., Ariyani, N. R., Renaldy, N. A., Djarot, I. N., & Widyastuti, N. (2023). Karakteristik limbah cair proses produksi kulit sintesis dari miselium jamur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2), 250-257. <https://doi.org/10.55981/jtl.2023.659>
- Pelczar, M. J. (2009). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Universitas Indonesia Publishing.

- Pingki, T., & Sudarti. (2021). Analisis kualitas air sungai berdasarkan ketinggian Sungai Bladak dan Sungai Kedungrawis di Kabupaten Blitar. *Budidaya Perairan*, 9(2), 54-63. <https://doi.org/10.35800/bdp.9.2.2021.35364>
- Pour, H. R., Mirghaffari, N., Marzban, M., & Marzban, A. (2014). Determination of biochemical oxygen demand (BOD) without nitrification and mineral oxidant bacteria interferences by carbonate turbidimetry. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 5(5), 90-95. [http://rjpbcs.com/pdf/2014_5\(5\)/\[12\].pdf](http://rjpbcs.com/pdf/2014_5(5)/[12].pdf)
- Pradipta, I. S., Forsman, L. D., Bruchfeld, J., Hak, E., & Alffenaar, J. W. (2018). Risk factors of multidrug-resistant tuberculosis: A global systematic review and meta-analysis. *Journal of Infection*, 77(6), 469-478. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2018.10.004>
- Prakarsa, A. T. (2020). Analisis nilai bacscatter multibeam echosounder untuk penentuan jenis sedimen dasar laut (No Publikasi 1377) [Skripsi, Institut Teknologi Nasional Bandung]. Repository Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Putri, S. D. A. (2023). Akumulasi logam kadmium (Cd) pada makroalga (*Turbinaria* sp.) di Pulau Lae-Lae, Pulau Samalona dan Pulau Barrang Lompo, Kota Makassar (No Publikasi 34567) [Skripsi, Universitas Hasanuddin Makassar]. Repository Universitas Hasanuddin Makassar.
- Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Diansyah, G., Rozirwan, R., Fauziyah, F., Agustriani, F., Haryati, A., & Gusri, A. A. (2024). Logam berat Cd di Sungai Musi Bagian Hilir, Sumatera Selatan. *Buletin Oseanografi Marina*, 13(1), 13-20. <https://doi.org/10.14710/buloma.v13i1.56751>
- Puspita, L. (2023). Studi kelayakan air laut untuk wisata bahari pada musim barat di perairan Gusung Lae-Lae Caddi, Kota Makassar (No Publikasi 38116) [Skripsi, Universitas Hasanuddin Makassar]. Repository Universitas Hasanuddin Makassar.
- Puspitasari, R. L., Elfidasari, D., Aulunia, R., & Ariani, F. (2016). Studi kualitas air Sungai Ciliwung berdasarkan bakteri indikator pencemaran pasca kegiatan bersih Ciliwung 2015. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 3(3), 156-162. <http://dx.doi.org/10.36722/sst.v3i3.222>
- Rachmawati, I. P., Riani, E., & Riadi, A. (2020). Status mutu air dan beban pencemaran Sungai Krukut, DKI Jakarta. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 10(2), 220-233. <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.10.2.220-233>
- Ramadani, R., Samsunar, S., & Utami, M. (2021). Analisis suhu, derajat keasaman (pH), chemical oxygen demand (COD), dan biologycal oxygen demand (BOD) dalam air limbah domestik di Dinas Lingkungan Hidup

- Sukoharjo. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 6(2), 12-22.
<https://doi.org/10.20885/ijcr.vol6.iss1.art2>
- Ramayanti, D., & Amna, U. (2019). Analisis parameter COD (chemical oxygen demand) dan pH (potential hydrogen) limbah cair di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 1(1), 16-21.
<https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ/article/view/1689/1262>
- Rifaldi, I. D. (2021). Analisis immobilisasi karbon aktif kulit lai durio kutejensis (hassk) becc. pada lempung teraktivasi sebagai penyerap ion logam Pb²⁺ (No Publikasi 17430) [Skripsi, Institut Teknologi Kalimantan]. Repository Institut Teknologi Kalimantan.
- Rizka, R. F., Purnomo, P. W., & 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.
<https://doi.org/10.14710/jpl.2020.33689>
- Romdania, Y., Herison, A., Susilo, G. E., & Novilyansa, E. (2018). Kajian penggunaan metode IP, STORET, CCME WQI dalam menentukan status kualitas air. *Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi*, 18(1), 1-14.
<https://doi.org/10.21009/spatial.181.05>
- Rosmeiliyana, & Wardhani, E. (2021). Analisis kualitas air Sungai Cisangkan Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 7(1), 18-31. <https://dx.doi.org/10.20527/jukung.v7i1.10810>
- Salem, T. A. (2021). Changes in the physicochemical and biological characteristics in the lentic and lotic waters of the Nile river. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 47(1), 21-27.
<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2020.12.003>
- Saputri, E. T., & 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.
<https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i2.7579>
- Saraswati, S. P., Sunyoto, S., Kironotom, B. A., & Hadisusanto, S. (2014). Kajian bentuk dan sensitivitas rumus indeks PI, STORET, CCME untuk penentuan status mutu perairan sungai tropis Indonesia. *Manusia dan Lingkungan*, 21(2), 129-142. <https://doi.org/10.22146/jml.18536>
- Sari, E. K. (2024). Analisis keberadaan bakteri coliform di Pesisir Pantai Sukaraja Kecamatan Bumi Waras Kota Bandar Lampung (No Publikasi 32248) [Skripsi, UIN Raden Intan Lampung]. Repository UIN Raden Intan Lampung.

- Sari E. K., & Wijaya, O. E. (2019). Penentuan status mutu air dengan metode indeks pencemaran dan strategi pengendalian pencemaran Sungai Ogan Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 486-491. <https://doi.org/10.14710/jil.17.3.486-491>
- Septory, R., Nasukha, A., Setiadi, A., & Mahardika, K. (2021). Sebaran vertikal total nitrogen, total fosfat, dan amonia pada perairan pesisir yang berdekatan dengan kawasan budidaya laut di Bali Utara. *Jurnal Riset Akuakultur*, 16(2), 125-134. <http://dx.doi.org/10.15578/jra.16.2.2021.125-134>
- Setyawati, D. A., Nuzula, N. I., Jayanthi, O. W., Kartika, A. G. D., & Rahayu, E. P. (2023). Pola persebaran vertikal dan horizontal total suspended solid di Perairan Padelegan, Pamekasan. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(2), 213-222. <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i2.49510>
- Sholihah, H., Arthana, I. W., & Ekawaty, R. (2020). Hubungan keanekaragaman makrozoobentos dengan kerapatan lamun di Pantai Semawang Sanur Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 3(1), 1-7. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/ctas/article/view/51245/36014>
- Simanjuntak, M. (2007). Oksigen terlarut dan apparent oxygen utilization di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 12(2), 59-66. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.12.2.59-66>
- Simanjuntak, M. (2012). Kualitas air laut ditinjau dari aspek zat hara, oksigen terlarut dan pH di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(2): 290-303. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v4i2.7791>
- Siregar, M. S., & Ardilla, D. (2024). *Biokimia Pangan*. Umsu Press.
- Sisnayati, S., Dewi, D. S., Apriani, R., & Faizal, M. (2021). Penurunan BOD, TSS, minyak dan lemak pada limbah cair pabrik kelapa sawit menggunakan proses aerasi plat berlubang. *Jurnal Teknik Kimia*, 27(2), 38-45. <http://dx.doi.org/10.36706/jtk.v27i2.559>
- Suhaemi, S., & Marhan, S. P. (2022). *Status Mutu Kualitas Perairan Teluk Sawaibu*. CV. Azka Pustaka.
- Suharyono. (2008). *Diare Akut Klinik dan Laboratorik*. Rhineka Cipta.
- Suminar, M. R. (2023). Kualitas air Situ Cikaret Kabupaten Bogor tahun 2017-2022 berdasarkan indeks pencemaran (No Publikasi 72718) [Skripsi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta]. Repository UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Sunu, P. (2001). *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. PT Grasindo.

- Surya, A., & Setiawan, B. (2021). Analisis kecepatan arus air menggunakan current meter dan karakteristik Sungai Tuan Haji Besar Muhammad Arsyad Al Banjari Kabupaten Banjar. *Jurnal Kacapuri*, 4(2), 335-344. <http://dx.doi.org/10.31602/jk.v4i2.6440>
- Syaferi, A., Efendy, N., Latifah, A., Aprilia, A., Salimah, S., Turrahmah, L., & Carolina, H. S. (2019). Metro clean up: upaya mahasiswa tadris biologi dalam pelestarian daerah aliran sungai untuk menjaga lingkungan hidup berkelanjutan. *DEDIKASI: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 74-85. <https://doi.org/10.32332/1752>
- Tampubolon, H. R. (2007). Evaluasi pengembangan jaringan distribusi pdam unit sentolo di Kecamatan Nanggulan – Kabupaten Kulonprogo – Jogjakarta (No Publikasi 22705) [Skripsi, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta]. Repository Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
- Taufan, M. (2014). Penentuan Status mutu dan daya tampung beban pencemaran air sungai (studi kasus: Sungai Metro, Kabupaten Malang) (No Publikasi 571) [Skripsi, Institut Teknologi Nasional Malang]. Repository Institut Teknologi Nasional Malang
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2014). *Wastewater Engineering Fifth Edition*. New York: Mc Graw-Hill Education. https://perpustakaan.itera.ac.id/slims/index.php?p=show_detail&id=2230
- Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. (2012). Heavy metal toxicity and the environment. *Molecular, clinical and environmental toxicology*, 101(3), 133-164. https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_6
- Tumbelaka, G. G., Manganka, I. R., & Pratasih, P. A. (2023). Dampak pertambangan emas tanpa izin (PETI) terhadap kualitas air Sungai Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *TEKNO*, 21(85), 1517-1523. <https://doi.org/10.35793/jts.v21i85.50223>
- Valta, E. C., Yusanti, I. A., & Septinar, H. (2017). Dampak budidaya perikanan di Sungai Kelekar terhadap struktur komunitas makrozoobentos. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 12(1), 1-14. <https://doi.org/10.31851/jipbp.v12i1.1406>
- Violin, C. R., Cada, P., Sudduth, E. B., Hassett, B. A., Penrose, D. L., & Bernhardt, E. S. (2011). Effects of urbanization and urban stream restoration on the physical and biological structure of stream ecosystems. *Ecological Applications*, 21(6), 1932-1949. <https://doi.org/10.1890/10-1551.1>
- Wahyuningsih, S., Dharmawan, A., & Imamah. (2020). Penentuan koefisien reaerasi Sungai Bedadung Hilir metode perubahan defisit oksigen (studi

- kasus di Kecamatan Balung, Jember). *Jurnal Presipitasi*, 17(2), 169-176. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v17i2.169-176>
- Walsh, C. J., Roy, A. H., Feminella, J. W., Cottingham, P. D., Groffman, P. M., & Morgan, R. P. (2005). The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *Journal of the North American Benthological Society*, 24(3), 706-723. [http://dx.doi.org/10.1899/0887-3593\(2005\)024\[0706:TUSSCK/2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1899/0887-3593(2005)024[0706:TUSSCK/2.0.CO;2)
- Waryono, T. (2008). Bentuk struktur dan lingkungan bio-fisik sungai. *Seminar dan Konggres Geografi Nasional*, 1-8. <https://scholar.google.co.id/scholar?oi=bibs&cluster=17241865896869090745&btnI=1&hl=id>
- Wicakso, D. R., Koswartin, T. K., & Hardianto, W. (2017). Adsorption of tofu waste using water hyacinth leaves powder for decreasing BOD and COD. *Konversi*, 6(2), 36-40. <https://dx.doi.org/10.20527/k.v6i2.4753>
- Widiyanti, N. L. P. M., W. S. Warpala, & A. P. Suryanti. (2017). Parameter fisik dan jumlah perkiraan terdekat coliform air Danau Buyan Desa Pancasari Kecamatan Sukasada Buleleng. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 6(1), 178-188. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v6i1.8492>
- Widyayanti, O. A., Inayah, M. N., Marwati, E., & Pratiwi, M. I. N. (2023). Deteksi kadar amonia (NH₃) pada air limbah domestik di Rumah Makan Ajibarang Purwokerto. *Corona: Jurnal Ilmu Kesehatan Umum, Psikolog, Keperawatan dan Kebidanan*, 1(2), 01-09. <https://doi.org/10.61132/corona.v1i2.662>
- Wijayanti, H. (2007). Kajian kualitas perairan di Pantai Kota Bandar Lampung berdasarkan komunitas hewan makrobenthos (No Publikasi 17572) [Tesis, Universitas Diponegoro Semarang]. Repository Universitas Diponegoro Semarang.
- Wilk, P., Orlńska-Woźniak, P., & Gębala, J. (2018). The river absorption capacity determination as a tool to evaluate state of surface water. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(2): 1033-1050. <https://doi.org/10.5194/hess-22-1033-2018>
- Wiryawan, B., B. Marsden, H. A., Susanto, A.K. & H. Poespitasari. (2002). *Rencana Strategis Pengelolaan Wilayah Pesisir Lampung*. PKSPL IPB.
- Wisnu, A. W. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Andi.
- Wulandari, L., Elisa, E., & Buchar, T. (2021). Struktur komunitas jenis makrozoobenthos di sungai dan beberapa anak sungai Kali Mangkatip Desa Dadahup Kabupaten Kapuas Kalimantan Tengah. *Journal of Tropical Fisheries*, 16(2), 116-124. <https://doi.org/10.36873/jtf.v16i2.7821>

- Wulandari, M., Harfadli, M. M. A., & Rahmania, R. (2020). Penentuan kondisi kualitas Perairan Muara Sungai Sumber, Balikpapan, Kalimantan Timur dengan metode indeks pencemaran (pollution index). *Journal of Technology*, 4(2), 23-34. <https://doi.org/10.35718/specta.v4i2.186>
- Yanel, K. (2023). Prototype alat pendeteksi ketinggian air berbasis arduino dengan sensor ultrasonik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, 3(1), 125-132. <https://ejurnal.stie-trianandra.ac.id/index.php/JURITEK/article/download/1329/1106>
- Yudha, I. G. (2009). Kajian logam berat Pb, Cu, Hg dan Cd yang terkandung pada beberapa jenis ikan di Wilayah Pesisir Kota Bandar Lampung. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, B29-B34. <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/419>
- Yudo, S. (2006). Kondisi pencemaran logam berat di perairan sungai DKI Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1), 1-15. <https://doi.org/10.29122/jai.v2i1.2275>
- Yudo, S. (2010). Kondisi kualitas air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta ditinjau dari parameter organik, amoniak, fosfat, deterjen dan bakteri coli. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 6(1), 34-42. <https://doi.org/10.29122/jai.v6i1.2452>
- Yuliani, L., & Widayatno, T. (2020). Pengaruh variasi waktu tinggal dan kuat arus terhadap penurunan kadar COD, TSS dan BOD limbah cair industri tahu menggunakan elektrokoagulasi secara kontinyu. *Prosiding Bidang Sains dan Teknologi*, 48-55. <https://www.repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/view/894/866>
- Yulianti, D. A. (2019). Kadar total suspended solids pada air Sungai Nguneng sebelum dan sesudah tercemar limbah cair tahu. *Jaringan Laboratorium Medis*, 1(1), 16-21. <http://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/JLM/>
- Yusrizal, H. (2015). Efektivitas metode perhitungan STORET, IP dan CCME WQI dalam menentukan status kualitas air Way Sekampung Provinsi Lampung. (No Publikasi 8772) [Tesis, Universitas Lampung]. Repository Universitas Lampung.
- Vikriansyah, M. F., Prasetyo, H. D., & Latuconsina, H. (2024). Analisis Kualitas Fisikokimia Air di Daerah Aliran Sungai Jilu Kabupaten Malang Jawa Timur: Analisis Kualitas Fisikokimia sungai Jilu. *Aquacoastmarine: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 3(1), 21-28. <https://doi.org/10.32734/jafs.v3i1.15701>

- Zahra, J. A. (2023). Analisis sifat fisika dan kimia air Sungai Tempuran Langsur-Samin pada tata guna lahan yang berbeda. *Jurnal Ekosains*, 15(1), 1-9.
<https://jurnal.uns.ac.id/ekosains/article/view/80547/42957>
- Zubaidah, T., Hamzani, S., & Arifin. (2022). Kualitas air sungai di Kabupaten Banjar dikaji dari parameter total coli untuk keperluan higiene sanitasi. *Buletin Profesi Insinyur*, 5(2), 72-75.
<https://doi.org/10.20527/bpi.v5i2.144>