

**STUDI PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN  
BERDASARKAN TATA GUNA LAHAN DENGAN METODE NERACA  
MASSA DI SUNGAI WAY UMPU, KABUPATEN WAY KANAN**

**Skripsi**

**Oleh**

**LIDYA SEPTARIA SINURAT  
NPM 1817021081**



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

## **ABSTRAK**

### **STUDI PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN BERDASARKAN TATA GUNA LAHAN DENGAN METODE NERACA MASSA DI SUNGAI WAY UMPU, KABUPATEN WAY KANAN**

**Oleh**

**LIDYA SEPTARIA SINURAT**

Sungai Way Umpu merupakan salah satu sungai yang terletak di wilayah Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung. Sungai ini memiliki DAS dengan tata guna lahan pertanian, perkebunan, pertambangan emas, dan pemukiman. Kegiatan yang berlangsung pada lahan tersebut menghasilkan buangan limbah menuju badan sungai yang dapat meningkatkan jumlah beban pencemaran sehingga daya tampung sungai terlampaui. Metode neraca massa digunakan dalam perhitungan daya tampung beban pencemaran sungai pada parameter kualitas air (kimia, fisika, dan biologi).

Tujuan dari penelitian ini untuk mengukur daya tampung Sungai Way Umpu terhadap beban pencemaran berdasarkan tata guna lahan dan menentukan parameter kualitas air Sungai Way Umpu yang melampaui baku mutu dengan metode neraca massa. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2021 – Januari 2022 dengan pengambilan sampel pada empat stasiun melalui metode survei dan penentuan terhadap tiga titik akumulasi beban pencemaran. Data sampel dan debit air diambil pada tiap stasiun dengan adanya pengukuran terhadap parameter pH dan DO secara *in situ* di Sungai Way Umpu sedangkan parameter TSS, nitrat ( $\text{NO}_3$ ), BOD, COD, fosfat ( $\text{PO}_4$ ), merkuri (Hg), dan total coliform dilakukan secara *ek situ* di Laboratorium Lingkungan SEAMEO BIOTROP, Bogor. Hasil pengukuran parameter kualitas air dianalisis dengan metode neraca massa dan dibandingkan dengan baku mutu perairan untuk Kelas III menurut Peraturan Daerah Provinsi Lampung Nomor 11 tahun 2012.

Hasil penelitian menunjukkan Sungai Way Umpu masih memiliki daya tampung beban pencemaran untuk keseluruhan parameter terukur dengan konsentrasi rerata yang tidak melampaui baku mutu Kelas III. Tata guna lahan

diketahui memberikan masukan beban pencemaran dalam jumlah konsentrasi pencemar yang belum melampaui kemampuan Sungai Way Umpu.

**Kata Kunci:** Sungai Way Umpu, metode neraca massa, daya tampung, beban pencemaran, tata guna lahan

**STUDI PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN  
BERDASARKAN TATA GUNA LAHAN DENGAN METODE NERACA  
MASSA DI SUNGAI WAY UMPU, KABUPATEN WAY KANAN**

**Oleh**

**Lidya Septaria Sinurat**

**Skripsi**

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

**Pada**

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



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

**Judul Skripsi** : **STUDI PENENTUAN DAYA TAMPUNG  
BEBAN PENCEMARAN BERDASARKAN  
TATA GUNA LAHAN DENGAN METODE  
NERACA MASSA DI SUNGAI WAY UMPU,  
KABUPATEN WAY KANAN**

**Nama Mahasiswa** : **Tidya Septaria Sinurat**

**NPM** : **1817021081**

**Jurusan/Program Studi** : **Biologi/S1 Biologi**

**Fakultas** : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**1. Komisi Pembimbing**

**Pembimbing 1**

**Pembimbing 2**

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

**Drs. Suratman, M.Sc.**  
NIP. 196406041990031002

**2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA**

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



**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

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



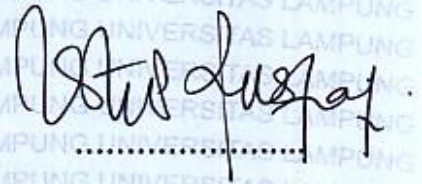
**Sekretaris**

**: Drs. Suratman, M.Sc.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Dra. Elly L. Rustiati, M.Sc.**




**2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Dr. Eng. Sripto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.**

**NIP. 1974070520000310001**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Juni 2022**



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lidya Septaria Sinurat

NPM : 1817021081

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

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

Bandar Lampung. 10 Juni 2022

Yang menyatakan,



Lidya Septaria Sinurat

NPM. 1817021081

## RIWAYAT HIDUP



Lidya Septaria Sinurat, atau akrab disapa Lidya, lahir di Natar, 20 September 2000. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak W. Sinurat dan Ibu S. Sihombing.

Penulis menempuh pendidikan pertamanya di SD Negeri 1 Merak Batin pada tahun 2006 dan melanjutkan jenjang pendidikannya di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Natar pada tahun 2012 dan lulus pada tahun 2015. Pada tahun 2015 penulis tercatat sebagai siswa di SMA Negeri 1 Natar dan selesai pada tahun 2018, kemudian penulis melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) tahun 2018.

Selama menempuh pendidikan sebagai mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dalam mata kuliah Praktik Keterampilan Dasar Laboratorium, Struktur Perkembangan Hewan, Fisiologi Tumbuhan, Planktonologi, Pengantar Ichthyology, dan Botani Tingkat Tinggi. Selain itu, penulis juga aktif mengikuti organisasi seperti Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) sebagai Bendahara Bidang Sains dan Teknologi, Dewan Perwakilan Mahasiswa sebagai Staf Ahli Bidang Kajian, dan Badan Eksekutif Mahasiswa sebagai Anggota Dinas Hubungan Luar.

Penulis aktif mengikuti kegiatan seperti Kampus Mengajar Angkatan 1, Pemakalah Seminar Nasional Pendidikan Biologi VI UMM, Koordinator Webinar Nasional



PKSDA XXIV, dan penerima hibah Pekan Mahasiswa Wirausaha Universitas Lampung. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Putra Daerah di Desa Natar, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan pada Februari – Maret 2021 dan melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Benih Ikan (BBI) Natar dengan judul **“Pengukuran Kualitas Air dan Laju Pertumbuhan Larva Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias Gariepinus*) Di Balai Benih Ikan (BBI) Natar”** pada bulan Agustus 2021.

## **PERSEMBAHAN**

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah Tuhan Yesus Kristus, saya persembahkan karya ini dengan kesungguhan hati sebagai tanda cinta kepada:

Orang tua yang paling berharga dalam hidup saya Bapak W. Sinurat, Mamak S. Sihombing, dan Mama E. Sitorus yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, motivasi, dan doa yang dipanjatkan dalam mengiringi setiap perjalanan hidup ini;

Kakakku tersayang Rosmaida La Sinurat yang dengan tulus dan ikhlas untuk memberikan dukungan, motivasi, menemani, kasih sayang, dan membantu kebutuhan selama pendidikan terimakasih untuk semuanya yang telah diberikan sehingga saya dapat melewati perjalanan hidup sampai pada tahap ini;

Adikku tersayang Edward Febryan Sinurat yang selalu menemani, membantu, memberikan dukungan, motivasi, dan kasih sayang kepada saya dengan tulus dan ikhlas dalam perjalanan hidup sampai pada tahap ini;

Dosen-dosen yang telah memberikan pengajaran dan bimbingan dengan tulus dan ikhlas hingga saya telah mencapai tahap kelulusan dan meraih gelar sarjana;

Sahabat – sahabat yang telah kebersamai dan berjuang dari awal, saat ini, dan seterusnya dalam setiap perjalanan hidup saya;

Almamater tercinta yang menjadi kebanggaan saya dimanapun saya berada,  
Universitas Lampung

## MOTTO

Jadi siapa yang ada di dalam Kristus, ia adalah ciptaan baru:  
yang lama sudah berlalu, sesungguhnya yang baru sudah datang  
(2 Korintus 5 Ayat 17)

Worship God and be useful in life

“Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apa pun juga, tetapi  
nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam  
doa dan permohonan dengan ucapan syukur. Damai sejahtera  
Allah, yang melampaui segala akal, akan memelihara hati dan  
pikiranmu dalam Kristus Yesus”  
(Filipi 4 Ayat 6-7)

“Banyaklah rancangan di hati manusia, tetapi keputusan  
Tuhanlah yang terlaksana”  
(Amsal 19 Ayat 21)

Keep faith in yourself dan trust the process



## SANWACANA

Salam sejahtera bagi kita semua, om swastiastu, namo budaya, salam kebajikan, tabik pun. Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena berkat limpahan dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Berdasarkan Tata Guna Lahan Dengan Metode Neraca Massa di Sungai Way Umpu, Kabupaten Way Kanan”** yang dilaksanakan pada bulan Agustus 2021 sampai dengan Januari 2022. Skripsi merupakan salah satu syarat dalam untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Dengan selesainya penulisan dan penyusunan skripsi ini, penulis berharap sekiranya hal tersebut dapat dijadikan sebagai wujud penerapan pada berbagai ilmu yang diterima penulis selama perkuliahan. Penulis menyadari banyak terdapat berbagai pihak yang membantu dalam pelaksanaan hingga terselesaikannya skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada:

1. Orang tua tersayang Bapak W.Sinurat, Mamak S. Sihombing, dan Mama E. Sitorus, kakak saya Rosmaida La Sinurat, S.Si. serta adik saya Edward Febryan Sinurat yang selalu memberikan dukungan, semangat yang tiada henti dan mendengarkan segala keluh kesah penulis.
2. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
3. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

4. Ibu Kusuma Handayani, M.Si., selaku Kepala Prodi S1 Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Bapak Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D., selaku Pembimbing I yang dengan ikhlas memberikan banyak ilmu dan pengalamannya dalam proyek penelitian, membimbing, memotivasi, memberi saran dan bantuan kepada penulis menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Drs. Suratman, M.Sc., selaku Pembimbing II yang telah dengan ikhlas dan penuh kesabaran dalam memberikan bimbingan, ilmu, semangat, kritik dan saran selama proses perkuliahan, penelitian, dan penyusunan skripsi hingga selesai.
7. Ibu Dra. Elly Lestari Rustiati, M. Sc., selaku Pembahas yang telah memberikan bimbingan, arahan kritik, saran, motivasi, dan ilmunya demi kesempurnaan dalam penelitian maupun penulisan skripsi ini.
8. Bapak Wawan Abdullah Setiawan, M.Si., selaku pembimbing akademik yang memberikan arahan dan bimbingannya kepada penulis.
9. Bapak Muhammad Nuril Huda, S.T., selaku Kepala tim pemantauan kualitas air Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Way Kanan yang membantu selama pelaksanaan penelitian dalam pengambilan sampel air.
10. Bapak Makmur, S.T., selaku teknisi lapangan dari Laboratorium Hidrologi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung yang membantu selama pelaksanaan penelitian dalam pengukuran dan perhitungan debit air.
11. Seluruh Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat di bangku perkuliahan dan mengantarkan saya mencapai gelar sarjana
12. Sahabatku tersayang Alvini, Cece, Nanang, Intan Anisa, Athvina, Ayu, dan sahabat JSH yang membantu, mendoakan, mendengarkan semua keluh kesah, dan memberikan semangat kepada penulis.
13. Sahabat perkuliahan Antika, Tiffany, Metari, Masnoni, Khoirunnisa, Nurindah, Rizka, Yeni, Ana, Novia, Azza, Vira, Selly, dan Cika yang selalu sabar menemani, mendengarkan semua keluh kesah, menerima apa adanya, mendoakan dan memberi semangat kepada penulis.

14. Teman-teman satu penelitian Sofia Vao Daely, Ratih Pratiwi, Sisilya Teresia Siregar, dan Ni Kadek Marniasih yang telah menemani, membantu, dan memberikan waktunya selama menjalankan penelitian bersama penulis.
15. Teman-teman Biologi angkatan 2018 serta kakak dan adik tingkat Jurusan Biologi, terimakasih atas semangat dan doa yang sudah diberikan.
16. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis berharap berbagai pihak yang telah membantu dapat dilingkupi oleh kebahagiaan dan kesehatan. Penulis juga menyadari dalam penulisan dan penyusunan terdapat banyak kekurangan, namun penulis berharap bahwa skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya.

Bandar Lampung, 10 Juni 2022  
Penulis,

**Lidya Septaria Sinurat**



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>SAMPUL DEPAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>HALAMAN JUDUL DALAM</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	vii
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	viii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	x
<b>MOTTO</b> .....	xi
<b>SANWACANA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xix
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan.....	5
1.3. Manfaat.....	5
1.4. Kerangka Pikir.....	5
1.5. Hipotesis.....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1. Sungai .....	7
2.2. Kualitas Air .....	8
2.2.1. Parameter Fisika .....	10
2.2.2. Parameter Kimia.....	10
2.2.3. Parameter Biologi.....	14
2.3. Pencemaran Air Sungai .....	16
2.4. Tata Guna Lahan .....	17

2.5. Daya Tampung Beban Pencemaran .....	19
2.6. Metode Neraca Massa .....	20
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	23
3.2. Alat dan Bahan .....	23
3.3. Pelaksanaan Penelitian .....	23
3.3.1 Lokasi Penelitian.....	24
3.3.2 Pengumpulan Data .....	26
3.3.3 Analisis Sampel .....	29
3.3.4 Analisis Data Berbasis Metode Neraca Massa .....	34
3.3.5 Diagram Alir .....	35
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1. Hasil Pengamatan .....	36
4.1.1. Daya Tampung Beban Pencemaran Paramater <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	36
4.1.2. Daya Tampung Beban Pencemaran Berdasarkan Parameter <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	37
4.1.3. Daya Tampung Beban Pencemaran Berdasarkan Parameter <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	38
4.1.4. Daya Tampung Beban Pencemaran Berdasarkan Nilai Paramater pH.....	39
4.1.5. Daya Tampung Beban Pencemaran Paramater Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ).....	40
4.1.6. Daya Tampung Beban Pencemaran Paramater Fosfat ( $\text{PO}_4$ ).....	41
4.1.7. Daya Tampung Beban Pencemaran Paramater Merkuri (Hg).....	42
4.1.8. Daya Tampung Beban Pencemaran Berdasarkan Paramater <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	43
4.1.9. Daya Tampung Beban Pencemaran Paramater Total Coliform.....	44
4.2. Pembahasan .....	45
4.2.1. Daya Tampung Beban Pencemaran Paramater <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	45
4.2.2. Daya Tampung Beban Pencemaran Berdasarkan Paramater <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	47
4.2.3. Daya Tampung Beban Pencemaran Berdasarkan Paramater <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	49
4.2.4. Daya Tampung Beban Pencemaran Berdasarkan Nilai Paramater pH.....	51
4.2.5. Daya Tampung Beban Pencemaran Paramater Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ).....	52
4.2.6. Daya Tampung Beban Pencemaran Paramater Fosfat ( $\text{PO}_4$ ).....	53
4.2.7. Daya Tampung Beban Pencemaran Paramater Merkuri (Hg).....	55
4.2.8. Daya Tampung Beban Pencemaran Berdasarkan Paramater <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	57
4.2.9. Daya Tampung Beban Pencemaran Paramater Total Coliform.....	58
4.2.10. Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Way Umpu Berdasarkan Tata Guna Lahan pada Keseluruhan Parameter.....	60

<b>V. KESIMPULAN</b> .....	62
5.1. Kesimpulan.....	62
5.2. Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	64
<b>LAMPIRAN</b> .....	80



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sketsa lokasi penelitian di Sungai Way Umpu.....	25
2. Pengukuran debit air Sungai Way Umpu.....	27
3. Diagram alir penelitian.....	35
4. Daya tampung beban pencemaran Sungai Way Umpu parameter <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	37
5. Daya tampung beban pencemaran Sungai Way Umpu berdasarkan parameter <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	38
6. Daya tampung beban pencemaran Sungai Way Umpu berdasarkan parameter <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	39
7. Daya tampung beban pencemaran Sungai Way Umpu berdasarkan nilai parameter pH.....	40
8. Daya tampung beban pencemaran Sungai Way Umpu parameter nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ).....	41
9. Daya tampung beban pencemaran Sungai Way Umpu parameter fosfat ( $\text{PO}_4^-$ ).....	42
10. Daya tampung beban pencemaran Sungai Way Umpu parameter merkuri (Hg).....	43
11. Daya tampung beban pencemaran Sungai Way Umpu berdasarkan parameter <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	44

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Penduduk Kabupaten Way Kanan dalam kurun waktu 6 tahun (2015 – 2020) berdasarkan jumlah keluarga dan kepadatan penduduk.....	18
2. Sektor kegiatan utama penduduk Kabupaten Way Kanan pada tahun 2015, 2017, 2018, 2019, dan 2020.....	18
3. Tata guna lahan sempadan daerah aliran Sungai Way Umpu tahun 2020.....	19
4. Jumlah curah hujan di Kabupaten Way Kanan selama 5 bulan pada tahun 2021.....	20
5. Daya tampung beban pencemaran Sungai Way Umpu parameter total coliform.....	45

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sungai berada pada posisi terendah sebagai wadah pengaliran air, dimana kondisi sungai dapat dipengaruhi oleh kondisi daerah aliran sungai (DAS). Daerah aliran sungai (DAS) merupakan wilayah daratan berupa lahan yang menampung, menyimpan, dan mengalir air menuju ke sungai (Peraturan Pemerintah No 22, 2021). Lahan pada daerah aliran sungai sebagian besar dimanfaatkan untuk mengusahakan berbagai sektor kegiatan (Rahayu *et al.*, 2018).

Sektor kegiatan menghasilkan buangan limbah yang meningkatkan jumlah unsur pencemar ke badan sungai (Millah dan Retnaningdyah, 2015). Jumlah unsur pencemar yang terdapat pada air disebut sebagai beban pencemaran. Pencemaran sungai terjadi akibat semakin tingginya kandungan beban pencemaran. Pencemaran akan menurunkan kualitas air sungai sehingga tidak sesuai baku mutu yang ditetapkan. Kualitas air yang menurun dapat diketahui dari adanya perubahan parameter kimia, biologi, dan fisika dalam sungai (Kusuma, 2014).

Sungai memiliki kemampuan menerima masukan beban pencemaran dalam kapasitas tertentu tanpa terjadinya pencemaran pada air yang disebut sebagai daya tampung beban pencemaran (Kepmen LHK, 2003). Kemampuan daya tampung beban pencemaran didukung oleh proses oksidasi, pengenceran, dan dekomposisi oleh mikroorganisme sehingga terjadi pemulihan sendiri (*self purification*) pada sungai (Ostroumov, 2017).

Sungai memiliki batas kapasitas daya tampung dan apabila beban pencemaran melebihi kapasitas maka daya tampung sungai dapat berkurang hingga terlampaui (Widyastuti dan Marfa'i, 2004).

Tata guna lahan merupakan pola pemanfaatan lahan yang mengusahakan sektor kegiatan penduduk (Perangin-angin, 2016). Daerah aliran sungai memiliki tata guna lahan berupa lahan pemukiman, pertanian, industri, peternakan, dan perkebunan. Tata guna lahan pada daerah aliran sungai akan memberikan dampak pada masukan buangan beban pencemaran yang akan meningkatkan konsentrasi beban pencemaran menuju badan sungai dari hasil aktivitas yang terjadi pada lahan (Wirosoedarmo *et al.*, 2016). Konsentrasi beban pencemaran yang meningkat akan mempengaruhi nilai daya tampung beban pencemaran pada suatu perairan (Sugiyarto *et al.*, 2017).

Sungai Way Umpu merupakan salah satu sungai yang melewati Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung dengan luas daerah aliran sungai (DAS)  $\pm 1.179 \text{ Km}^2$ , panjang sungai mencapai 100 km, dan lebar sungai berkisar 25 – 90 m (Ismail, 2016). Sungai ini melewati kecamatan di antaranya Kecamatan Blambangan Umpu, Bahuga, Baradatu, Banjit, Bumi Agung, Kasui, Negara Batin, Negara Besar, dan Pakuan Ratu (BPS Way Kanan, 2021). Lahan pada daerah aliran Sungai Way Umpu digunakan sebagai lahan untuk sektor pertanian, perkebunan, pertambangan emas, dan pemukiman.

Pada tahun 2020 sektor pertanian memanfaatkan lahan pada daerah aliran sungai seluas 2.187,13 Ha, diikuti sektor perkebunan dengan luas 94,63 Ha, dan sektor pemukiman dengan luas 28,93 Ha. Berdasarkan dua sektor kegiatan utama penduduk yang memanfaatkan lahan yaitu sektor industri dan sektor pertanian, jumlah penduduk Way Kanan pada tahun 2020 mengalami peningkatan dibandingkan dengan tahun 2015. Kenaikan jumlah penduduk Way Kanan tersebut menunjukkan semakin

banyaknya lahan yang digunakan dalam mengusahakan sektor kegiatan. Jumlah penduduk pada sektor industri termasuk pertambangan emas yang memanfaatkan lahan meningkat 9.408 jiwa dibandingkan tahun 2015 dengan total jumlah penduduk sebesar 22.652 jiwa. Sektor pertanian serta perkebunan digeluti penduduk sebesar 162.116 jiwa yang meningkat 9.872 jiwa dibandingkan tahun 2015. Kepadatan penduduk dan jumlah rumah tangga di Kabupaten Way Kanan mengalami peningkatan dalam kurun waktu 6 tahun (2015-2020). Jumlah rumah tangga meningkat sebesar 27.729 rumah tangga dan kepadatan penduduk meningkat 12orang/Km<sup>2</sup> (BPS Way Kanan 2015; BPS Way Kanan, 2020). Peningkatan ini menyebabkan semakin banyaknya kegiatan yang menghasilkan limbah, sehingga jumlah beban pencemaran yang dibuang pada badan sungai meningkat.

Sektor kegiatan pertanian dan perkebunan dapat memberikan masukan beban pencemaran dengan penggunaan pupuk dan pestisida yang menghasilkan peningkatan limbah fosfat, *Total Suspended Solids* (TSS), dan nitrat ke badan sungai (Djoharam *et al.*, 2018). Kegiatan seperti pertambangan emas juga berpotensi menyebabkan semakin tingginya beban pencemaran dengan buangan limbah merkuri (Hg) ke badan sungai. Menurut Agustiniingsih *et al.* (2012), peningkatan limbah buangan dari sektor pemukiman akan mempengaruhi parameter kualitas air sungai dengan perubahan nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan meningkatnya jumlah total coliform pada sungai. Limbah pemukiman juga menyebabkan perubahan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) (Komarudin, 2015). Parameter kualitas air seperti pH dan *Dissolved Oxygen* (DO) juga dapat mengalami perubahan akibat masukan beban pencemaran dari hasil buangan limbah berbagai kegiatan. Kegiatan yang mengusahakan lahan di daerah aliran Sungai Way Umpu diduga telah menyebabkan masukan berbagai bahan pencemar yang dapat menurunkan kualitas air sungai. Kondisi tersebut menyebabkan daya tampung beban pencemaran Sungai Way Umpu kemungkinan berkurang hingga terlampaui.

Sesuai Peraturan Daerah Provinsi Lampung No 11 Tahun 2012, Sungai Way Umpu berada pada baku mutu Kelas III yang diperuntukan sebagai Peternakan, pembudidayaan ikan air tawar, dan mengairi pertanian. Apabila daya tampung sungai telah berkurang atau terlampaui maka sungai tidak dapat dipergunakan sesuai peruntukannya (Nurhamidah *et al.*, 2018). Untuk memperkirakan nilai daya tampung Sungai Way Umpu, diperlukan analisis menggunakan metode yang teruji secara ilmiah berdasarkan Kepmen LHK No 110 tahun 2003.

Metode neraca massa digunakan dalam perhitungan terhadap berbagai parameter kualitas air (parameter biologi, kimia, dan fisika) untuk menentukan daya tampung beban pencemaran (Keputusan Menteri Lingkungan Negara Lingkungan Hidup, 2003). Metode ini menggunakan data konsentrasi parameter dan debit air aliran yang memasuki titik akumulasi, sehingga diketahui konsentrasi rerata parameter sebagai perkiraan daya tampung beban pencemaran sungai. Nilai daya tampung beban pencemaran yang diketahui dapat memperkirakan kemampuan sungai dalam menerima masukan beban pencemaran. Simamora *et al.* (2018), menyatakan bahwa metode neraca massa memberikan gambaran Sungai Lesti tidak mempunyai daya tampung terhadap konsentrasi rerata parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), DO, dan nitrat. Menurut Widiatmono *et al.* (2019), pada Sungai Lesti yang terletak di Kota Malang mengungkapkan bahwa daya tampung beban pencemaran akibat kenaikan jumlah penduduk diketahui parameter BOD, fosfat, nitrat, dan COD tidak lagi memiliki daya tampung sedangkan pada parameter pH, DO, dan TSS Sungai Lesti masih memiliki daya tampung. Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukannya penelitian melalui “Studi penentuan daya tampung beban pencemaran berdasarkan tata guna lahan dengan metode neraca massa di Sungai Way Umpu, Kabupaten Way Kanan” sehingga dapat memberikan gambaran terkait kemampuan daya tampung Sungai Way Umpu dalam menerima masukan beban pencemaran.



## **1.2. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengukur daya tampung beban pencemaran Sungai Way Umpu berdasarkan tata guna lahan dengan metode neraca massa.
2. Menentukan parameter kualitas air Sungai Way Umpu yang melampaui baku mutu dengan metode neraca massa.

## **1.3. Manfaat**

Hasil dari penelitian ini bermanfaat dalam memberikan informasi mengenai daya tampung beban pencemaran Sungai Way Umpu berdasarkan tata guna lahan, sehingga dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan izin penggunaan lahan dan pengendalian limbah pencemar.

## **1.4. Kerangka Pikir**

Sungai Way Umpu merupakan salah satu sungai yang terdapat di Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung. Daerah aliran Sungai Way Umpu memiliki lahan yang digunakan dalam mengusahakan berbagai sektor kegiatan penduduk. Berdasarkan tata guna lahan, daerah aliran Sungai Way Umpu dibedakan menjadi lahan perkebunan, pertanian, pertambangan emas, dan pemukiman. Kegiatan yang menggunakan lahan tersebut dapat menghasilkan masukan beban pencemaran pada badan sungai sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran sungai. Pencemaran yang terjadi akan menurunkan kualitas air Sungai Way Umpu. Penurunan kualitas sungai dapat diketahui dari perubahan parameter air biologi, fisika, dan kimia.

Sungai memiliki kemampuan daya tampung beban pencemaran yang menyebabkan tidak terjadinya penurunan kualitas air sungai. Kemampuan ini didukung oleh proses *self purification* pada Sungai Way Umpu berupa oksidasi, pengenceran, dan dekomposisi oleh aktivitas mikroorganisme sungai. Daya tampung beban pencemaran memiliki batasan kapasitas akibat proses *self purification* yang berlangsung dalam jangka waktu panjang dan proses yang terbatas. Terlalu tingginya masukan beban pencemaran menyebabkan daya tampung Sungai Way Umpu berkurang hingga terlampaui. Apabila kondisi tersebut terjadi maka Sungai Way Umpu tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya dalam baku mutu Kelas III Pemerintah Provinsi Lampung pada tahun 2012.

Penentuan daya tampung beban pencemaran dilakukan dalam upaya pengelolaan terhadap pencemaran sungai berdasarkan perhitungan parameter kualitas air yang mengalami perubahan. Daya tampung beban pencemaran yang diketahui dapat memperkirakan kemampuan sungai atau potensinya dalam menerima masukan pencemar. Metode neraca massa menjadi metode yang dapat digunakan pada berbagai parameter kualitas air untuk menentukan daya tampung beban pencemaran di Sungai Way Umpu. Penelitian terkait studi penentuan daya tampung beban pencemaran di Sungai Way Umpu juga dapat menjadi bahan acuan dan mendukung pertimbangan kebijakan pemerintah Kabupaten Way Kanan dalam penetapan izin lahan dan izin lingkungan terhadap pembuangan limbah.

## 1.5. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah titik akumulasi beban pencemaran 3 memiliki konsentrasi beban pencemaran yang melampaui baku mutu Kelas III dibandingkan titik akumulasi beban pencemaran 1 dan 2 yang masih memenuhi baku mutu Kelas III untuk keseluruhan parameter kualitas air terukur pH, *Total Suspended Solids* (TSS), nitrat (NO<sub>3</sub>), *Dissolved Oxygen* (DO), *Chemical Oxygen Demand* (COD), fosfat (PO<sub>4</sub>), merkuri (Hg), *Biological Oxygen Demand* (BOD), dan total coliform.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Sungai**

Sungai merupakan sistem saluran terbuka yang berupa jaringan pengaliran air dari hulu ke hilir yang tidak beraturan dan terbentuk secara alamiah (Junaidi, 2014). Air sungai berasal dari mata air, air permukaan, dan air hujan yang secara terus menerus mengalir ke arah tertentu secara horizontal (Odum, 1996). Menurut Peraturan Pemerintah No 22 (2021), daerah yang berada di sekitar sungai berfungsi dalam menampung dan mengaliri air masuk ke badan sungai disebut daerah aliran sungai (DAS).

Pembagian sungai dibedakan menjadi tiga bagian hilir, tengah, dan hulu (Fatmawati, 2016). Sungai bagian hulu merupakan bagian yang memiliki karakteristik aliran yang deras, kedalaman yang cukup dalam, sering terjadi proses erosi, dan umumnya berada pada pegunungan yang menjadi bagian awal dari suatu sungai. Bagian tengah termasuk bagian lanjutan sungai yang memiliki kondisi lembah landai menyerupai huruf "U", aliran yang tidak deras, bagian penghubung hilir dan hulu, dan proses erosi tidak terlalu dominan terjadi pada bagian ini. Bagian terakhir yaitu bagian hilir merupakan bagian sungai yang mengalir menuju arah muara. Bagian ini memiliki karakteristik lembah yang lebar, bagian berliku-liku, dan terjadinya proses sedimentasi yang berasal dari bagian tengah menuju ke hilir dan

mengendap. Menurut Maryono (2008), karakteristik sungai diketahui berdasarkan faktor komponen yang membawa sifat sungai sehingga membentuk kesatuan. Berbagai faktor tersebut di antaranya formasi dasar, morfologi ekosistem, percabangan sungai, dan laju aliran. Laju aliran yang dapat melewati penampang sungai persatuan waktu tertentu dalam satuan ( $m^3/dt$ ) disebut sebagai debit air sungai (Rahayu, 2019). Debit air sungai dapat diperoleh melalui pengukuran dan pengolahan data terhadap lebar penampang aliran, distribusi kecepatan, dan kedalaman sungai (Putra, 2014).

Sungai sebagai perairan terbuka seringkali mendapatkan masukan dari buangan berbagai aktivitas manusia seperti pertanian, industri, dan rumah tangga. Buangan yang masuk ke dalam sungai menyebabkan terjadinya kondisi perubahan pada perairan secara fisika, kimia, maupun biologi (Kusuma, 2014). Sejalan dengan pernyataan Agustiningsih *et al.* (2012), bahwa masukan limbah pencemaran paling berat yang berasal dari berbagai buangan limbah diterima langsung ke sungai. Ekosistem sungai dapat mengalami perubahan semakin buruk akibat aktivitas manusia yang menyebabkan penurunan kualitas air.

## **2.2. Kualitas Air**

Kualitas air merupakan kondisi air dari berbagai kandungan zat, makhluk hidup, maupun komponen dalam air secara biologi, kimia, dan fisika (Effendi, 2003). Kualitas air dapat diketahui melalui pengujian terhadap parameter yang menentukan terdiri atas parameter fisika, kimia, dan biologi (Renngiwur *et al.*, 2016).

### 2.2.1. Parameter Fisika

Kualitas air dapat terukur berdasarkan parameter fisika. Kualitas air ditunjukkan dari perubahan kadar parameter fisika (Mukarromah *et al.*, 2016). Kualitas air yang baik ditunjukkan melalui pemenuhan terhadap persyaratan uji pada parameter fisika. Parameter *Total Suspended Solids* (TSS) merupakan bagian dari parameter fisika (Rohmawati dan Kustomo, 2020).

#### 2.2.1.1 *Total Suspended Solids* (TSS)

Keseluruhan zat padat yang terdiri dari berbagai ukuran dan berat partikel kecil tersuspensi pada air disebut sebagai TSS atau *total suspended solids* (Stefhany *et al.*, 2013). Parameter TSS dikategorikan sebagai padatan yang tidak mudah mengendap menyebabkan zat ini tidak dapat dihilangkan melalui pengendapan gravitasi konvensional (Suprihatin dan Suparno, 2013). Air yang mengandung TSS dapat menyebabkan oksigen dalam air berkurang (Gazali *et al.*, 2013). Banyaknya materi yang tersuspensi akan mempengaruhi masuknya sinar matahari ke air sehingga kecerahan perairan seperti pada sungai dipengaruhi oleh zat tersuspensi (Cech, 2005).

### 2.2.2. Parameter Kimia

Parameter kimia merupakan salah satu parameter penting yang menunjukkan kondisi kualitas air. Parameter kimia di antaranya



meliputi nitrat ( $\text{NO}_3$ ), *Dissolved Oxygen* (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), fosfat, dan merkuri (Hg) (Rosita, 2014).

#### **2.2.2.1 *Dissolved Oxygen* (DO)**

Oksigen terlarut menjadi salah satu parameter kualitas air dengan mengukur konsentrasi jumlah oksigen pada suatu perairan yang dinyatakan dalam satuan mg/L (Aruan dan Maniur, 2017). Kemampuan badan air dalam menyesuaikan dengan adanya pencemar dapat dicerminkan dari batas konsentrasi minimum DO pada perairan.

#### **2.2.2.2 Nitrat ( $\text{NO}_3$ )**

Senyawa nitrat ( $\text{NO}_3$ ) merupakan bentuk utama dari nitrogen pada perairan yang bersifat mudah larut dalam air. Pada perairan, nitrat berasal dari ammonium melalui limbah pemukiman yang masuk ke perairan (Mustofa, 2015). Kadar nitrat yang terlalu tinggi pada perairan dapat menyebabkan *blooming* pada fitoplankton (Wantasen *et al.*, 2012).

### 2.2.2.3 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Oksigen kimia diperlukan dalam perairan untuk membantu dalam penguraian limbah organik. *Chemical Oxygen Demand (COD)* merupakan banyaknya oksigen yang digunakan pada proses oksidasi kimia dengan satuan millimeter per liter dalam mengoksidasikan bahan organik yang bersifat mudah didegradasikan (*biodegradable*) atau yang sulit didegradasikan (*non biodegradable*). Tinggi rendahnya kadar COD pada perairan sejalan dengan tinggi rendahnya limbah rumah tangga dengan kepadatan penduduk yang tinggi (Komarudin *et al.*, 2015).

### 2.2.2.4 *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Parameter BOD digunakan untuk mengetahui banyak sedikitnya bahan organik pada suatu perairan. Pengukuran dilakukan dengan mengukur jumlah oksigen yang mengoksidasikan zat organik terlarut dan tersuspensi oleh bakteri (Koda *et al.*, 2017). Kandungan BOD yang semakin rendah menunjukkan bahwa pencemaran semakin kecil dan semakin besar kandungannya maka tingkat pencemaran pada perairan tinggi (Saksena *et al.*, 2008).

#### 2.2.2.5 Fosfat (P)

Keberadaan fosfat di atmosfer tidak dapat dihilangkan, namun pada perairan dapat dikurangi melalui peran proses biologi fitoplankton pada sedimen (Da Silva, 2013). Fosfat pada perairan umumnya berasal dari limbah pertanian, peternakan, dan industri. Pada perairan jumlah tertentu fosfat diperlukan oleh makhluk hidup, namun dengan jumlah yang melebihi ambang dapat membahayakan (Patricia *et al.*, 2018).

#### 2.2.2.6 Merkuri (Hg)

Merkuri termasuk ke dalam logam berat bermolekul tinggi dengan jumlah kadar rendah umumnya sudah bersifat toksik terhadap makhluk hidup. Logam berat memasuki perairan melalui limbah terutama limbah pertambangan emas dalam pemisahannya dengan batuan dan tanah (Buyang, 2013). Merkuri Hg dalam perairan akan menjadi sedimen dasar dengan bentuk metal merkuri yang bersifat organik. Logam ini dapat berbahaya apabila masuk ke dalam tubuh makhluk hidup melalui bioakumulasi dengan peningkatan konsentrasi unsur kimia dalam tubuh (Mirdat *et al.*, 2013).

### 2.2.2.7 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman digunakan dalam penentuan terhadap kualitas air berdasarkan tingkat keasamaan atau kebasaaan suatu larutan. Nilai pH pada perairan digambarkan oleh jumlah atau aktivitas dari kadar ion hidrogen (Karangan, 2019). pH dapat mempengaruhi makhluk hidup dengan tinggi rendahnya asam basa pada perairan. Hidroksida, dan bikarbonat mempengaruhi naiknya tingkat basa, sedangkan asam karbonat dan asam mineral bebas menaikkan tingkat asam pada perairan (Pamungkas, 2016). Dalam memantau kestabilan perairan, parameter pH umumnya digunakan sebagai parameter kimia (Simanjuntak, 2009).

### 2.2.3. Parameter Biologi

Parameter biologi didasarkan pada ada tidaknya kandungan bahan organik atau mikroorganisme pada perairan yang bersifat patogen terutama bakteri coliform. Bakteri coliform ditemukan pada limbah buangan tinja manusia ke badan sungai (Widyaningsih *et al.*, 2016). Bakteri ini dapat mempengaruhi kualitas air pada perairan. Semakin banyak kandungan bakteri pada perairan maka kualitas air semakin menurun. Parameter biologi yang digunakan pada pengujian kualitas air yaitu parameter total coliform. Parameter ini menunjukkan perairan terkontaminasi adanya bakteri coliform yang bersifat patogen dan jumlah bakteri tersebut dalam perairan. Apabila ditemukan dalam jumlah banyak maka kualitas air pada sungai semakin memburuk. Contoh dari bakteri coliform adalah *Enterobacter aerogenes* dan

*Escherichia coli*. Keberadaan bakteri patogen yang memasuki saluran pencernaan secara terus menerus dapat menimbulkan masalah kesehatan (Emilia, 2019).

Berdasarkan parameter kualitas air dan penggunaan metode tertentu dapat menentukan kondisi kualitas air yang sesuai dengan peraturan perundang-undangan disebut sebagai mutu air. Mutu air dapat diklasifikasikan menjadi empat kelas menurut peruntukannya berdasarkan Peraturan Pemerintah No 22 (2021), mengenai pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran yaitu:

1. Kelas satu, air dengan peruntukan sebagai air minum, air baku, dan atau peruntukan lain yang persyaratan mutu airnya sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua, air dengan peruntukan sebagai tempat rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan peruntukan lain yang persyaratan mutu airnya sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga, air dengan peruntukan sebagai air peternakan, pembudidayaan ikan air tawar, mengairi pertanian, dan peruntukan lain yang persyaratan mutu airnya sama dengan kegunaan.
4. Kelas empat, air dengan peruntukan digunakan sebagai pengair pertanian, dan peruntukan lain yang persyaratan mutu airnya sama dengan kegunaan.

Kualitas air pada sungai dapat mengalami perubahan akibat perubahan lingkungan di sekitar sungai. Kualitas air dipengaruhi oleh adanya buangan limbah yang berasal dari aktivitas manusia pada daerah aliran sungai (Wiwoho, 2005). Aktivitas manusia yang menghasilkan buangan menuju sungai mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas air pada sungai (Pavita *et al.*, 2014).

Kualitas air yang menurun akan mengakibatkan penurunan daya guna, daya dukung, hasil guna, dan daya tampung pada sumberdaya.

Komponen abiotik dan biotik yang menjadi bagian perairan sungai saling berinteraksi dan menghasilkan resultan berupa kualitas air. Terganggunya interaksi dapat menyebabkan perubahan kualitas air (Hendrawan, 2005).

### 2.3. Pencemaran Air Sungai

Akibat masuknya unsur atau zat asing pada air menyebabkan turunnya kualitas air yang disebut sebagai pencemaran air. Tercemarnya lingkungan akibat bahan pencemar dapat berbahaya terhadap makhluk hidup yang menghuninya. Sungai menjadi salah satu ekosistem lingkungan yang dapat tercemar apabila kualitas air tidak lagi sesuai dengan peruntukannya (Machairiyah, 2020). Pencemaran air yang terjadi pada sungai ditimbulkan akibat adanya peningkatan beban pencemaran.

Sumber pencemaran sungai dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan pada sumber limbah pencemar yang dihasilkan yaitu sumber pencemaran titik (*point source pollution*) dan sumber pencemaran menyebar (*non point source pollution*). Sumber pencemaran menyebar merupakan jenis sumber yang limbah pencemarnya berasal dari berbagai daerah yang memasuki badan sungai secara tidak langsung (Rao, 2021). Sumber ini berasal dari perumahan, daerah pinggir kota (*sub urban*), pertanian, perkebunan, dan peternakan. Limbah pencemar memasuki badan sungai secara tidak langsung melalui saluran air atau air tanah yang telah tercemar sumber. Sumber jenis ini sulit diidentifikasi akibat berasal dari banyak daerah sumber yang menghasilkan limbah pencemar (Zheng *et al.*, 2014).



Sumber pencemaran titik merupakan sumber yang diketahui pasti pada suatu daerah. Pencemaran ini berasal dari masukan sumber limbah terpusat yang keluar secara langsung, seperti instalasi pengolahan dan pembuangan limbah industri yang memasuki perairan (Yang *et al.*, 2010). Limbah dari sumber pencemaran titik masuk melalui pipa limbah buangan menuju titik drainase. Identifikasi sumber pencemaran dapat diketahui melalui data arsip daerah setempat maupun identifikasi setiap titik drainase pada wilayah untuk menentukan asal dari sumber pencemaran titik (Yao *et al.*, 2014).

#### **2.4. Tata Guna Lahan**

Lahan merupakan bagian permukaan bumi yang dimanfaatkan dalam berbagai aktivitas dengan memerlukan penyediaan, penataan, dan peruntukan secara terencana untuk kesejahteraan manusia. Tata guna lahan (*land use planning*) diartikan sebagai pengaturan dalam penggunaan lahan yang menyesuaikan terhadap pola pemanfaatan dan struktur tanah meliputi persediaan, pemeliharaan, dan peruntukan lahan (Jayadinata, 2009). Tata guna lahan dapat digunakan dalam memberikan gambaran pola pemanfaatan lahan pada suatu kawasan. Tata guna lahan dapat mempengaruhi besarnya sedimentasi dan laju erosi pada suatu kawasan (Negoro dan Munawar, 2018).

Upaya yang dilakukan dalam perencanaan lahan dibutuhkan untuk memenuhi berbagai sektor pada kegiatan masyarakat melalui pembagian lahan sesuai dengan fungsi yang diharapkan (Perangin-angin, 2016). Kabupaten Way Kanan melakukan perencanaan penggunaan lahan dalam menyesuaikan jumlah penduduk yang terus mengalami peningkatan (Peraturan Daerah No 11, 2011). Jumlah penduduk Kabupaten Way Kanan dalam kurun waktu 2015 hingga 2020 dibagi menjadi dua kategori (Tabel 1).

Tabel 1. Penduduk Kabupaten Way Kanan dalam kurun waktu 6 tahun (2015 – 2020) berdasarkan jumlah keluarga dan kepadatan penduduk

Tahun	Jumlah Keluarga	Kepadatan Penduduk (orang/Km <sup>2</sup> )
2015	117.339	110
2016	119.901	112
2017	122.677	113
2018	125.436	114
2019	128.257	115
2020	145.068	122

Sumber: (Badan Pusat Statistik Kabupaten Way Kanan, 2021)

Kabupaten Way Kanan berdasarkan sektor kegiatan utama dibagi menjadi tiga, dimana terdapat dua sektor kegiatan yang memanfaatkan lahan. Sensus yang dilakukan pada tahun 2015 hingga tahun 2020 (Tabel 2) menyatakan banyaknya penduduk yang bekerja pada sektor pertanian, industri, dan jasa (BPS Way Kanan, 2021).

Tabel 2. Sektor kegiatan utama penduduk Kabupaten Way Kanan pada tahun 2015, 2017, 2018, 2019, dan 2020

Tahun	Sektor Pekerjaan Utama (orang)		
	Pertanian	Industri	Jasa
2015	152.244	13.244	38.087
2017	135.600	17.754	58.558
2018	137.990	18.572	64.002
2019	153.562	23.590	63.037
2020	162.116	22.652	60.120

Sumber: (Badan Pusat Statistik Kabupaten Way Kanan, 2021)

Sektor kegiatan yang digeluti penduduk Way Kanan banyak memanfaatkan daerah sekitar aliran Sungai Way Umpu. Hal tersebut menyebabkan adanya penghasilan limbah kegiatan yang dibuang pada badan sungai. Tingginya beban pencemaran semakin lama dapat menurunkan hingga melampaui kemampuan daya tampung yang dimiliki Sungai Way Umpu (Nurhamidah *et al.*, 2018).

Lahan pada daerah aliran sungai menjadi salah satu lahan yang digunakan dalam mengusahakan sektor kegiatan di wilayah Way Kanan. Peruntukan tata guna lahan sempadan sungai berdasarkan data BPS Way Kanan 2020 (Tabel 3) dibagi menjadi lahan sebagai berikut.

Tabel 3. Tata guna lahan sempadan daerah aliran Sungai Way Umpu tahun 2020

No.	Lahan Sempadan Sungai	Luas (Ha)
1.	Pemukiman	28,93
2.	Perkebunan	94,63
3.	Pertanian	2430,44
4.	Lahan kering tidak produktif	981,47
5.	Semak belukar rawa	554,40

Sumber: (Badan Pusat Statistik Kabupaten Way Kanan, 2021)

## 2.5. Daya Tampung Beban Pencemaran

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 110 (2003), bahwa kemampuan air yang dapat menyebabkan tidak terjadinya cemaran meskipun terdapat masukan beban pencemar pada suatu sumber air disebut sebagai daya tampung beban pencemaran. Beban pencemaran merupakan jumlah suatu pencemar yang terdapat dalam air maupun air limbah.

Sungai memiliki kemampuan daya tampung yang secara alami perlu dipertahankan dalam mencegah penurunan kualitas air pada sungai (Widyastuti dan Marfa'i, 2004). Konsentrasi beban pencemar yang tinggi dan nilai daya tampung yang negatif menunjukkan jumlah pencemar yang memasuki sungai telah melebihi kemampuan daya tampung beban pencemar sungai. Sedangkan apabila nilai daya tampung positif diikuti dengan konsentrasi beban pencemar rendah menunjukkan bahan pencemar yang

memasuki sungai masih memenuhi kemampuan daya tampung beban pencemar sungai (Pohan, 2016).

Daya tampung beban pencemaran sungai dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal yang berada di luar badan sungai. Faktor eksternal yang mempengaruhi diantaranya faktor curah hujan, kecepatan angin, dan kelembaban udara. Curah hujan mempengaruhi daya tampung beban pencemaran dengan meningkatkan masukan limbah beban pencemaran dari tata guna lahan menuju badan sungai (Andrianto *et al.*, 2021). Kondisi curah hujan pada Kabupaten Way Kanan pada bulan Agustus hingga Desember tahun 2021 menunjukkan data yang beragam (Tabel 4).

Tabel 4. Jumlah curah hujan di Kabupaten Way Kanan selama 5 bulan pada tahun 2021

No.	Waktu	Curah Hujan (mm)
1.	Agustus	182,50
2.	September	154,30
3.	Oktober	182,60
4.	November	379,60
5.	Desember	198,00

Sumber: (Stasiun Klimatologi Pesawaran Lampung, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), 2021)

## 2.6. Metode Neraca Massa

Metode neraca massa merupakan salah satu metode yang digunakan dalam penetapan daya tampung beban pencemaran. Metode ini menggunakan model matematika dengan penghitungan neraca massa yang diperoleh dari berbagai komponen sumber pencemaran (Keputusan Menteri Lingkungan

Negara Lingkungan Hidup, 2003). Metode neraca massa digunakan dengan perhitungan yang menentukan daya tampung beban pencemaran dengan parameter kualitas air. Perhitungan metode neraca massa menggunakan rumus sebagai berikut.

$$C_R = \frac{\sum C_i Q_i}{\sum Q_i} = \frac{\sum M_i}{\sum Q_i}$$

Keterangan:

$C_R$  : konsentrasi rata-rata konstituen untuk aliran gabungan

$C_i$  : konsentrasi konstituen pada aliran ke-i

$Q_i$  : laju alir aliran ke-i

$M_i$  : massa konstituen pada aliran ke-i

Metode neraca massa digunakan pada sejumlah penelitian untuk menentukan daya tampung beban pencemar berdasarkan parameter kualitas air (biologi, fisika, dan kimia) yang berbeda menyesuaikan pengukuran parameter yang diinginkan. Penelitian Simamora *et al.* (2018), pada Sungai Takuana, Provinsi Riau dengan metode neraca massa diperoleh parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD), nitrat ( $\text{NH}_3^-$ ), dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) telah melampaui nilai daya tampung untuk sungai Takuana yang berada di baku mutu kelas II sedangkan parameter *Total Suspended Solids* (TSS) dan DO untuk daya tampung sungai masih memenuhi baku mutu. Penelitian Prasetya *et al.* (2015), menyatakan daya tampung Sungai Badek, Kota Malang menggunakan metode neraca massa menunjukkan bahwa daya tampung untuk parameter TSS, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) sudah melampaui sedangkan parameter *Dissolved Oxygen* (DO), dan pH belum melampaui daya tampung.

Menurut Widiatmono *et al.* (2017), Kali Surabaya tidak memiliki daya tampung beban pencemaran untuk parameter BOD, TSS, dan fosfat sedangkan pada parameter COD, nitrat, DO, dan pH Kali Surabaya masih memiliki daya tampung beban pencemaran. Penelitian Sahabuddin *et al.* (2014), menunjukkan di Sungai Wanggu, Kota Kendari menunjukkan bahwa sungai tidak mempunyai daya tampung untuk parameter BOD sedangkan pada parameter TDS, TSS, pH, COD, DO, dan nitrat Sungai Wanggu masih memiliki daya tampung beban pencemaran. Sungai Lesti di Kota Malang pada parameter fosfat, nitrat, COD dan BOD dengan metode neraca massa diketahui tidak lagi memiliki daya tampung sedangkan pada parameter pH, DO, dan TSS sungai masih memiliki daya tampung beban pencemaran (Widiatmono *et al.*, 2019).

## METODE PENELITIAN

### 3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian tentang studi daya tampung beban pencemaran berdasarkan tata guna lahan dengan metode neraca massa di Sungai Way Umpu, Kabupaten Way Kanan telah dilakukan pada bulan Agustus 2021 – Januari 2022 di bawah proyek Drs Tugiyono, M.Si., Ph.D bersama Bapak Muhammad Nuril Huda, S.T., Kepala tim pemantauan kualitas air Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Way Kanan, Bapak Makmur, S.T. selaku teknisi lapangan dari Laboratorium Hidrologi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, dan enam mahasiswi Jurusan Biologi, Universitas Lampung. Survei dilakukan pada empat stasiun penelitian dan tiga titik akumulasi beban pencemaran di Sungai Way Umpu, Kabupaten Way Kanan. Stasiun penelitian mewakili ragam penggunaan lahan yaitu lahan perkebunan, pertanian, pertambangan emas, dan pemukiman. Analisis parameter kualitas air untuk *Total Suspended Solids* (TSS), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), fosfat (P), merkuri (Hg), dan total coliform dilakukan lebih lanjut di Laboratorium Lingkungan SEAMEO BIOTROP, Bogor.

### **3.2. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah botol sampel 4 buah (ukuran 1 liter), *peilschale*, *current meter*, meteran, DO meter AZ-8403, pH meter Toadkk, GPS garmin etrex 10 monokrom, kamera gawai Vivo Y91, box penyimpanan, dan peralatan yang menyesuaikan parameter uji lebih lanjut di SEAMEO BIOTROP, Bogor.

Bahan yang digunakan adalah sampel air sungai pada titik stasiun penelitian.

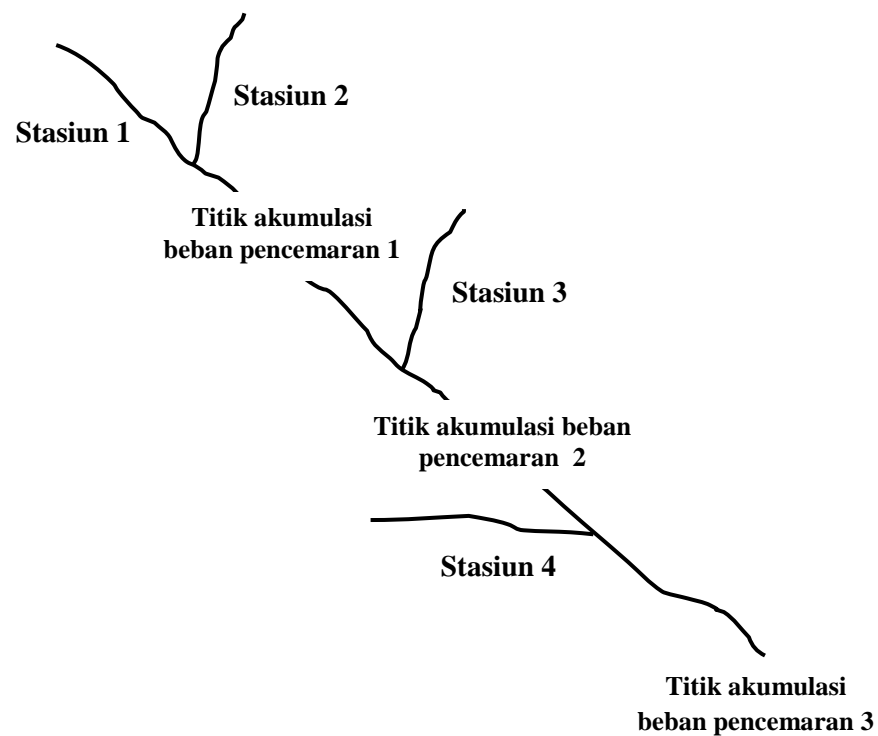
### **3.3. Pelaksanaan Penelitian**

Survei dilakukan untuk menentukan titik pengambilan sampel yang didasarkan pada penggunaan tata guna lahan yang berbeda. Pada penelitian ini pelaksanaan penelitian meliputi tahapan penentuan lokasi penelitian, pengambilan sampel air, pengukuran debit air, analisis sampel air, dan analisis data.

#### **3.3.1. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian terdapat pada empat stasiun dan tiga titik akumulasi beban pencemaran yang ditentukan berdasarkan peta administrasi Kabupaten Way Kanan dan pengambilan titik koordinat menggunakan GPS garmin etrex 10 monokrom (Gambar 1). Lokasi stasiun dan titik akumulasi beban pencemaran adalah sebagai berikut:





Gambar 1. Sketsa lokasi penelitian di Sungai Way Umpu

1. Stasiun 1 (ST-1) Muara Sungai Way Kasui Kiri ( $4^{\circ}42'34.94''\text{S } 104^{\circ}28'32.92''\text{E}$ )
2. Stasiun 2 (ST-2) Sungai Way Umpu sebelum menerima aliran Sungai Way Kasui Kiri ( $4^{\circ}42'36.55''\text{S } 104^{\circ}28'35.44''\text{E}$ )
3. Stasiun 3 (ST-3) Muara Sungai wilayah Kampung Ojolali ( $4^{\circ}41'11.67''\text{S } 104^{\circ}29'49.37''\text{E}$ )
4. Stasiun 4 (ST-4) Muara Sungai Way Neki, ( $4^{\circ}38'45.87''\text{S } 104^{\circ}30'22.44''\text{E}$ )
5. Titik akumulasi beban pencemaran 1: aliran Sungai Air Kasui Kiri ( $4^{\circ}42'33.89''\text{S } 104^{\circ}28'36.52''\text{E}$ )
6. Titik akumulasi beban pencemaran 2: Jembatan Gantung Kampung Ojolali ( $4^{\circ}41'9.57''\text{S } 104^{\circ}29'49.45''\text{E}$ )
7. Titik akumulasi beban pencemaran 3: Way Umpu bagian hilir ( $4^{\circ}38'45.53''\text{S } 104^{\circ}30'20.48''\text{E}$ )

Lokasi lahan pada Stasiun 1 dan Stasiun 2 merupakan daerah pemukiman Kelurahan Kasui Pasar Kecamatan Kasui, pertanian, dan perkebunan. Stasiun 3 berupa penggunaan lahan pertambangan emas dan pemukiman Kampung Ojolali, Kecamatan Umpu Semenguk. Stasiun 4 berupa penggunaan lahan berupa perkebunan, pemukiman Gunung Katun Kecamatan Baradatu, dan pertambangan emas.

Lokasi pada titik akumulasi beban pencemaran 1 merupakan titik yang menerima aliran sungai (ST-1 dan ST-2). Titik akumulasi beban pencemaran 2 merupakan titik yang menerima aliran sungai (ST-1, ST-2, dan ST-3) dan titik akumulasi beban pencemaran 3 merupakan titik yang menerima aliran sungai (gabungan ST-1, ST-2, ST-3, dan ST-4).

### **3.3.2. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data meliputi data debit air dan sampel air pada tiap stasiun penelitian. Pengambilan sampel air dibantu oleh Bapak Muhammad Nuril Huda, S.T., selaku Kepala tim pemantauan kualitas air Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Way Kanan sedangkan pengukuran debit air dibantu oleh Bapak Makmur, S.T. selaku teknisi lapangan dari Laboratorium Hidrologi, Universitas Lampung.

#### **3.3.2.1. Pengambilan Sampel Air**

Pengambilan sampel air dilakukan pada tiap stasiun menggunakan metode SNI No 57 Tahun 2008 tentang pengambilan sampel air permukaan. Air diambil pada bagian

tengah Sungai Way Umpu secara langsung. Botol digunakan dalam mengambil air yang dimasukan pada arah berlawanan arus ke dalam sungai dengan kedalaman 0,25 meter pada Stasiun 1, 0,20 meter pada Stasiun 2, 0,06 meter pada Stasiun 3, dan 0,4 meter pada Stasiun 4. Botol yang telah mencapai kedalaman yang sesuai kemudian dibalik tegak lurus sehingga air terisi hingga penuh. Setelah itu, botol ditutup di dalam air untuk meminimalisir masuknya udara luar ke dalam botol sampel. Botol diangkat ke permukaan, dilakukan pemberian label, dan disimpan dalam box penyimpanan.

### 3.3.2.2. Pengukuran Debit Air

Volume aliran yang mengalir pada penampang melintang sungai persatuan waktu disebut debit air. Data debit air dapat ditentukan berdasarkan metode SNI 8066 Tahun 2015 yaitu dengan hasil pengukuran kecepatan sungai dikalikan luas penampang sungai melalui pendekatan luas trapesium (Gambar 2). Pengukuran kecepatan air diperoleh menggunakan alat *current meter*, meteran digunakan untuk pengukuran lebar, dan *peischale* untuk mengukur kedalaman sungai (Badan Standardisasi Nasional, 2015).



Gambar 2. Pengukuran debit air Sungai Way Umpu

Tahapan pengukuran debit air menurut metode SNI 8066 Tahun 2015 dilakukan dengan pengukuran panjang, kedalaman dan kecepatan sungai pada masing-masing stasiun penelitian sebagai berikut.

1. Pengukuran panjang sungai dilakukan dengan membentangkan meteran dari ujung bagian daerah daratan ke ujung daerah daratan lain di sepanjang sungai untuk menentukan panjang. Hasil pengukuran panjang sungai yang diperoleh kemudian dicatat. Panjang sungai yang diperoleh pada stasiun penelitian dibagi menjadi dua atau tiga bagian dengan ukuran yang sama untuk digunakan pada pengukuran kedalaman dan kecepatan sungai.
2. Pengukuran kedalaman dilakukan pada dua atau tiga bagian pada sungai yang telah ditentukan menggunakan alat *peischale*. Alat dimasukkan ke dalam sungai hingga mencapai permukaan bawah sungai. Hasil pengukuran kedalaman diperoleh dari garis angka yang ditunjukkan pada alat.
3. Kecepatan air sungai diperoleh melalui pengukuran dengan *current meter* pada bagian tengah dari tiap pembagian pada sungai. Lebar sungai yang telah dibagi dalam tiga luasan ditentukan masing-masing bagian tengahnya dengan mengukur menggunakan meteran. Setelah ditentukan bagian tengah, kedalaman pada sungai dikalikan dengan 0,6 sebagai jarak untuk memasukkan *current meter*. *Current meter* dimasukkan ke dalam sungai sedalam pengukuran yang telah ditentukan. Kecepatan aliran sungai diukur pada masing-masing pembagian luasan dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali.

4. Data yang diperoleh dihitung menggunakan rumus debit air berdasarkan (SNI, 2015) sebagai berikut.

$$Q = V \times A$$

Dimana

Q = Debit aliran ( $m^3 / dtk$ )

A = Luas penampang basah ( $m^2$ )

V = Rerata kecepatan aliran ( $m/dtk$ ).

### 3.3.3. Analisis Sampel Air

Analisis sampel air dilakukan secara *in-situ* dan *ek-situ*. Pengujian parameter yaitu pH dan DO dilakukan secara langsung (*in-situ*) pada lokasi. Pengukuran dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Parameter derajat keasaman (pH) diukur menggunakan pH meter Toadkk. pH meter dimasukkan pada sampel air hingga elektroda terendam dan angka hasil pengukuran akan tertera pada monitor alat.
2. Parameter *Dissolved Oxygen* (DO) dapat diukur menggunakan DO meter AZ-8403. Nilai DO dapat diketahui dengan alat yang diatur pada skala satuan mg/L, pen DO meter dimasukkan ke dalam sampel air hingga pen terendam keseluruhan, dan angka hasil pengukuran akan tertera pada monitor alat.

Analisis lebih lanjut pada parameter lainnya dilakukan secara *ek-situ* di Laboratorium Lingkungan, SEAMEO BIOTROP, Bogor sebagai berikut:

### Parameter Fisika

Parameter TSS (*Total Suspended Solid*) di analisis menggunakan metode gravitometri sesuai SNI 6989.3 Tahun 2019.

Pengujian dilakukan sesuai prosedur dengan tahapan menyiapkan media penyaring berupa cawan porselen yang dialasi kertas saring berpori 0,45 µm. Kertas penyaring dibilas dengan air bebas mineral 10 ml sebanyak 3 kali. Media penyaring dikeringkan dengan oven selama 1 jam pada suhu 103°C sampai 105°C, kemudian didinginkan dalam desikator, dan ditimbang beratnya dengan neraca analitik. Pengulangan dilakukan dari tahap pengeringan hingga penimbangan untuk memperoleh berat tetap ( $W_1$ ). Selanjutnya disiapkan kertas saring yang telah diketahui berat tetap dan sampel uji yang telah homogen melalui pengadukan. Sampel yang homogen kemudian dipipet sebanyak 100 ml dengan pipet volumetri, dimasukkan pada kertas saring, dan dikeringkan dengan oven selama 1 jam pada 103°C sampai 105°C, kemudian didinginkan dalam desikator, dan ditimbang beratnya dengan neraca analitik. Pengulangan dilakukan kembali dari tahap pengeringan hingga penimbangan untuk memperoleh berat media dan residu ( $W_0$ ). Dilakukan perhitungan parameter TSS sesuai rumus (Badan Standardisasi Nasional, 2019) sebagai berikut:

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(W_1 - W_0) \times 1000}{V}$$

Keterangan:

- $W_1$  = Berat media penimbang berisi media penyaring awal (mg)
- $W_0$  = Berat media penimbang berisi media penyaring dan residu kering (mg)
- $V$  = Volume sampel (ml)
- 1000 = Konversi millimeter ke liter

### Parameter Kimia

1. Parameter COD di analisis menggunakan metode titrimetri berdasarkan SNI 6989.2:2019

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

2. Parameter BOD di analisis menggunakan metode titrimetri berdasarkan SNI 6989.72:2009

Pengujian dilakukan dengan menambahkan sejumlah sampel uji ke dalam larutan pengencer jenuh oksigen. Larutan dimasukan dalam media dengan larutan nutrisi dan bibit mikroba. Sampel diinkubasi selama 5 hari dengan suhu 20°C pada ruang gelap. Nilai BOD diperoleh berdasarkan hasil perhitungan selisih konsentrasi oksigen terlarut 0 (nol) hari dan 5 (lima) hari. Waktu lima hari menunjukkan waktu perkiraan konsentrasi oksigen terlarut pada sampel uji habis terpakai oleh mikroba.

3. Parameter fosfat (P) di analisis menggunakan metode spektrofotometri berdasarkan SNI 06-6989.31-2005

Pengujian dilakukan dengan membuat larutan induk fosfat 500 mg/L, membuat larutan baku fosfat 10 mg/L, membuat larutan kerja fosfat, dan menguji sampel pada spektrofotometer pada dalam waktu 10 – 30 menit. Sampel kemudian dihitung dengan rumus.

$$\text{Kadar fosfat (mg/L)} = C \times fp$$

Keterangan:

C = Kadar hasil pengukuran (mg/L)

fp = Faktor pengenceran (Badan Standardisasi Nasional, 2005)

4. Parameter nitrat ( $\text{NO}_3^- \text{N}$ ) di analisis menggunakan metode spektrofotometri berdasarkan SM 23rd.4500- $\text{NO}_3^- \text{B}$ -2017

Pengujian dilakukan dengan 50 mL sampel ditambahkan 1M larutan HCl dan dicampurkan. Larutan  $\text{NO}_3^-$  dikalibrasikan dalam kisaran standar 0 sampai 7 mg  $\text{NO}_3^-$  dengan pengenceran 50 mL terhadap volume diantara 0, 1, 2, 4, 7, hingga 35 mL. Pengukuran spektrofotometer dilakukan dengan membaca absorbansi terhadap reagen yang diatur pada absorbansi nol atau transmit 100%. Panjang gelombang 220 nm digunakan untuk mendapatkan pembacaan  $\text{NO}_3^-$  dan panjang gelombang 275 nm untuk menentukan kadar nitrat.



5. Parameter merkuri (Hg) di analisis menggunakan metode spektrofotometri berdasarkan US EPA 6020.A: 1998

Pengujian dilakukan melalui penentuan multi-elemen analit ICP-MS dalam sampel. Metode dilakukan yaitu dengan mengukur ion yang dihasilkan oleh frekuensi radio secara induktif plasma berpasangan. Sampel yang berasal dari cairan dinebulisasi dan aerosol yang dihasilkan diangkut oleh gas argon ke dalam plasma. Ion yang dihasilkan oleh suhu tinggi terperangkap dalam gas plasma dan dimasukkan melalui antarmuka ke dalam spektrometer massa. Ion-ion yang dihasilkan dalam plasma diurutkan menurut rasio massa terhadap muatannya dan dikuantifikasi dengan pengali elektron saluran dan diketahui hasil kadar merkuri.

### **Parameter Biologi**

Parameter total coliform di analisis menggunakan metode SM 23rd. 9221-2017

Analisis dilakukan dengan tahapan yaitu mengatur tabung fermentasi dalam barisan masing-masing lima atau sepuluh tabung dalam rak tabung reaksi. Jumlah baris dan volume sampel dipilih tergantung pada kualitas dan karakter air yang akan diperiksa. Pada tiap lima tabung dilakukan per pengenceran (dari 10, 1, sampai 0,1 mL). Sampel dikocok dan diencerkan sebanyak 25 kali pengulangan. Setiap tabung disuntikkan dalam satu set dari lima dengan volume sampel ulangan. Tabung yang telah diinokulasi kemudian diinkubasi pada suhu 35°C. Setelah 24 jam setiap tabung diperiksa pertumbuhan bakteri, gas, dan reaksi asam (warna kuning). Tabung sampel yang tidak menunjukkan adanya gas atau reaksi asam diinkubasi ulang dan diperiksa kembali selama 24 jam, sehingga total pemeriksaan 48 jam. Sampel yang tidak

menunjukkan kondisi perubahan warna atau pembentukan gas pada akhir 48 jam inkubasi menunjukkan hasil tes negatif coliform.

### 3.3.4 Analisis Data Berbasis Metode Neraca Massa

Analisis data pada penelitian ini dilakukan secara deskriptif. Hasil analisis data dihitung untuk menentukan daya tampung beban pencemaran dengan metode neraca massa. Metode neraca massa dapat dihitung menggunakan rumus berdasarkan (Kepmen LH 110, 2003) sebagai berikut:

$$C_R = \frac{\sum C_i Q_i}{\sum Q_i} = \frac{\sum M_i}{\sum Q_i}$$

Keterangan:

$C_R$  : konsentrasi rata-rata konstituen untuk aliran gabungan

$C_i$  : konsentrasi konstituen pada aliran ke-i

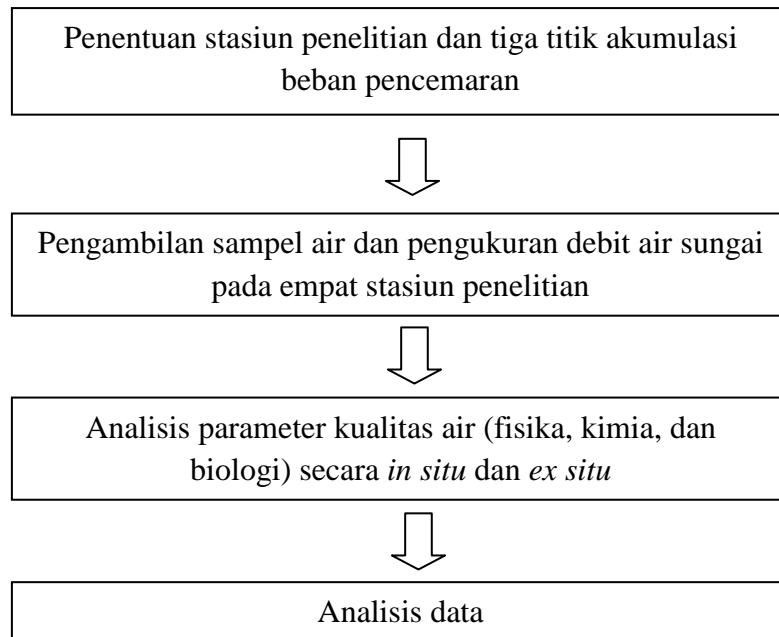
$Q_i$  : laju alir aliran ke-i

$M_i$  : massa konstituen pada aliran ke-i

Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan baku mutu air untuk Kelas III berdasarkan baku mutu menurut Peraturan Daerah Provinsi Lampung Nomor 11 tahun 2012.

### 3.4 Diagram Alir

Secara keseluruhan tata alir pada penelitian ini melalui empat tahapan (Gambar 3).



Gambar 3. Diagram alir penelitian

## V. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah

1. Konsentrasi beban pencemaran pada keseluruhan parameter terukur pH, *Total Suspended Solids* (TSS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), nitrat (NO<sub>3</sub>), fosfat (P), merkuri (Hg), *Dissolved Oxygen* (DO), dan total coliform berada pada nilai baku mutu Kelas III menurut Peraturan Daerah Provinsi Lampung nomor 11 tahun 2012, sehingga Sungai Way Umpu masih mempunyai daya tampung beban pencemaran di tiga titik akumulasi beban pencemaran berdasarkan analisis dengan metode neraca massa.
2. Keseluruhan parameter terukur pH, *Total Suspended Solids* (TSS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), nitrat (NO<sub>3</sub>), fosfat (P), merkuri (Hg), *Dissolved Oxygen* (DO), dan total coliform tidak melampaui baku mutu Kelas III menurut Peraturan Daerah Provinsi Lampung Nomor 11 tahun 2012 berdasarkan analisis metode neraca massa, sehingga Sungai Way Umpu masih dapat digunakan sesuai peruntukannya.

## 5.2. Saran

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggunakan lebih banyak parameter kualitas air dan pengulangan pengambilan sampel pada rentang waktu yang berbeda seperti pada musim kemarau dan musim penghujan. Perlu dilakukannya upaya penyuluhan kepada masyarakat sekitar DAS Sungai Way Umpu terkait pengolahan limbah buangan untuk mencegah terlampauinya nilai daya tampung beban pencemaran terutama pada peruntukan tata guna lahan pemukiman, pertanian, dan perkebunan. Upaya penyuluhan pada DAS untuk peruntukan tata guna pertambangan emas juga dapat dilakukan dengan menghimbau masyarakat terkait dampak buruk penambangan emas ilegal dan pengelolaan pertambangan emas yang sesuai dengan ketentuan peraturan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, D., Sasongko, S.B., dan Sudarno. 2012. Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran Berdasarkan Penggunaan Lahan di Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal Presipitasi*. 9 (2), 64-71.
- Ali, A., Soemarno, dan Purnomo, M. 2013. Kajian Kualitas Air dan Status Mutu Air Sungai Metro di Kecamatan Sukun Kota Malang. *Jurnal Bumi Lestari*. 13(2), 265-274.
- Amanda, A., Rony, R., dan Chairul, A. 2020. Analisis Daya Tampung Sungai Terhadap Beban Pencemar Organik. *Jernih: Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*. 3(1), 1-14.
- American Public Health Association (APHA). 2017. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23th edition. American Public Health Association. Washington DC.
- Andrianto, R., Perwira, I. Y., dan Negara, I. K. W. 2021. Analisa Kualitas Air di Sungai Pelus, Purbalingga, Jawa Tengah. *Current Trends in Aquatic Science*. 4(1), 76-81.
- Anhwange, B.A., E.B. Agbaji, dan E.C. Gimba. 2012. Impact Assessment of Human Activities and Seasonal Variation on River Benue, within Makurdi Metropolis. *Journal of Science and Technology*. 2 (5), 248-254.
- Aruan, D. G. R., dan Maniur, A.S. 2017. Penentuan Kadar Dissolved Oxygen (DO) Pada Air Sungai Sidoras di Daerah Butar Kecamatan Pagaran Kabupaten Tapanuli Utara. *Jurnal Analisis Laboratorium Medik USM-Indonesia*. 2(1), 422-433. [http://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/Kesehatan\\_Masyarakat](http://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/Kesehatan_Masyarakat).

- Ayyub, F.R., A. Rauf, dan A. Asni. 2018. Strategi Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang di Wilayah Pesisir Kabupaten Luwu Timur. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 4, S56-S65.
- Azhar, A. 2017. Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Batang Lembang. *Jurnal Pembangunan Nagari*. 2(2), 137-154.
- Badan Pusat Statistik Way Kanan. 2020. Kabupaten Way Kanan dalam Angka. <http://waykanankab.bps.go.id/>. diakses pada 20 September 2021.
- Badan Pusat Statistik Way Kanan. 2021. Kabupaten Way Kanan dalam Angka 2021. <http://waykanankab.bps.go.id/>. diakses pada 2 Desember 2021.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. *Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (total suspended solids/TSS) secara gravimetri*. SNI 6989.3:2019. Jakarta
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. *Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (chemical oxygen demand/COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri*. SNI 6989.2:2019. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. *Tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung*. SNI 8066:2015. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *Air dan air limbah - Bagian 72: Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)*. SNI 6989.72:2009. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2005. *Air dan air limbah - Bagian 31: Cara uji kadar fosfat dengan spektrofotometer secara asam askorbat*. SNI 06-6989.31-2005. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 1991. *Air, Metode pengujian oksigen terlarut dengan elektrokimia*. SNI 06-2425-1991. Jakarta.

- Barokah, G. R., Putri, A. K., dan Gunawan, G. 2017. Kelimpahan fitoplankton penyebab HAB (*harmful algal bloom*) di perairan teluk Lampung pada musim barat dan timur. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 11(2), 115-126.
- Boyd, C.E. 1990. *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University. Alabama. 482 p.
- Buyang, Y. 2013. Analisis Kadar Kadmium dan Timbal Pada Air di Lima Lokasi Sungai Totok Sulawesi Utara. *Jurnal Agricola*. 3(1), 63-71.
- Cahyani, M. D., Nuraini, R. A. T., dan Yulianto, B. 2012. Studi kandungan logam berat tembaga (Cu) pada air, sedimen, dan kerang darah (*Anadara granosa*) di Perairan Sungai Sayung dan Sungai Gonjol, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal Of Marine Research*. 1(2), 73-79.
- Cech, T.V. 2005. *Principles of Water Resources: History, Development, Management, and Policy*. Edisi ke-2. Hoboken, John Wiley & Sons.
- Chen, C. W., Chen, C. F., dan Dong, C. D. 2012. Contamination and potential ecological of mercury in sediments of Kaohsiung river mouth, Taiwan. *International Journal of Environmental Science and Development*. 3(1), 66-71.
- Da Silva, K. R. Wilson, W. J., dan Paulo, C. A. 2013. Nitrogen and Phosphorus Dynamics in the Biofloc Production of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 44(1), 30-41.
- Darmono. 2010. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. UI Press. Jakarta.
- Dewa, C., Susanawati, L. D., dan Widiatmono, B. R. 2016. Daya Tampung Sungai Gede Akibat Pencemaran Limbah Cair Industri Tepung Singkong di Kecamatan Ngadiluwih Kabupaten Kediri. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 2(1), 35-43.



- Djoharam, V., Riani, E., dan Yani, M. 2018. Analisis Kualitas Air Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan Di Wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan. Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 8(1), 127–133. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.127-133>.
- Effendi H, dan Wardiatno Y. 2015. Water quality status of Ciambulawung River, Banten Province, based on pollution index and NSF-WQI. *Procedia Environmental Sciences*. 24: 228–237
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Emilia, I. 2019. Analisa kandungan Nitrat dan Nitrit Dalam Air Minum Isi Ulang menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Indobiosains*. 1(1), 38-44.
- Estecha, M. G., Garcia, M. J. M., Ferrer, M. F., Pinedo, A. B., Pascual, A. C., Iriate, C. M. O., Perez, C. F., Claros, N. M., Herrera, M. A. R., Hoyos, E. G., dan Peres, J. J. G. 2013. Mercury in canned Tuna in Spain. Is light Tuna really light?. *Food and Nutrition Sciences*. 4(1), 48-54.
- Fatmawati. 2016. Analisis Sedimentasi Aliran Sungai Batang Sinamar Bagian Tengah di Kenagarian Koto Tuo Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota. *Jurnal Geografi*. 8(2), 156-164.
- Gazali, I., Bambang, R.W., dan Ruslan, W. 2013. Evaluasi Dampak Pembuangan Limbah Cair Pabrik Kertas Terhadap Kualitas Air Sungai Klintar Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 1(2), 1-8.
- Hamid, S. H. A., Lananan, F., Khatoon, H., Jusoh, A., dan Endut, A. 2016. A study of coagulating protein of *Moringa oleifera* in microalgae bio-flocculation. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 113, 310-317.
- Handayani, Y., Novarino, W., dan Arbain, A. 2020. Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Batang Binguang Kota Solok. *Jurnal Pembangunan Nagari*. 5(2), 115-129.

- Hariono, I. B., dan Destarianto, P. 2017. Dampak Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Daya Tampung Wilayah DAS Sampean. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian 2017*. ISBN : 978-602-14917-5-1
- Harjianto, M., Sinukaban, N., Tarigan, S. D., dan Haridjaja, O. 2016. Evaluasi kemampuan lahan untuk arahan penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai Lawo, Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 5(1), 1-11.
- Hartati, R., Djunaedi A., Hariyadi, dan Mujiyarto. 2012. Struktur Komunitas Padang Lamun Di Perairan Pulau Kumbang Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro*. 17 (4):217-255
- Hasnah, S., Rahman, M., dan Rahman, A. 2014. Analisis Tingkat Pencemaran Posfat Dan Nitrat Di Beberapa Sub Das Kalimantan Selatan. *Fish Scientiae*. 4(1), 35-41.
- Hendrawan, D. 2005. Kualitas air sungai dan situ di DKI Jakarta. *Makara Journal of Technology*. 9(1), 13-19.
- Herlambang, A. 2006. Pencemaran air dan strategi penggulungannya. *Jurnal Air Indonesia*. 2(1) 16-29.
- Ismail, R. 2016. Partisipasi Masyarakat Dalam Program Pengembangan Dan Pengelolaan Jaringan Irigasi Di Daerah Irigasi Way Umpu Kabupaten Way Kanan. *JPWK-Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*. 12(1), 86-97.
- Indriani, V. S., Hadi, W., dan Masduqi, A. 2016. Identifikasi daya tampung beban pencemaran air Kali Surabaya segmen Jembatan Canggus-Tambangan Bambe dengan pemodelan Qual2kw. *Jurnal Teknik ITS*. 5(2), A857-A861.
- Jayadinata, J. T. 1999. *Tata Guna Tanah dalam Perencanaan Pedesaan Perkotaan dan Wilayah* . ITB Bandung. Bandung.

- Junaidi, F. F. 2014. Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera Sampai Dengan Pulau Kemaro). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2(3), 542 – 552.
- Karangan, J., Bambang, S., dan Sulardi. 2019. Uji Keasaman Air dengan Alat Sensor pH di STT Migas Balikpapan. *Jurnal Kacapuri*. 2(1) 65-72.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110. 2003. *Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air*. Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Kitong, M. T., Abidjulu, J., dan Koleangan, H. S. 2012. Analisis merkuri (Hg) dan arsen (As) di sedimen sungai Ranoyapo kecamatan Amurang Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*. 1(1), 16-19.
- Koda, E., Miszkowska, A., dan Siczka, A. 2017. Levels of Organic Pollution Indicators in Groundwater at the Old Landfill and Waste management Site. *Applied Sciences*. 7(6), 1- 22.
- Komarudin, M., Sigit, H., dan Budi, K. 2015. Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Pesanggrahan (Segmen Kota Depok) Dengan Menggunakan Model Numerik Dan Spasial. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 5(2), 121-132.
- Kustanto, A. 2020. Dinamika Pertumbuhan Penduduk dan Kualitas Air di Indonesia (*The Dynamics of Population Growth and Water Quality in Indonesia*). *JIEP*. 20(1), 12-20.
- Kusuma, R. C., Wawan, B., Arifudin. 2017. Kajian Kandungan Logam Berat di Lokasi Penambangan Emas Tradisional di Desa Sangon, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo. *Prosiding Seminar Nasional XII Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi Ke-12*.  
[//journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/714](http://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/714).
- Kusuma, F. I. 2014. Karakteristik Kualitas Air Sungai Winongo DAS Opak Setelah Melewati Kawasan Perkotaan Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2012 – 2014. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Lasut, M. T. 2009. Proses bioakumulasi dan biotransfer merkuri (Hg) pada organisme perairan di dalam wadah terkontrol. *Jurnal Matematika dan Sains*. 14(3), 89-95.
- Lusiana, N., Sulianto, A. A., Devianto, L. A., dan Sabina, S. 2020. Penentuan Indeks Pencemaran Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Menggunakan Software QUAL2Kw (Studi Kasus Sungai Brantas Kota Malang). *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*. 8(2)161-176.
- Machairiyah, M., Zulfikli, N., dan Bejo, S. 2020. Pengaruh Pemanfaatan Lahan terhadap Kualitas Air Sungai Percut dengan Metode Indeks Pencemaran (IP). *Limnotek: perairan darat tropis di Indonesia*. 27(1), 13-25.
- Marlina, N., Hudori, dan Hafidh, R. 2017. Pengaruh Kekasaran Saluran dan Air Sungai pada Parameter Kualitas Air COD, TSS Di Sungai Winongo Menggunakan Software QUAL2Kw. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 9(2) 122-133.
- Maryono, A. 2008. *Eko-Hidrolik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan*. Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Marselina M, Burhanudin M. 2018. Phosphorus load concentration in tropical climates reservoir for each water quantity class. *Journal of Water and Land Development*. 36(I-III): 99-104. doi: 10.2478/jwld-2018- 0010.
- Merliyana. 2017. Analisis Status Pencemaran Air Sungai dengan Makrobentos sebagai Bioindikator di Aliran Sungai Sumur Putri Teluk Betung. *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Biologi. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Universitas Islam Negeri Islam Negeri Raden Intan. Lampung.
- Metcalf and Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*. Mc Graw Hill Inc. Newyork.
- Millah, A, H., dan Retnaningdyah, C. 2015. Pemantauan Kualitas Fisika-Kimia Air di Mata Air Nyolo, Curah Glogo dan Curah Lang-Lang Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. *Jurnal Biotropika*. 3(2) 60-64.

- Mirdat, S., Pata'dungan, Y.S., dan Isrun. 2013. Status Logam Berat Merkuri (Hg) dalam Tanah Pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas di Kelurahan Poboya, Kota Palu. *Jurnal Agrotekbis*. 1(2): 127-134.
- Mukarromah, R., Yulianti, I., dan Sunarno, S. 2016. Analisis Sifat Fisis Kualitas Air Di Mata Air Sumber Asem Dusun Kalijeruk, Desa Siwuran, Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo. *Unnes Physics Journal*. 5(1), 40-45.
- Mulyani, Widiarti, R., dan Wisnu, W. 2012. Sebaran Spasial Spesies Penyebab Harmful Algal Bloom (HAB) di Lokasi Budidaya Kerang Hijau *Perna viridis*) Kamal Muara, Jakarta Utara, pada Bulan Mei 2011. *Jurnal Akuatika*. 3(1), 28-39. ISSN 0853-2523
- Mustofa, A. 2015. Kandungan nitrat dan pospat sebagai faktor tingkat kesuburan perairan pantai. *Jurnal Disprotek*. 6(1), 13-19.
- Natsir, N. A., Hanike, Y., Rijal, M., dan Bachtiar, S. 2020. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Air, Sedimen dan Organ Mangrove Di Perairan Tulehu. *Biosel: Biology Science and Education*. 8(2), 149-159.
- Nurhamidah, N., Junaidi, A., dan Kurniawan, M. 2018. Tinjauan Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Limpasan Permukaan Kasus: DAS Batang Arau Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND)*. 14(2), 131-138.
- Negoro, S. dan Munawar, C. 2018. Estimasi Potensi Limpasan Permukaan dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi di Daerah Aliran Sungai Kayan Provinsi Kalimantan Utara. *Tesis*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Odum, E. P. 1996. *Dasar-dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Terjemahan Tjahjono Samingan. Yogyakarta.
- Ostroumov, S. A. 2017. Water quality and conditioning in natural ecosystems: biomachinery theory of self-purification of water. *Russian Journal of general chemistry*. 87(13), 3199–3204.
- Palar, H. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta.

- Pamungkas, M. O. A. 2016. Studi pencemaran limbah cair dengan parameter BOD5 dan pH di pasar ikan tradisional dan pasar modern di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(2), 166-175.
- Panda, P. K., Dash, P. K., dan Panda, R. B. 2020. The Study of Water Quality of the River Salandi by Using Modified Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index Method, Bhadrak, Odisha, India. *American Journal of Water Resources*. 8(5), 237-245.
- Perangin-Angin, I. 2015. Persepsi Masyarakat Terhadap Perubahan Tata Guna Lahan Lapangan Merdeka Kota Medan. *Tesis*. Magister Teknik Arsitektur. Universitas Sumatera Utara.
- Patricia, C., Astono, W., dan Hendrawan, D. I. 2018. Kandungan Nitrat Dan Fosfat di Sungai Ciliwung. *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*. Hal 179- 185.
- Patty, S. I. 2017. Dissolved Oxygen and Apparent Oxygen Utilization in Lembeh Strait Waters, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah PLATAX*. 6(1), 54-60...
- Pavita, K.D., Bambang, R.W., dan Liliya, D. 2014. Study On Pollution Load Capacity Determination Of The Waste Domestic (Case Study Kali Surabaya - Kecamatan Wonokromo). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 1(3), 21-27.
- Peraturan Daerah No 11. 2011. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Way Kanan Tahun 2011 – 2031*. Pemerintah Kabupaten Way Kanan. Way Kanan.
- Peraturan Daerah Provinsi Lampung No 11. 2012. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Pemerintah Provinsi Lampung. Lampung.
- Peraturan Pemerintah No 22. 2021. *Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*. Lembaran Negara RI Tahun 2021. Jakarta.
- Piranti, A. S., Rahayu, D. R. U. S., dan Waluyo, G. 2018. Evaluasi status mutu air Danau Rawapening. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan*

*Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*. 8(2), 151-160.

- Pohan, D. A. S., Budiyono, S., dan Syafrudin, S. 2016. Analisis kualitas air sungai guna menentukan peruntukan ditinjau dari aspek lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 14(2), 63-71.
- Polidoro, B.A., Raynal, M.T.C., Cahill, T., dan Clement, C., 2017. Land-based sources of marine pollution: Pesticides, PAHs and phthalates in coastal stream water, and heavy metals in coastal stream sediments in American Samoa. *Marine Pollution Bulletin*. 116(1–2), 501-507.
- Pradana, H.A., Novita, E., Andriyani, I., dan Purnomo, B.H. 2020. Land use impact to water quality in Bedadung River, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 447: 1-7. doi: 10.1088/1755-1315/477/1/012015.
- Prasetya, V. N., Susanawati, L. D., dan Bambang, R.W. 2015. Penentuan Daya Tampung Sungai Badek Terhadap Beban Pencemar Akibat Limbah Cair Penyamakan Kulit di Kelurahan Ciptomulyo, Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 2(2), 17-24.
- Putra, A.S. 2014. Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Sungai: Pulau Kemaro sampai dengan Muara Sungai Komerling). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2(3), 603–609.
- Putranto, T. T., dan Novie, S. 2019. Kajian Daya Tampung dan Mutu Kelas Air Daerah Aliran Sungai Banjir Kanal Timur, Kota Semarang. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*. 7(2), 121-136.
- Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Agustriani, F., dan Suteja, Y. 2019. Kondisi nitrat, nitrit, amonia, fosfat dan BOD di muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 11(1), 65-74.
- Rachmat, B., Sidebang, P., dan Purwandari, I. 2019. Akumulasi senyawa sianida, krom, mangan, besi pada air baku dan penilaian risiko kesehatan

masyarakat di Kecamatan Babakan Madang Kabupaten Bogor. *Journal of Community Medicine and Public Health*. 35(3), 97-105.

- Rahayu, L. 2019. Deskripsi Kualitas Air Sungai Batang Lampasi Kota Payakumbuh Di Musim Hujan dan Musim Panas Melalui Analisa BOD, COD dan TSS. *Journal of residu*. 3(19), 86-93.
- Rahayu, Y., Juwana, I., dan Marganingrum, D. 2018. Kajian perhitungan beban pencemaran air sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung dari sektor domestik. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*. 2(1), 61-71.
- Rahman, M.U., Shereen, G., dan Mohammad, Z.U. 2007. Reduction Of Chromium (VI) by Locally Isolated *Pseudomonas* sp. C171. *Turkey Journal Biol*. 31 (3), 161-166.
- Renngiwur, J., Lasaiba, I., dan Mahulauw, A. 2016. Analisis Kualitas Air yang di Konsumsi Warga Desa Batu Merah Kota Ambon. *Jurnal Biology Science dan Education*. 5 (2), 9-22.
- Rohmawati, Y., dan Kustomo, K. 2020. Analisis Kualitas Air pada Reservoir PDAM Kota Semarang Menggunakan Uji Parameter Fisika, Kimia, dan Mikrobiologi, serta Dikombinasikan dengan Analisis Kemometri. *Walisono Journal of Chemistry*. 3(2), 100-107.
- Rianto, S. 2012. Analisis faktor-faktor yang berhubungan dengan keracunan merkuri pada penambangan emas tradisional di desa Jendi kecamatan Selogiri kabupaten Wonogiri. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 11(1), 14-21.
- Ridho, M.H., Wahyu, H., Taryono. 2019. Organic Pollution Carrying Capacity of the Batang Arau River, Padang, Sumatra Barat Province. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*. 6(1)
- Riyanti, A., Marhadi, M., dan Patri, S. E. 2022. Pengaruh Pestisida dari Aktivitas Pertanian Terhadap Konsentrasi Merkuri (Hg) pada Sungai Sumur Beremas Kota Sungai Penuh. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 22(1), 292-296.



- Rosita, N. 2014. Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Tangerang Selatan. *Jurnal Kimia Valensi*. 4(2), 134-141.
- Romiyanto, Barus, B., dan Sudadi, U. 2015. Model Spasial Kerusakan Lahan dan Pencemaran Air Akibat Kegiatan Pertambangan Emas Tanpa Izin di Daerah Aliran Sungai Raya, Kalimantan Barat. *Jurnal Tanah Lingkungan*. 17(2), 47-53.
- Rumanti M, S., Rudiyantri, M.N., dan Suparjo. 2014. Hubungan Antara Kandungan Nitrat Dan Fosfat Dengan Kelimpahan Fitoplankton Di Sungai Brengi Kabupaten Pekalongan. *Management of Aquatic Resources Journal*. 3:168-176.
- Sabar, M., dan Inayah, I. 2018. Analisis Kandungan Bahan Organik dan Bakteri Patogen (*E. Coli*) di Pelabuhan Bastiong dan Pantai Kayu Merah Kota Ternate. *Techno: Jurnal Penelitian*. 5(1), 62-75.
- Sahabuddin, H., Donny, H., dan Emma, Y. 2014. Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran sungai wanggu kota kendari. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*. 5(1), 19-28.
- Saksena, D.N., Garg, R.K.dan Rao, R.J. 2008. Water quality and pollution status of Chambal River in National Chambal Sanctuary, Madhya Pradesh. *Journal of Environmental Biology*. 29(5), 701-10.
- Samudro, S., Agustiningsih, D., dan Sasongko, S.B. 2012. Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*. 9(2):64-71.
- Saputri, E. T., dan Efendy, M. 2020. Kepadatan Bakteri Coliform Sebagai Indikator Pencemaran Biologis Di Perairan Pesisir Sepuluh Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*. 1(2), 243-249.

- Sara, P. S., Astono, W., dan Hendrawan, D. I. 2018. Kajian kualitas air di sungai ciliwung dengan parameter BOD dan COD. *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan ke 4*. pp 591-597.
- Sariwati, E. 2010. Analisis beban pencemaran Sungai Cihideung sebagai bahan baku pengolahan air di Kampus IPB Dramaga. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Schriewer, A.; Odagiri, M.; Wuertz, S.; Misra, P. R.; Panigrahi, P.; Clasen, T.; dan Jenkins, M. W. 2015. Human and Animal Fecal Contamination of Community Water Sources, Stored Drinking Water and Hands in Rural India Measured with Validated Microbial Source Tracking Assays. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 93(3), 509–516. 10.4269/ajtmh.14-0824.
- Selin, N. E. 2009. Global biogeochemical cycling of mercury: a review. *Annual review of environment and resources.* 34, 43-63.
- Servais, P., Billen, G., Goncalves, A., dan Garcia-Armisen, T. 2007. Modelling microbiological water quality in the seine river drainage network : past, present and future situations. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11:1581-1592.
- Simamora, M., Rifardi, dan Manyuk, F. 2018. Daya Tampung Sungai Takuana Terhadap Beban Pencemar Sekitar Taman Hutan Rakyat Sultan Syarif Hasim. *Jurnal Ilmu Lingkungan.* 12(82), 70–82.
- Simbolon, A. R. 2016. Pencemaran Bahan Organik dan Eutrofikasi di Perairan Cituis, Pesisir Tangerang. *Jurnal Pro-Life.* 3(2), 109-118.
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika Terhadap Distribusi Plankton Di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan Penelitian Oseanografi-LIPI.* 11(1), 31-45.
- Stefhany, C.A., Sutisna, M., dan Pharmawati, K. 2013. Fitoremediasi Phospat dengan menggunakan Tumbuhan Enceng Gondok pada Limbah Cair Industri Kecil Pencucian Pakaian. *Jurnal Reka Lingkungan.* 1(1), 13-23.

- Sudarwin. 2008. Analisis spasial pencemaran logam berat Pb dan Cd pada sedimen aliran sungai dari tempat pembuangan air (TPA) Jati Barang Semarang. *Tesis*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sugiyarto, S., Hariono, B., dan Destarianto, P. 2017. Dampak Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Sungai di DAS Sampean. *Prosiding Sentrinov (Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif)*. 3(1) TS72-TS84.
- Suprihatin, H. 2014. Kalilo river pollution due to limited land settlement and human behavior along the Kalilo riverbanks. *Journal Of Degraded And Mining Lands Management*. 1 (3) 143 - 148.
- Suprihatin, dan Suparno. 2013. *Teknologi Proses Pengolahan Air, Untuk Mahasiswa dan Praktisi Industri*. PT Penerbit IPB Press. Bogor.
- Syofyan, I., Usman, dan P. Nasution. 2011. Studi Kualitas Air Untuk Kesehatan Ikan Dalam Budidaya Perikanan Pada Aliran Sungai Kampar Kiri. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 16: 64-70.
- Trofisa, D. 2011. Kajian beban pencemaran dan daya tampung pencemaran sungai Ciliwung di segmen Kota Bogor. *Tesis*. IPB. Bogor.
- Tungka, A. W., Haeruddin, H., dan Ain, C. 2016. Konsentrasi Nitrat Dan Ortofosfat Di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Dan Kaitannya Dengan Kelimpahan Fitoplankton. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal Of Fisheries Science And Technology*. 12(1), 40-46.
- US EPA. 1998. *National Primary Drinking Water Standards*. United States Environmental Protection Agency. EPA 6020.A.
- Vymazal, J., dan Březinová, T., 2015. The use of constructed wetlands for removal of pesticides from agricultural runoff and drainage: A review. *Environment International*. 75, 11-20

- Wahyuningsih, S., Dharmawan, A., dan Novita, E. 2020. Purifikasi Alami Sungai Bedadung Hilir Menggunakan Pemodelan Streeter-Phelps. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 19(2), 95-102.
- Wantasen, S., Sudarmadji, S., Eko, S. dan Slamet, S. 2012. Dampak Transformasi Nitrogen Terhadap Lingkungan Biotik Di Danau Tondano Provinsi Sulawesi Utara (the Impact of Nitrogen Transformation on the Biotic Environment in the Lake Tondano North Sulawesi). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 19(2), 143-149.
- Wardhana W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Widiatmono, B. R., Bambang, S., dan Florensia, Y.M. 2019. Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemar dan Kualitas Air Sungai Lesti Sebelum Pembangunan Hotel. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 6(3)1-10.
- Widiatmono, B. R., Liliya, D., dan Komang, D. P. 2017. Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Surabaya dengan Menggunakan Metode Neraca Massa. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 5(3), 273-280.
- Widyaningsih, W., Supriharyono, S., dan Niniek, W. 2016. Analisis total bakteri coliform di perairan muara kali wisu jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*. 5(3), 157-164.
- Widyaningsih, V. 2011. Pengolahan Limbah Cair Kanting Yongma Fisip UI. *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Widyastuti, M., dan Marfai, A. 2004. Kajian Daya Tampung Sungai Gajahwong Terhadap Beban Pencemaran. *Majalah Geografi Indonesia*. 18(2), 81-97.
- Winnarsih, W., Emiyarti, dan Afu, L. O. A. 2016. Distribusi Total Suspended Solid Permukaan di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut*. 1(2), 54-59.

- Wirosoedarmo, R., Haji, A. T. S., dan Zulfikar, F. 2018. Analisa Perubahan Tata Guna Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Pencemaran di Brantas Hulu, Kota Batu, Jawa Timur. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 3(1), 33-39.
- Wiwoho. 2005. Model Identifikasi Daya Tampung Beban Cemaran Sungai Dengan QUAL2E. *Tesis*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Yang, Y., Yan, B., dan Shen, W. 2010. Assessment of point and nonpoint sources pollution in Songhua River Basin, Northeast China by using revised water quality model. *Chinese geographical science*. 20(1), 30-36.
- Yanthy, K.I., Sahara, E., dan Dewi, K.S.P. 2013. Spesiasi dan Bioavailabilitas Logam Tembaga (Cu) pada Berbagai Ukuran Partikel Sedimen di Kawasan Pantai Sanur. *Jurnal Kimia*. 7(2):141-152.
- Yogafany, E. 2015. Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 7 (1): 41-50.
- 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, 34-42.
- Yuliasuti, E. 2011. Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Tesis*. Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Yusuf, M., Hamzah, B., Rahman, N., 2013. Kandungan Merkuri (Hg) Dalam Air Laut, Sedimen, dan Jaringan Ikan Belanak (*Liza Melinoptera*) di Perairan Teluk Palu. *Jurnal Akademika Kimia*. 2(3), 140-145.