

**PEMETAAN KUALITAS AIR DAN STRUKTUR KOMUNITAS
MAKROINVERTEBRATA SEBAGAI BIOINDIKATOR PADA SUNGAI
LEKSO, KECAMATAN GANDUSARI, KABUPATEN BLITAR**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Pada
Program Studi Teknik Lingkungan



Disusun Oleh :

Roikhana Farista Wahyuliana

H05217022

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UIN SUNAN AMPEL SURABAYA

2022

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Roikhana Farista Wahyuliana
NIM : H05217022
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2017

Dengan ini menyatakan bahwa tidak melakukan plagiasi dalam penulisan Tugas Akhir saya yang berjudul “Pemetaan Kualitas Air dan Struktur Komunitas Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Pada Sungai Lekso, Kecamatan Gandusari, Kabupaten Blitar”.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia diberikan sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Surabaya, 24 Oktober 2022



(Roikhana Farista W)
H05217022

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir oleh:

NAMA : Roikhana Farista Wahyuliana

NIM : H05217022

JUDUL : Pemetaan Kualitas Air Dan Struktur Komunitas Makroinvertebrata
Sebagai Bioindikator Pada Sungai Lekso, Kecamatan Gandusari,
Kabupaten Blitar

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan,

Surabaya, (20 Juni 2022)

Dosen Pembimbing I



(Widya Nilandita, M. KL)

NIP. 198410072014032002

Dosen Pembimbing II



(Yusrianti, M.T)

NIP. 198210222014032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Nama : Roikhana Farista Wahyuliana

NIM : H05217022

Judul : Pemetaan Kualitas Air Dan Struktur Komunitas Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Pada Sungai Lekso, Kecamatan Gandusari, Kabupaten Blitar

Telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 24 Oktober 2022

Mengetahui,

Dosen penguji,

Dosen penguji I



Widya Nilandita, M.KL
NIP. 198410072014032002

Dosen Penguji II



Yusrianti, M.T
NIP. 198210222014032001

Dosen Penguji III



Ida Munfarida, M.Si, MT
NIP. 198411302015032001

Dosen Penguji IV



Funsu Andiarna, M. Kes
NIP. 198710142014032002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



Abdul Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : ROIKHANA FARISTA WAHYULIANA
NIM : H05217022
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : roikhanaf12@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
 Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PEMETAAN KUALITAS AIR DAN STRUKTUR KOMUNITAS MAKROINVERTEBRATA
SEBAGAI BIOINDIKATOR PADA SUNGAI LEKSO, KECAMATAN GANDUSARI,
KABUPATEN BLITAR

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 4 November 2022

Penulis

(ROIKHANA FARISTA WAHYULIANA)

ABSTRAK
PEMETAAN KUALITAS AIR DAN STRUKTUR KOMUNITAS
MAKROINVERTEBRATA SEBAGAI BIOINDIKATOR PADA SUNGAI
LEKSO, KECAMATAN GANDUSARI, KABUPATEN BLITAR

Sungai Lekso merupakan salah satu sungai yang melewati Kecamatan Gandusari, Kabupaten Blitar. Aliran sungai Lekso ini dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk irigasi pada sektor pertanian dan juga sebagai wisata wahana air arung jeram, sehingga kualitas air bersih yang digunakan harus memenuhi baku mutu air bersih kelas dua pada parameter fisika dan kimia. Adanya aktivitas pertanian masyarakat sekitar, pembuangan sampah domestik dan kegiatan penambangan pasir berpotensi mengakibatkan penurunan kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air Sungai Lekso berdasarkan parameter fisika, kimia dan biologinya, untuk kemudian dilakukan pemetaan kualitas air Sungai Lekso berdasarkan kualitas sungai di setiap parameter. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. Penelitian dilakukan pada 3 stasiun yang berbeda. Hasil pengamatan kualitas air pada parameter fisika dan kimia seperti suhu, pH, BOD, COD dan TSS dianalisis menggunakan metode indeks pencemar. Sedangkan pada parameter biologi memanfaatkan makroinvertebrata dalam penelitiannya, lalu dianalisis menggunakan metode *family biotic index*. Berdasarkan hasil analisis pemantauan fisika dan kimia menggunakan perhitungan indeks pencemar, kualitas air Sungai Lekso tergolong tercemar ringan. Sedangkan pada pemantauan biologi menggunakan perhitungan *family biotic index* Sungai Lekso berada pada kualitas air sangat baik dan dikategorikan tidak terpolusi bahan organik.

Kata kunci : Pemetaan, Makroinvertebrata, Parameter fisika kimia

ABSTRACT
MAPPING WATER QUALITY AND MACROINVERTEBRATE
COMMUNITY STRUCTURE AS BIOINDICATORS IN THE LEKSO RIVER,
GANDUSARI DISTRICT, BLITAR REGENCY

The Lekso River is one of the rivers that pass through Gandusari District, Blitar Regency. The flow of the Lekso river is used by the surrounding community for irrigation in the agricultural sector and also as a water rafting ride, so that the quality of clean water used must meet the second-class clean water quality standards on physical and chemical parameters. The existence of agricultural activities in the surrounding community, domestic waste disposal and sand mining activities have the potential to cause a decrease in water quality. This study aims to determine the water quality of the Lekso River based on its physical, chemical and biological parameters, then mapping the water quality of the Lekso River based on the quality of the river in each parameter. The research method used is descriptive qualitative. The research was conducted at 3 different stations. The results of water quality observations on physical and chemical parameters such as temperature, pH, BOD, COD and TSS were analyzed using the pollutant index method. While the biological parameters utilize macroinvertebrates in their research, then analyzed using the *family biotic index* method. Based on the results of the analysis of physical and chemical monitoring using the pollutant index calculation, the water quality of the Lekso River is classified as lightly polluted. Meanwhile, in biological monitoring using the *family biotic index* calculation, the Lekso River is in very good water quality and is categorized as not polluted with organic matter.

Keywords: Mapping, Macroinvertebrates, Physical and chemical parameters

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sungai.....	6
2.2 Kualitas Air Sungai.....	6
2.3 Pencemaran Air.....	7
2.4 Baku Mutu Kualitas Air.....	8
2.5 Parameter Fisika dan Kimia.....	9
2.5.1. Suhu.....	9

2.5.2. Kekkeruhan.....	10
2.5.3. BOD.....	10
2.5.4. COD.....	11
2.5.5. pH.....	11
2.5.6. TSS.....	12
2.6 Biomonitoring.....	13
2.7 Bioindikator Air Sungai.....	13
2.8 Makroinvertebrata.....	14
2.9 Metode Indeks Pencemaran.....	18
2.10 Pemetaan.....	19
2.11 Sistem Informasi Geografi (SIG).....	19
2.12 Integrasi Keilmuan.....	20
2.13 Penelitian Terdahulu.....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Waktu Penelitian.....	27
3.2 Lokasi Penelitian.....	27
3.3 Alat dan Bahan.....	32
3.4 Jenis Penelitian.....	32
3.5 Kerangka pikir penelitian.....	32
3.6 Tahapan Penelitian.....	33
3.6.1 Tahap Persiapan Penelitian.....	33
3.6.2 Tahap pelaksanaan penelitian.....	34
3.6.3 Tahap analisis data.....	39
3.7 Analisis Indeks Pencemaran.....	41

3.8 Analisis Data Spasial	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	43
4.1.1 Stasiun Satu.....	45
4.1.2 Stasiun Kedua	45
4.1.3 Stasiun Ketiga.....	46
4.2 Hasil Penelitian.....	47
4.2.1 Analisis Kualitas Fisik Kimia Air Sungai	48
4.2.2 Indeks Pencemaran	65
4.2.3 Analisis Kualitas Biologis Air Sungai	72
4.2.3 Keanekaragaman Makroinvertebrata setiap Stasiun.....	78
4.2.4 Kelimpahan Makroinvertebrata Setiap Stasiun	82
4.2.5 <i>Family Biotic Index</i>	84
BAB V PENUTUP.....	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN.....	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu masing-masing kelas air	8
Tabel 2.2 Tolak ukur nilai indeks keanekaragaman	16
Tabel 2.3 Tolak Ukur Nilai Indeks Kelimpahan	16
Tabel 2.4 Klasifikasi Kualitas Air Berdasarkan Nilai FBI.....	17
Tabel 2.5 Klasifikasi penilaian kesehatan habitat sungai	18
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu.....	22
Tabel 3.1 Penentuan Titik Pengambilan Sampel.....	34
Tabel 3.2 Penilaian Bioindikator	38
Tabel 3.3 Penilaian Kualitas Air Dengan Bioindikator.....	39
Tabel 4.1 Data Hasil Pemantauan Kualitas Air Sungai Lekso Secara fisika-kimia dengan Baku Mutu Air Kelas Dua PP 22 Tahun 2021	49
Tabel 4.2 Tolak Ukur Status Mutu Indeks Pencemaran.....	70
Tabel 4.3 Hasil Pengambilan Makroinvertebrata Pada Stasiun 1	72
Tabel 4.4 Hasil Pengambilan Makroinvertebrata Pada Stasiun 2	74
Tabel 4.5 Hasil Pengambilan Makroinvertebrata Pada Stasiun 3	76
Tabel 4.6 Tolak ukur keanekaragaman	78
Tabel 4.7 Keanekaragaman stasiun 1	79
Tabel 4.8 Keanekaragaman stasiun 2	80
Tabel 4.9 Keanekaragaman stasiun 3	81
Tabel 4.10 Perbandingan Keanekaragaman Setiap Stasiun	81
Tabel 4.11 Tolak Ukur Kelimpahan Makroinvertebrata	83
Tabel 4.12 Tolak Ukur Family Biotic Index	84
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan FBI pada stasiun 1	87
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan FBI pada stasiun 2	86
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan FBI pada stasiun 3	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Denah Titik Pengambilan Sampel	28
Gambar 3.2 Detail Titik 1 Pengambilan Sampel.....	29
Gambar 3.3 Detail Titik 2 Pengambilan Sampel.....	30
Gambar 3.4 Detail Titik 3 Pengambilan Sampel.....	31
Gambar 3.5 Kerangka Pikir Penelitian.....	33
Gambar 3.6 SNI 6989.59.2008.....	34
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian.....	36
Gambar 4.1 Peta Jarak Antar Stasiun	44
Gambar 4.2 Foto Lokasi Titik 1 Pengambilan Sampel	45
Gambar 4.3 Foto Lokasi Titik 2 Pengambilan Sampel	46
Gambar 4.4 Penambangan Pasir Manual yang Dilakukan Warga.....	46
Gambar 4.5 Foto Lokasi Titik 3 Pengambilan Sampel	47
Gambar 4.6 Pembuangan Sampah di Badan Sungai Lekso	47
Gambar 4.7 Suhu Sungai Lekso	50
Gambar 4.8 Peta Parameter Suhu di Kecamatan Gandusari	52
Gambar 4.9 pH Sungai Lekso.....	53
Gambar 4.10 Peta Parameter pH di Kecamatan Gandusari.....	55
Gambar 4.11 BOD Sungai Lekso.....	56
Gambar 4.12 Peta Parameter BOD di Kecamatan Gandusari	58
Gambar 4.13 COD Sungai Lekso.....	59
Gambar 4.14 Peta Parameter COD di Kecamatan Gandusari	61
Gambar 4.15 TSS Sungai Lekso	62
Gambar 4.16 Peta Parameter TSS di Kecamatan Gandusari.....	64
Gambar 4.17 Peta Pemantauan Biologi Berdasarkan FBI di Kecamatan Gandusari	90

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan suatu ekosistem air yang memiliki fungsi utama pada keberlangsungan siklus hidrologi dan juga berperan sebagai suatu tangkapan air bagi lingkungan sekitarnya. Keadaan suatu sungai dipengaruhi oleh karakteristik yang dimiliki oleh lingkungan sekitarnya (Handinata & Muntalif, 2017). Selain itu, kondisi air sungai juga dipengaruhi oleh kegiatan masyarakat yang sehari-harinya dilakukan di wilayah sungai tersebut. Kegiatan masyarakat tersebut berkaitan erat dengan perubahan kualitas air sungai nantinya. Setiap pemanfaatan air sungai memiliki kebutuhan akan tingkat kualitas air yang berbeda, pemanfaatan air sungai untuk kebutuhan bahan baku air minum, kebutuhan domestik rumah tangga maupun kebutuhan irigasi sawah membutuhkan tingkat kualitas air sungai yang berbeda-beda (Wardiani dkk., 2019).

Kegiatan masyarakat yang bermukim di wilayah tepi sungai bervariasi tergantung pada mata pencaharian masyarakat sekitar dan letak sungai tersebut. Mayoritas masyarakat yang bermukim di sekitar sungai memiliki sawah dan menjadikan sungai sebagai sumber pengaliran utamanya. Sungai Lekso merupakan salah satu sungai besar yang menjadi sumber pengaliran air masyarakat di Kabupaten Blitar dan disebut *Kali Lekso*. Sungai Lekso memiliki panjang $\pm 34,991$ Km dan lebar ± 15 m (Balai Besar Wilayah Sungai Brantas, 2007).

Aktivitas pembuangan sampah domestik baik organik maupun anorganik, serta limbah industri tahu di wilayah Sungai Lekso oleh beberapa masyarakat setempat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas air sungai, sehingga dapat menimbulkan resiko tercemarnya air sungai tersebut. Kondisi tercemarnya air sungai akan berdampak secara langsung pada penggunaan air sungai kedepannya dan berpotensi membahayakan apabila tidak dipergunakan sesuai dengan peruntukannya. Peristiwa tercampurnya zat-zat pencemar secara tidak terkontrol ke badan sungai memberikan peluang terjadinya penambahan senyawa dalam air seperti peningkatan kadar amonia, fosfat, serta padatan

tersuspensi berupa butiran halus (Hellen dkk., 2020). Adapun ayat Al-Qur'an yang berhubungan dengan hal tersebut terdapat dalam Surah Al-Baqarah ayat 60 di bawah ini:

وَإِذِ اسْتَسْقَىٰ مُوسَىٰ لِقَوْمِهِ لِقَوْمِهِ فَقُلْنَا اضْرِبْ بِعَصَاكَ الْحَجَرَ فَانْفَجَرَتْ مِنْهُ اثْنَتَا عَشْرَةَ عَيْنًا قَدْ عَلِمَ كُلُّ أُنَاسٍ مَّشْرَبَهُمْ كُلُوا وَاشْرَبُوا مِنْ رِزْقِ اللَّهِ وَلَا تَعْتُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ (٦٠)

Artinya:

“...dan (ingatlah) ketika Musa memohon air untuk kaumnya, lalu Kami berfirman: (Pukullah batu itu dengan tongkatmu,) lalu memancarlah daripadanya dua belas mata air. sungguh tiap-tiap suku telah mengetahui tempat minumnya (masing-masing). Makan dan minumlah rezeki (yang diberikan) Allah, dan janganlah kamu berkeliaran di muka bumi dengan berbuat kerusakan.....” (QS. Al Baqarah : 60)

Berdasarkan ayat tersebut di atas, menurut Buya Hamka telah diterangkan bahwa atas kuasa Allah terciptanya mata air di tempat yang gersang melalui perantara Nabi Musa sebagai anugerah yang dapat dipergunakan makhluknya untuk minum, serta perintah untuk mensyukuri segala pemberian Allah (Suwandi, 2015). Melalui pemberian Allah berupa mata air manusia diperintahkan untuk mempergunakan sebaik-baiknya dan menjaganya dengan tidak melakukan kerusakan terhadap ciptaan Allah, sebagai wujud rasa syukur manusia kepada tuhan. Adanya aktivitas tambang pasir yang dilakukan secara terus-menerus, serta perilaku pembuangan sampah dan limbah industri tahu di wilayah sungai merupakan penyebab kerusakan berupa penurunan kualitas sungai tersebut.

Aktivitas berupa penambangan pasir, pembuangan sampah domestik dan pembuangan limbah industri tahu oleh beberapa oknum tertentu merupakan suatu kegiatan yang dianggap biasa bagi penduduk sekitar Sungai Lekso, padahal dari kegiatan inilah pencemaran air dimulai. Terutama jika pencemaran sungai tersebut berada pada hulu sungai, maka dikhawatirkan menurunnya kualitas air pada daerah tengah dan hilir. Pemantauan kualitas air merupakan salah satu cara mengetahui dan menjadi bentuk monitoring pada kualitas sungai tersebut.

Beberapa pemantauan kualitas air sungai dapat dilakukan untuk memantau besarnya tingkat kontaminasi dalam air sungai yang mempengaruhi keberlangsungan kehidupan organisme pada ekosistem perairan, antara lain: pemantauan fisik yang dilakukan dengan mengetahui karakteristik suatu sungai meliputi kedalaman, kecepatan arus, lebar sungai, kekeruhan, endapan yang terlarut maupun berupa partikel halus. Pemantauan kimia dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran DO, pH, COD, dan BOD. Sedangkan pemantauan biologis dilakukan menggunakan parameter biologis yang sifatnya berkelanjutan, dimana organisme sebagai indikator sungai memiliki kecenderungan bertahan hidup dengan menetap selama hidupnya pada perairan tersebut. Apabila terjadi kontaminasi berupa masuknya polutan pada perairan, organisme sebagai bioindikator akan merespon perubahan di tempat tinggalnya. Parameter fisika, kimia dan biologi saling terikat, oleh karena itu baiknya ekosistem perairan sangat bergantung pada keseimbangan ketiganya. Jika ketiga parameter tersebut mencapai keseimbangan, maka ekosistem sungai tersebut baik dan seimbang. Pada pemantauan biologis, salah satu makhluk hidup yang dapat dijadikan bioindikator kualitas air adalah makroinvertebrata (Hellen dkk., 2020).

Makroinvertebrata merupakan makhluk hidup tidak bertulang belakang yang memiliki habitat di sungai dan dapat menempel di air maupun lumpur. Makroinvertebrata menjadi salah satu penanda secara biologis jika air yang telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan untuk mengkaji dalam menentukan kualitas air sungai. Makroinvertebrata hidupnya melekat pada substrat dan motilitasnya rendah, sehingga tidak mudah bergerak pindah. Selain itu, makroinvertebrata sangat peka terhadap perubahan lingkungan sekitar (Munthe, 2021).

Berdasarkan penelitian terdahulu pada tahun 2021, Sungai Lekso yang melewati Kecamatan Gandusari ini dimanfaatkan sebagai wahana air seperti arung jeram serta digunakan langsung oleh masyarakat sekitar untuk irigasi sawah dan lahan perkebunan, sehingga Sungai Lekso sebagai sumber pengalirannya harus memenuhi Baku mutu kualitas air sungai kelas 2 yang tercantum pada PP 22 tahun 2021. Selain aktivitas yang bersangkutan dengan pertanian, seringkali ditemui

aktivitas tambang pasir yang dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan pembangunan tertentu (Aningtias, 2017).

Adanya beberapa aktivitas yang telah disebutkan di atas kerap dilakukan masyarakat di sekitar Sungai Lekso, dilakukan pemantauan secara biologis dapat menjadi salah satu cara dalam mengetahui kualitas air Sungai Lekso menggunakan bioindikator dengan mengacu pada jumlah komunitas makroinvertebrata di wilayah sungai tersebut. Melalui pemantauan fisik kimia dengan metode indeks pencemar dan pemantauan biologi akan didapatkan hasil mengenai kualitas air pada Sungai Lekso, kemudian dilakukan pemetaan kualitas air dengan struktur komunitas makroinvertebrata sebagai bioindikator Sungai Lekso, Kecamatan Gandusari, Kabupaten Blitar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemetaan kualitas air berdasarkan parameter fisika dan kimia yang terdapat di Sungai Lekso?
2. Bagaimana pemetaan struktur komunitas makroinvertebrata yang ada di Sungai Lekso?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui kualitas air dengan memetakan kualitas air berdasarkan parameter fisika dan kimia yang terdapat di Sungai Lekso
2. Mengetahui kualitas air dengan memetakan struktur komunitas makroinvertebrata yang ada di Sungai Lekso

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Akademisi

Penelitian ini memberi manfaat akademisi berupa wacana dan wawasan yang lebih luas mengenai biomonitoring kualitas air menggunakan bioindikator invertebrata

2. Masyarakat

Dapat menambah wawasan bagi masyarakat mengenai pencemaran kualitas air, sekaligus sebagai pengingat bagi masyarakat sekitar tentang pentingnya menjaga kualitas air yang ada di Sungai Lekso serta kaitannya dengan kehidupan makroinvertebrata di dalamnya

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Titik pengambilan sampel dilakukan di 3 titik yang berbeda (Desa Krisik, Desa Tulungrejo dan Desa Soso) pada bagian Sungai Lekso yang melewati Kecamatan Gandusari
2. Pada proses pengambilan sampel makroinvertebrata tersebut, dilakukan dengan teknik *kicking* pada bagian hilir sungai yang dangkal (Desa Soso) dan teknik *jabbing* pada bagian sungai yang dalam (Desa Krisik dan Desa Tulungrejo)
3. Parameter yang diuji yaitu BOD, COD, TSS, pH, dan temperatur serta indeks makroinvertebrata dengan menggunakan metode *family biotic index*



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai adalah alur atau tempat air yang alamiah sebagai kumpulan peredaran air dan air yang diawali oleh hulu sampai bermuara di bagian hilir, dengan batas garis tepi sungai di kanan dan kiri sungai (PUPR, 2020). Sungai merupakan salah satu sumber utama pengaliran yang berfungsi sebagai tempat hidup organisme di dalam air. Kondisi sungai seringkali menjadi dampak dari pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh adanya aktivitas masyarakat setempat baik domestik maupun non-domestik yang dilakukan di sepanjang aliran sungai (Rustiasih dkk., 2018).

Sungai merupakan sumber air utama yang memiliki ketergantungan dengan kehidupan lingkungan sekitarnya, baik manusia ataupun makhluk hidup yang lain. Sungai merupakan suatu ekosistem yang keberadaannya sangat dibutuhkan manusia. Sungai dimanfaatkan pula oleh manusia dalam mendukung mata pencahariannya di bidang pertanian maupun industri. Selain itu, sungai dimanfaatkan dalam berbagai kebutuhan domestik. Melalui tersedianya sungai sebagai suatu perairan ekosistem, sekaligus menjadi jaminan berlangsungnya daur atau siklus hidrologi yang juga berperan sebagai tangkapan air bagi wilayah yang memiliki hubungan dengan sungai (Handinata & Muntalif, 2017).

2.2 Kualitas Air Sungai

Kualitas air merupakan suatu kondisi baik tidaknya air tersebut. Kualitas air sungai mengalami perubahan sewaktu-waktu saat menerima suatu gangguan atau adanya pencemaran. Kualitas air yang buruk merupakan dampak dari beberapa faktor yaitu kuantitas air, jumlah dan jenis pencemar yang masuk ke aliran sungai serta faktor-faktor yang lain. Volume air pada saat musim hujan melimpah ruah sehingga dapat menguraikan bahan pencemar yang masuk ke dalam sungai, hal tersebut berdampak pada kualitas air yang cukup baik. Sedangkan pada musim kemarau kuantitas airnya cenderung sedikit sehingga berdampak pada kemampuan

air untuk menguraikan bahan pencemar sangat berkurang dan menyebabkan kualitas airnya mengalami penurunan (Djumanto, 2013).

Kualitas air sungai juga mudah dipengaruhi oleh berbagai macam dan ukuran limbah hasil dari beragam kegiatan masyarakat yang pembuangannya langsung ke badan sungai tanpa penanganan terlebih dahulu berpotensi menimbulkan degradasi kualitas air sungai dan otomatis berdampak bagi makhluk hidup yang bertempat tinggal di sepanjang aliran sungai. Kualitas sungai dapat berubah akibat alih fungsi penggunaan lahan dan adanya limbah akibat kegiatan pertanian, peternakan, pemukiman dan industri, sehingga terjadi pencemaran terhadap badan sungai yang membawa hasil berupa penurunan kualitas air sungai tersebut (Rustiasih dkk., 2018).

2.3 Pencemaran Air

Degradasi dan penurunan kualitas air perairan menjadi suatu indikasi berubahnya bentuk dan kegunaan dari adanya sejumlah kelompok dan terjadinya perubahan pada suatu wilayah menyesuaikan dengan batas toleransi yang dimiliki oleh setiap jenis penyusun. Masing-masing jenis organisme memiliki batas toleransi terhadap masing-masing polutan. Hal tersebut berdampak pada kemampuan jenis organisme untuk melakukan invasi pada suatu lingkungan. Polutan yang kemudian tercampur ke badan sungai menjadi dampak adanya aktivitas domestik masyarakat maupun limbah larutan berupa campuran homogen dan partikel halus, merupakan bahan asing yang tercampur dalam susunan ekosistem dan menimbulkan keseimbangan dalam sistem ekologi perairan terganggu (Syuhada dkk., 2017).

Keadaan air sungai yang telah tercampur bahan pencemar secara langsung akan mengakibatkan gangguan pada pemanfaatan dari air sungai tersebut, sehingga akan menjadi ancaman di kemudian hari apabila keadaan seperti ini masih berlangsung terus menerus. Peristiwa masuknya polutan secara tidak terkontrol ke badan sungai dapat menimbulkan adanya sejumlah larutan seperti amonia, fosfat, serta padatan tersuspensi berupa butiran halus yang keberadaannya semakin larut dan meningkat dengan pesat (Hellen dkk., 2020).

2.4 Baku Mutu Kualitas Air

Baku mutu air merupakan suatu ukuran yang menjadi batasan bagi makhluk hidup, zat, energi, atau benda ataupun unsur polutan yang rentang kehadirannya di dalam air. Adanya pengelolaan terhadap pencemaran air yang dilakukan adalah guna mendukung baiknya kualitas air agar dapat sesuai dengan baku mutu air, meliputi kegiatan pencegahan pencemaran hingga melakukan pengembalian kualitas air (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2021).

Mutu air dikelompokkan menjadi 4 kelas sebagai berikut:

- 1) Kelas 1 adalah air yang dipergunakan sebagai air baku untuk air minum, dan kegunaan lainnya yang memiliki ketentuan kualitas mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- 2) Kelas 2 adalah air yang dipergunakan sebagai tempat wahana air, pengembangbiakan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi budidaya tanaman, dan kegunaan lainnya yang memiliki ketentuan kualitas mutu air sama dengan kegunaan tersebut
- 3) Kelas 3 adalah air yang dipergunakan sebagai pendayagunaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi budidaya tanaman, dan kegunaan lainnya yang memiliki ketentuan kualitas mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- 4) Kelas 4 adalah air yang dipergunakan sebagai pengairan perkebunan dan atau peruntukan lainnya yang mengharuskan memiliki mutu air sama dengan kegunaan tersebut.

Baku mutu air masing-masing kelas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 1 Baku Mutu Masing-Masing Kelas Air

Parameter	Satuan	Kelas			
		1	2	3	4
pH	-	6-9	6-9	6-9	6-9
Suhu	°C	Devisiasi 3	Devisiasi 3	Devisiasi 3	Devisiasi 3
BOD	mg/L	2	3	6	12

Parameter	Satuan	Kelas			
		1	2	3	4
COD	mg/L	10	25	40	80
TSS	mg/L	40	50	100	400
Minyak	mg/L	1	1	1	10
Total colifom	MPN/100 ml	1000	5.000	10.000	10.000

Sumber: Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2021

2.5 Parameter Fisika dan Kimia

Kualitas air dapat diketahui melalui parameter fisika dan kimia. Parameter fisika dan kimia tersebut, antara lain:

2.5.1. Suhu

Suhu adalah salah satu pemantauan kualitas air secara fisik. Tinggi rendahnya suhu akan berdampak pada kehidupan makhluk hidup di dalam air. Meningkatnya suhu pada suatu perairan, berbanding terbalik dengan kelarutan oksigen yang semakin rendah. Sebaliknya, apabila suhu pada suatu perairan menurun, maka kelarutan oksigen akan semakin meningkat. Suhu dapat diukur menggunakan thermometer biasa sesuai dengan SNI 06-6989.23-2005 mengenai pengujian suhu menggunakan thermometer (Meilinda dkk., 2018).

Tinggi rendahnya suhu badan air ditimbulkan oleh variabel yang beragam, antara lain musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, perputaran udara, intensitas cahaya, aliran dan kedalaman air. Suhu berfungsi sebagai salah satu komponen fisik yang dapat dijadikan sebagai indikator perairan untuk mengetahui pengaruhnya pada kehidupan dan pertumbuhan biota air. Kondisi suhu air berpengaruh terhadap aktivitas metabolisme organisme yang hidup di dalamnya (Warman, 2015).

2.5.2. Kekeruhan

Kekeruhan merupakan kondisi berkurangnya kejernihan zat cair yang disebabkan oleh zat-zat yang tidak terlarut. Air keruh merupakan salah satu indikasi air tercemar. Kekeruhan dapat dilihat secara visualnya dengan mata ataupun diukur secara digital menggunakan turbidimeter (Rachmansyah dkk., 2014). Pelapukan tanah yang masuk ke badan air menjadi salah satu penyebab kekeruhan pada air. Selain itu, kekeruhan dapat juga disebabkan oleh komponen biotik seperti zooplankton, fitoplankton, bakteri dan fungi. Faktor lain berupa bencana alam seperti erosi, terbawanya tumpukan tanah memicu timbulnya kekeruhan air sungai (Tri Bodhi Saputra dkk., 2016).

Kekeruhan adalah parameter kejernihan air, jika tingkat kekeruhan tinggi akan menimbulkan hambatan yang menghalangi cahaya untuk dapat menembus air. Kekeruhan menunjukkan sifat optik air yang bergantung pada banyaknya serapan dan pancaran cahaya ke dalam air, semakin sedikit cahaya yang diterima air maka semakin tinggi tingkat kekeruhan air tersebut. Partikel halus yang terlarut dalam air menjadi salah satu faktor yang memicu berkurangnya kejernihan suatu perairan (Yulianti dkk., 2016).

2.5.3. BOD

Biochemical Oxygen Demand merupakan kadar oksigen yang dimanfaatkan oleh mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik yang ada dalam air dengan jangka waktu 5 hari. Besarnya angka pada BOD menggambarkan tingginya kehidupan organisme dalam menguraikan bahan organik yang terkandung pada suatu perairan (Suhmana, 2012). Apabila oksigen yang terlarut tidak seimbang, makhluk hidup yang ada dalam air tersebut tidak mendapat kadar oksigen yang cukup. Akibatnya, bahan organik tidak dapat terurai dengan baik. Kadar oksigen paling tinggi terjadi pada sore hari dan kadar oksigen paling rendah terjadi saat fajar (Tatangindatu dkk., 2013).

Proses penguraian bahan organik adalah proses organisme untuk mendapatkan energi yang merupakan hasil dari proses oksidasi dan

konsumsi bahan organik yang ada di sungai. Melalui BOD, dapat diketahui informasi mengenai besarnya jumlah unsur pencemar yang ada di suatu sungai yang menjadi dampak kegiatan pembuangan oleh penduduk, proses industri maupun kegiatan lainnya yang berpotensi mencemari sungai (Daroni & Arisandi, 2020).

2.5.4. COD

Chemical Oxygen Demand merupakan kadar oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik (buangan) yang terdapat di dalam air dengan reaksi kimia baik yang dapat mengalami penurunan maupun tidak. Nilai COD dipengaruhi oleh aktivitas manusia di sekitar perairan yang dapat menimbulkan pencemaran. Tingginya nilai COD menjadi suatu ciri bahwa pencemaran yang terjadi di perairan tersebut juga memiliki intensitas yang tinggi (Zamroni dkk., 2019).

COD menunjukkan total bahan organik dalam air mulai dari yang mudah sampai dengan yang sukar terurai. Faktor pengukuran kualitas air saat sungai sedang pasang atau surut juga mempengaruhi kadar COD, dengan begitu musim juga menjadi faktor yang berpengaruh pada COD karena pada musim hujan air cenderung dalam keadaan pasang dan saat musim kemarau air akan surut. Semakin tinggi nilai COD, maka semakin tinggi pula limbah organik domestik baik rumah tangga maupun industri yang dihasilkan dan atau ditemukan di sepanjang aliran sungai (HZ dkk., 2018).

2.5.5. pH

Nilai pH merupakan salah satu parameter kimia kualitas air. Nilai pH menunjukkan tingkat asam atau basa suatu perairan. Kisaran pH antara 6,8-8,5 merupakan pH ideal yang diperuntukkan bagi kehidupan biota air tawar. pH yang terlalu rendah mengakibatkan kelarutan yang semakin besar pada logam (sifatnya mengandung racun) pada organisme air. pH yang sangat tinggi juga mengandung toksik bagi makhluk hidup dalam air karena mengakibatkan meningkatnya konsentrasi amoniak (Tatangindatu dkk., 2013). Menurut SNI 06-6989.11-2004, pengukuran pH menggunakan pH

meter berprinsip berdasarkan pada aktifitas ion hydrogen secara elektrometri.

Nilai pH pada suatu wilayah perairan menunjukkan besarnya proporsi asam dan basa dalam air serta menjadi penentu konsentrasi ion hidrogen dalam senyawa. Air sebaiknya memiliki pH yang netral, apabila air memiliki tingkat keasaman atau basa yang cenderung tinggi menyebabkan tercampurnya air dengan logam berat dan korosi air. pH berhubungan langsung dengan beberapa bahan yang ada dalam air sebagai pengendali laju dan kecepatan reaksinya (Putri & Musfirah, 2020). pH air pada musim kemarau cenderung mengalami kenaikan dan bersifat lebih basa dikarenakan konsentrasi sabun cuci yang mengandung bahan kimia aktif masuk ke badan sungai lebih sering dibandingkan dengan musim hujan (Budiman dkk., 2017).

2.5.6. TSS

Total padatan tersuspensi merupakan suatu bahan tersuspensi berdiameter $>1 \mu\text{m}$ (tertahan pada saringan millipore) dengan diameter saringan berpori sebesar $0,45 \mu\text{m}$. Nilai TSS menunjukkan banyaknya kandungan bahan organik yang ada di dalam air. Apabila nilai TSS mencapai angka yang tinggi, maka pencemaran yang terjadi semakin intens dan mengandung bahan organik yang juga tinggi (Yuniarti & Biyatmoko, 2019). Adanya bahan tersuspensi berupa padatan, lumpur, pasir halus, jasad renik ataupun bahan organik dan anorganik yang terbawa ke badan air akan mempengaruhi nilai TSS (Machairiyah dkk., 2020).

Bahan tersuspensi mempengaruhi datangnya sinar matahari yang masuk ke badan air karena cahaya yang masuk akan terhalang oleh lumpur, pasir halus atau padatan lainnya yang tercampur dengan air sehingga berpotensi mengurangi tingkat kejernihan air dan mengakibatkan air semakin dangkal (Yulianti dkk., 2016). Menurut (Suprihatin dan Suparno, 2013) dalam (Djoharam dkk., 2018) padatan tersuspensi dikelompokkan dalam golongan

padatan yang sulit mengendap, akibatnya tidak dapat dihentikan melalui gravitasi konvensional.

2.6 Biomonitoring

Biomonitoring merupakan suatu pelaksanaan dari cabang ilmu biologi yang memiliki fokus pada sistem ekologi akuatik. Fungsi biomonitoring sendiri adalah untuk mengulas kondisi badan air yang diteliti. Biomonitoring juga dapat diartikan sebagai makhluk hidup yang menetap pada air tawar dengan bermacam sensitifitas yang ditunjukkan dapat mengindikasikan kualitas suatu wilayah perairan (Hellen dkk., 2020). Biomonitoring digunakan sebagai media atau sarana yang utama dan merupakan metode yang baru dalam memperkirakan kondisi suatu tempat yang menjadi efek dari adanya pencemaran lingkungan. Biomonitoring merupakan metode dalam menentukan kualitas air dengan memanfaatkan keberadaan biota air sebagai indikator biologis (Winarni, 2016).

Biomonitoring merupakan perpaduan antara pengetahuan mengenai ekosistem dengan beragam dinamika yang dimilikinya dengan tujuan dapat mengevaluasi dan menjadi suatu langkah dalam pengendalian lingkungan. Teknik biomonitoring diharapkan menjadi suatu gambaran mengenai baik atau tidaknya kondisi lingkungan tertentu dengan organisme yang hidup di wilayah tersebut. Biomonitoring memakai suatu pilar pengukuran yang dilakukan berulang pada parameter kimia yang berhubungan dengan uraian khusus pada sampel bioindikator yang diteliti. Secara fungsional, pengertian biomonitoring merujuk pada usaha untuk menghimpun data hasil pengujian secara biologi antara data yang ada di laboratorium maupun data di lapangan (Rahardjanto, 2019).

2.7 Bioindikator Air Sungai

Bioindikator merupakan indikator biologis yang mengacu pada suatu kelompok atau komunitas organisme yang memiliki keterikatan, keberadaan organismenya berhubungan erat dengan kondisi suatu lingkungan. Keberadaan organisme tersebut dapat digunakan sebagai suatu tanda atau ciri pada uji kuantitatif. Ketika kualitas air mengalami perubahan berupa penurunan kualitas, maka akan

berdampak kepada kehidupan organisme tersebut, sehingga dapat digunakan sebagai suatu bentuk penanda tingkat kualitas lingkungan (Winarni, 2016).

Bioindikator mempunyai persyaratan eksklusif yang berhubungan dengan sejumlah faktor fisik ataupun kimia, sehingga adanya perubahan mengenai keberadaan, kuantitas, susunan, fisiologi, maupun karakter dari jenis organisme tersebut membuktikan bahwa faktor fisik ataupun kimia yang diturunkan berada di ambang yang dapat diterima. Mayoritas parameter biologi dibatasi sebagai jenis yang memberikan reaksi terhadap akibat dari campur tangan manusia, sedangkan bioindikator peralihan dan keadaan lingkungan yang natural tidak banyak digunakan. Bioindikator memiliki arti makhluk hidup maupun anggota komunitas yang dapat menginformasikan mengenai keadaan lingkungan secara parsial, bagian kecil, atau keseluruhan. Bioindikator harus mampu memberikan gambaran status lingkungan dan kondisi biotik mengindikasikan dampak perubahan pada habitatnya, perubahan kelompok ataupun sistem ekologi atau menunjukkan keragaman komunitas takson, atau keberagaman dalam suatu wilayah yang sedang diobservasi. Makhluk hidup dapat memantau adanya perubahan (biokimia, fisiologi, atau kebiasaan) yang dapat menampakkan adanya gangguan pada sistem ekologinya (Rahardjanto, 2019).

2.8 Makroinvertebrata

Makroinvertebrata merupakan kelompok hewan yang dapat dilihat secara fisik tidak bertulang belakang. Makroinvertebrata memiliki kepekaan yang tinggi terhadap tempat tinggalnya, sehingga dapat memberikan gambaran kondisi suatu perairan secara biologis. Makroinvertebrata memiliki jumlah individu dan keanekaragaman yang didasarkan pada toleransi dan tingkat kepekaannya pada suatu kondisi lingkungan tinggalnya (Rahardjanto, 2019). Menurut (Rahayu, 2009) dalam (Panjaitan dkk., 2011) makroinvertebrata memiliki beberapa karakteristik, antara lain:

1. Sangat sensitif pada perubahan yang ada di tempat tinggalnya, sehingga perubahan kualitas air diiringi dengan perubahan komposisi dan kelimpahan makroinvertebrata

2. Dapat ditemui di sebagian besar wilayah perairan
3. Memiliki jenis yang bervariasi dengan toleransi yang berbeda pula di setiap gangguan yang timbul di habitatnya
4. Dapat menjadi simbol kondisi di sekitarnya karena pergerakan makroinvertebrata yang terbatas
5. Pengambilan sampelnya mudah dilakukan, karena alat yang digunakan sederhana, ekonomis dan tidak mempengaruhi organisme yang lain

Pemanfaatan makroinvertebrata sebagai parameter biologis kualitas air pada suatu sistem ekologi perairan yang mempunyai kelebihan yang mana komunitas organisme (makroinvertebrata) ini mempunyai ruang gerak yang terbatas dan sangat peka terhadap adanya perubahan lingkungan. Selain itu, organisme ini mempunyai jumlah sebaran yang merata dengan masa hidup yang terbilang tidak sebentar. Makroinvertebrata mampu melanjutkan hidup dan berkembang pada kisaran pH tertentu. Apabila mencapai nilai pH yang tinggi hingga melampaui pH yang optimal bagi kehidupan makroinvertebrata, maka banyaknya individu di perairan tersebut secara langsung akan menurun. Nilai pH yang tepat untuk makroinvertebrata dapat tetap hidup dan berkembang di perairan ada pada kisaran pH 7- 8,5 (Nufutomo & Muntalif, 2017).

a) Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman pada makroinvertebrata menurut (Brower dkk., 1998) dalam (Rustiasih dkk., 2018) menggunakan rumus Shannon-Weinner sebagai berikut:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

H' = indeks keanekaragaman menurut Shannon-Weinner

P_i = perbandingan jumlah individu suatu spesies dengan keseluruhan spesies
(n_i/N)

Ln = logaritma natural

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, indeks keanekaragaman diklasifikasikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Tolak Ukur Nilai Indeks Keanekaragaman

Nilai tolak ukur	Keterangan
$H' < 1,0$	Keanekaragaman rendah, miskin, produktivitas sangat rendah sebagai indikasi adanya tekanan yang berat dan ekosistem tidak stabil
$1,0 < H' < 3,32$	Keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, tekanan ekologis sedang
$H' > 3,32$	Keanekaragaman tinggi, stabilitas ekosistem baik, produktivitas tinggi, tahan terhadap tekanan ekologis

Sumber: (Rustiasih dkk., 2018)

b) Kelimpahan Jenis

Kelimpahan jenis makroinvertebrata menurut (Fachrul, 2007) dalam (Rustiasih dkk., 2018) dapat dinilai dari perhitungan sebagai berikut:

$$Ki = \frac{Ni}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

Ki = indeks kelimpahan

Ni = jumlah individu spesies makroinvertebrata yang tertangkap

A = luas area tangkapan

Hasil perhitungan kelimpahan jenis makroinvertebrata menggunakan perhitungan di atas, kemudian kriteria kelimpahan diklasifikasikan dalam tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Tolak Ukur Nilai Indeks Kelimpahan

Nilai Indeks Kelimpahan	Kriteria Kelimpahan
0	Tidak ada
1-10	Kurang

Nilai Indeks Kelimpahan	Kriteria Kelimpahan
11-20	Cukup
>20	Sangat banyak

Sumber: (Rustiasih dkk., 2018)

Makroinvertebrata air tersusun dari individu seperti larva, cacing, capung, udang-udangan, siput, kerang, kumbang air hingga kutu air. Makroinvertebrata memiliki kecenderungan berumur panjang dan sensitif terhadap kontaminasi dan tingkat toksisitas yang ada pada sedimen (Rahardjanto, 2019).

c) Metode Indeks Biotik (*Family Biotic Index*)

Metode indeks biotik adalah salah satu indeks biologi yang cukup familiar karena sering digunakan. Metode indeks biotik merupakan penilaian terhadap suatu perairan berdasarkan banyaknya kelimpahan organisme indikator di setiap titik pengamatan yang kemudian dikalikan dengan skor yang telah ditentukan. Adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan sebagai berikut:

$$FBI = \sum \frac{X_i \times T_i}{n} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

FBI = nilai indeks makroinvertebrata

X_i = jumlah individu kelompok famili

T_i = tingkat toleransi kelompok famili

n = jumlah total individu yang menyusun komunitas makroinvertebrata.

Hasil perhitungan nilai FBI inilah yang nantinya menjadi penentu besarnya tingkat pencemar terhadap ekosistem dalam air sungai yang diteliti. Adapun kualitas air berdasarkan hasil perhitungan FBI dikelompokkan dalam tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2. 4 Klasifikasi Kualitas Air Berdasarkan Nilai FBI

Nilai FBI	Kualitas Air	Tingkat Pencemaran
0,00-3,75	Sangat Baik	Tidak terpolusi bahan organik
3,76-4,25	Baik Sekali	Sedikit terpolusi bahan organik

Nilai FBI	Kualitas Air	Tingkat Pencemaran
4,26-5,00	Baik	Terpolusi beberapa bahan organik
5,01-5,75	Cukup	Terpolusi agak banyak
5,76-6,50	Agak Buruk	Terpolusi banyak
6,51-7,25	Buruk	Terpolusi sangat banyak
7,26-10,00	Buruk Sekali	Terpolusi berat bahan organik

Sumber: Hilsenholzf, 1988 dalam Rahardjanto, 2019

Pada parameter biologi, objek yang diamati dalam penelitian tidak hanya terbatas menurut keanekaragaman dan kelimpahan makroinvertebratnya, tapi juga kondisi habitat sungai (Resh, 2010) dalam (Syuhada dkk., 2017) dengan klasifikasi penilaian dibagi menjadi 3 tingkat kesehatan yang dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut:

Tabel 2. 5 Klasifikasi penilaian kesehatan habitat sungai

Rata-rata skor	Indikator
2,4-3,0	Sehat
1,7-2,3	Kurang sehat
1,0-1,6	Tidak sehat

Sumber: Resh, 2010 dalam Syuhada dkk., 2017

2.9 Metode Indeks Pencemaran

Metode indeks pencemar merupakan sebuah metode yang dimanfaatkan untuk mengetahui pencemaran yang terjadi pada perairan dengan mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$P_{ij} = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

IP_j = Indeks Pencemaran untuk peruntukan j

C_i = Konsentrasi parameter kualitas air hasil pengukuran

Lij = Konsentrasi parameter kualitas air pada baku peruntukan air

(Ci/Lij)_M = Maksimum nilai Ci/Lij

(Ci/Lij)_R = Rata-rata nilai Ci/Lij

Kategori dalam indeks pencemar berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dibagi menjadi 4 tingkat, yaitu:

Tabel 2. 6 Klasifikasi Indeks Pencemaran

No.	Skor	Kategori
1	$IP \leq 1$	Memenuhi baku mutu
2	$1 < IP \leq 5$	Tercemar ringan
3	$5 < IP \leq 10$	Tercemar sedang
4	$IP \leq 10$	Tercemar berat

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2003

2.10 Pemetaan

Pemetaan adalah suatu proses untuk merepresentasikan sebuah informasi dari sebuah data ke bentuk lainnya, mengubah informasi dari gambaran nyata bumi menjadi miniatur yaitu peta. Pemetaan dapat berupa gagasan yang diutarakan melalui gambar, tulisan maupun peta yang dapat menunjukkan adanya keterkaitan antara peta dengan bidang yang dimaksud. Menurut spasser, peta adalah suatu sarana yang menyediakan informasi mengenai objek yang dipetakan. Berdasarkan sifatnya, peta dibagi menjadi peta topografi, peta tematik dan peta digital. Peta topografi berisi tentang alam baik secara buatan maupun unsur natural alam, sedangkan peta tematik berisi bagian dari jaringan jalan sampai dengan kontur dan tata guna lahan. Jenis peta yang terakhir yaitu peta digital yang menggambarkan pixel-pixel dari sebuah gambar (Ruseffandi & Gusman, 2018).

2.11 Sistem Informasi Geografi (SIG)

Sistem informasi geografi merupakan sistem yang dibuat untuk dapat menganalisa, mengatur dan merepresentasikan data geografis. *Geographic information system (GIS)* atau sistem informasi geografis ini adalah kesatuan antara analisis statistik, data dan kartografi. Sistem ini merupakan serangkaian dari perangkat keras dan lunak komputer, manusia sebagai user dan data geografi

sebagai bahan mentah untuk kemudian diolah. Data yang digunakan dalam sistem informasi geografis ini adalah data spasial yang berhubungan dengan obyek, posisi pada ruang bumi meliputi permukaan, dasar permukaan bumi hingga atmosfer bumi (Irwansyah, 2013).

Elemen utama dalam sistem informasi geografis adalah perangkat keras, perangkat lunak, manajemen dan penggunaannya. Perpaduan yang baik antara keempat elemen ini akan menghasilkan sistem yang baik pula. Sistem informasi geografi dibagi menjadi dua, yaitu sistem analog dan digital. Sistem analog dengan menyatukan antara data pada peta dengan laporan baik statistik maupun laporan hasil uji di lapangan. Sedangkan sistem digital dengan mengandalkan perangkat komputer untuk mengolah datanya (Nirwansyah, 2017).

Sistem informasi geografis mampu mengaitkan suatu data pada koordinat di permukaan bumi yang telah ditentukan, lalu menyatukan dan menganalisisnya sehingga membentuk hasil akhir berupa peta yang dapat berupa grafik ataupun tabel. Suatu sistem yang baik didukung oleh metode perencanaan desain sistem yang sesuai dengan peraturan manajemen pengguna sistem informasi geografis. Pekerjaan utama dalam sistem ini adalah menginput data dengan mengkonversi data ke bentuk digital, pemetaan dari database yang didigitalkan agar dapat diterjemahkan pada (SIG) dan dapat dibuat dengan skala yang memuat informasi tertentu, memanipulasi data untuk menghapus data yang tidak penting, manajemen file untuk mengatur database management system, serta analisis data geografis dan memvisualisasikan hasil akhir pemetaan (Adil, 2017).

2.12 Integrasi Keilmuan

Al-Qur'an merupakan petunjuk bagi manusia yang turun sebagai mukjizat terbesar nabi Muhammad SAW, di dalamnya memuat seluruh perintah dan larangan Allah SWT. Salah satu yang dimuat dalam Al-Qur'an meliputi penciptaan makhluknya. Allah telah menciptakan semua yang ada di muka bumi ini dengan seimbang hingga perintah manusia untuk menjaganya dijelaskan dalam Al-Qur'an sebagai berikut:

1. Surah Al-An'am ayat 38

وَمَا مِنْ دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا طَائِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلَّا أُمَّمٌ أَمْثَالُكُمْ مَا فَرَّطْنَا فِي
الْكِتَابِ مِنْ شَيْءٍ ثُمَّ إِلَىٰ رَبِّهِمْ يُحْشَرُونَ

Artinya:

“Dan tiadalah binatang-binatang yang ada di bumi dan burung-burung yang terbang dengan kedua sayapnya, melainkan umat (juga) seperti kamu. Tiadalah Kami alpakan sesuatupun dalam Al-Kitab, kemudian kepada Tuhanlah mereka dihimpunkan”. (QS. Al-An’am [6] :38)

Ayat tersebut di atas menunjukkan bahwa Allah telah menciptakan semua yang ada di bumi ini sesuai dengan peruntukan dan sesuai kadarnya. Semuanya telah diatur oleh Allah dan merupakan sebaik-baiknya ciptaan yang tidak mungkin ada di luar kehendak-Nya, sehingga tiada satupun yang terkecuali sampai pada akhirnya nanti semua akan kembali kepada Sang Khalik.

2. Surah Ali Imran ayat 190-191

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَ قُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ
وَالْأَرْضِ

Artinya:

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal (yaitu orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka”. (QS. Ali Imran [3]: 190-191)

Kedua ayat yang saling berkesinambungan tersebut menjelaskan bahwa Allah telah menunjukkan kebesarannya melalui ciptaannya. Pada kalimat “*Li ulil Albab*” ayat 190 mengandung 2 unsur yaitu berfikir dan berdzikir. Berdzikir merupakan kegiatan belajar dengan berfikir yang intens (Sofia, 2021). Melalui *tadabbur alam* terhadap semua yang telah diciptakan oleh Allah di muka bumi

ini menjadi sarana bagi manusia untuk selalu mensyukuri nikmat dari Allah melalui penjagaan terhadap keseimbangan alam yang telah ada.

2.13 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan bagian dari tahap studi literasi pada penyusunan kerangka penelitian yang akan dilakukan. Penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini, antara lain:

Tabel 2. 7 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penulis	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Syuhada, Nur Iklas, dkk	2017	Analisis Kualitas Perairan Sungai Subayang Berdasarkan Indeks Biotilik Sebagai Pengayaan Modul Mata Kuliah Ekologi Perairan	Penelitian ini menggunakan analisis kualitas berdasarkan indeks biotilik. Teknologi pengambilan sampelnya menggunakan <i>kicking</i> dan <i>jabbing</i> . Kualitas Sungai Subayang semakin ke hilir semakin menurun (tercemar).
2.	Burhanuddin, Ilham Imtiyaz, Hery Setyobudiarso, Sudiro	2019	Kajian Biomonitor Makroinvertebrata Dan Status Mutu Perairan Danau Sentani Kabupaten Jayapura	Penelitian ini menggunakan indeks keanekaragaman dan FBI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas perairan danau sentani tercemar sedang.

3.	Rustiasih, Endang, I Wayan Athana, Alfi Hermawati Wakita Sari	2018	Keanekaragaman dan Kelimpahan Makroinvertebrata Sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tukad Badung, Bali	Penelitian menggunakan metode FBI dengan hasil penelitian titik stasiun 1 Sungai Badung menunjukkan kualitas air cukup baik dengan skor 1,47 sedangkan titik stasiun 2 dan 3 menunjukkan skor >10 sehingga sungai dinyatakan sangat tercemar
4.	Panjaitan, Poltak BP, dkk	2011	Pemantauan Kualitas Air Di Bagian Hulu Sungai Cisadane Dengan Indikator Makroinvertebrata	Penelitian ini hanya berfokus pada bagian hulu sungai. Pengambilan sampel dilakukan di 3 titik dengan hasil penelitian menunjukkan kualitas air Sungai Cisadane semakin ke arah hilir semakin tercemar.
5.	V, Federico Rizo patron, dkk.	2013	<i>Macroinvertebrate communities as bioindicators of water quality in conventional and organic irrigated</i>	Penelitian ini menguji ketahanan makoinvertebrata pada pengukuran kualitas air dengan perlakuan tanam konvensional

			<i>rice fields in Guanacaste, Costa Rica</i>	(penggunaan pestisida). Hasil perlakuan tersebut menunjukkan penurunan famili makroinvertebrata, yang sensitif meliputi baetis, fallceon, Leptohife, trikoritoda, dan lain-lain.
6.	Musonge, Peace S L, dkk.	2018	<i>Baseline assessment of benthic macroinvertebrate community structure and ecological water quality in Rwenzori rivers (Albertine rift valley, Uganda) using biotic-index tools</i>	Hasil penelitian menunjukkan kondisi sungai yang baik dengan kelimpahan makroinvertebrata dengan taksa EPT yang tinggi dengan didominasi individu baetidae.
7.	Damanik, Minar Naomi, dkk.	2015	<i>Ecological water quality analysis of the Guayas river basin (Ecuador) based on macroinvertebrates indices</i>	Pada penelitian ini mengidentifikasi makroinvertebrata sebanyak 19.000 dengan lebih dari 83 famili. Individu seperti baetidae menyukai tempat dengan kecepatan aliran yang tinggi, sedangkan

				chironomidae memiliki sensitifitas yang kurang terhadap kondisi sungai tercemar
8.	Lock, Koen, dkk.	2011	<i>Benthic macroinvertebrates as indicators of the water quality in Bulgaria: A case-study in the Iskar river basin</i>	Penelitian ini merujuk pada 15 titik lokasi pada DAS Iskar. Penelitian menggunakan metode IBI (indeks biotik irlandia) yang menunjukkan hasil berkisar 1-5 yang berkorelasi dengan MMIF (Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders) yang berkisar 0-1. Kualitas air dipengaruhi oleh limbah sofia, sehingga kualitas air yang baik hanya didapatkan hingga 80km ke hilir, selebihnya kualitas ai semakin memburuk.
9.	Zhang, Jiwei, dkk	2020	<i>Development of biological water quality categories for streams using a biotic index of</i>	Penelitian ini menggunakan indeks biotik. Hasil penelitian menunjukkan adanya kaitan erat antara indeks

				<i>macroinvertebrates in the Yangtze River Delta, China</i>	biotik dengan kedalaman aliran air rata-rata, skor sungai yang didapatkan sebesar 3,5 sehingga sungai dalam kondisi baik
10.	Hellen, Agnes, Kisworo, Djoko Rahardjo	2020	Komunitas Makroinvertebrata Benthik Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Code	Penelitian menggunakan indeks ekologi dn FBI dengan pengambilan sampel memakai teknik <i>kick net</i> . Berdasarkan nilai indeks, sungai tercemar sedang sedangkan berdasarkan FBI sungai tercemar ringan.	

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

METODE PENELITIAN

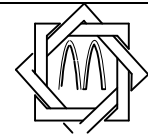
3.1 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada Bulan Februari 2022 sampai pada Bulan Mei 2022. Pelaksanaan penelitian ini meliputi kegiatan pengambilan data primer, data sekunder seperti titik koordinat lokasi dan aktivitas masyarakat di sekitar Sungai Lekso yang diperoleh melalui studi literatur, hingga penulisan laporan akhir.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Sungai Lekso, Kecamatan Gandusari, Kabupaten Blitar. Pengambilan sampel untuk uji parameter fisika dan kimia dilakukan di sisi kanan dan kiri sungai. Pengujian dilakukan di Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta I Malang. Sedangkan untuk pengambilan sampel pada makroinvertebrata dilakukan di 3 titik yang berbeda. Pengambilan sampel ketiga stasiun tersebut dilakukan pada 1 hari yang sama. Denah titik pengambilan sampel dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN
TEKNOLOGI
UIN SUNAN AMPEL

JUDUL GAMBAR

LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL

SKALA

1 : 200

NAMA MAHASISWA

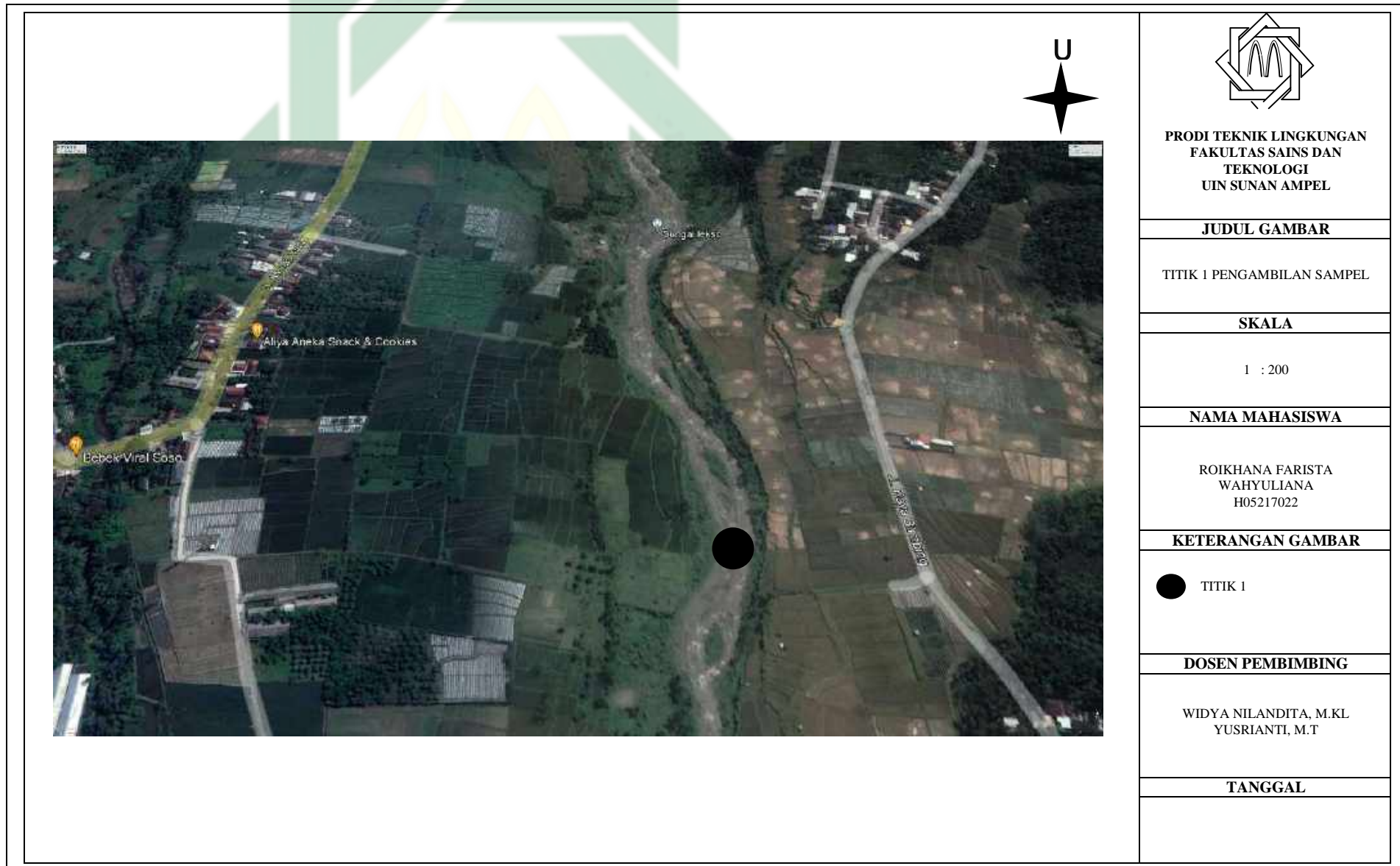
ROIKHANA FARISTA
WAHYULIANA
H05217022

KETERANGAN GAMBAR

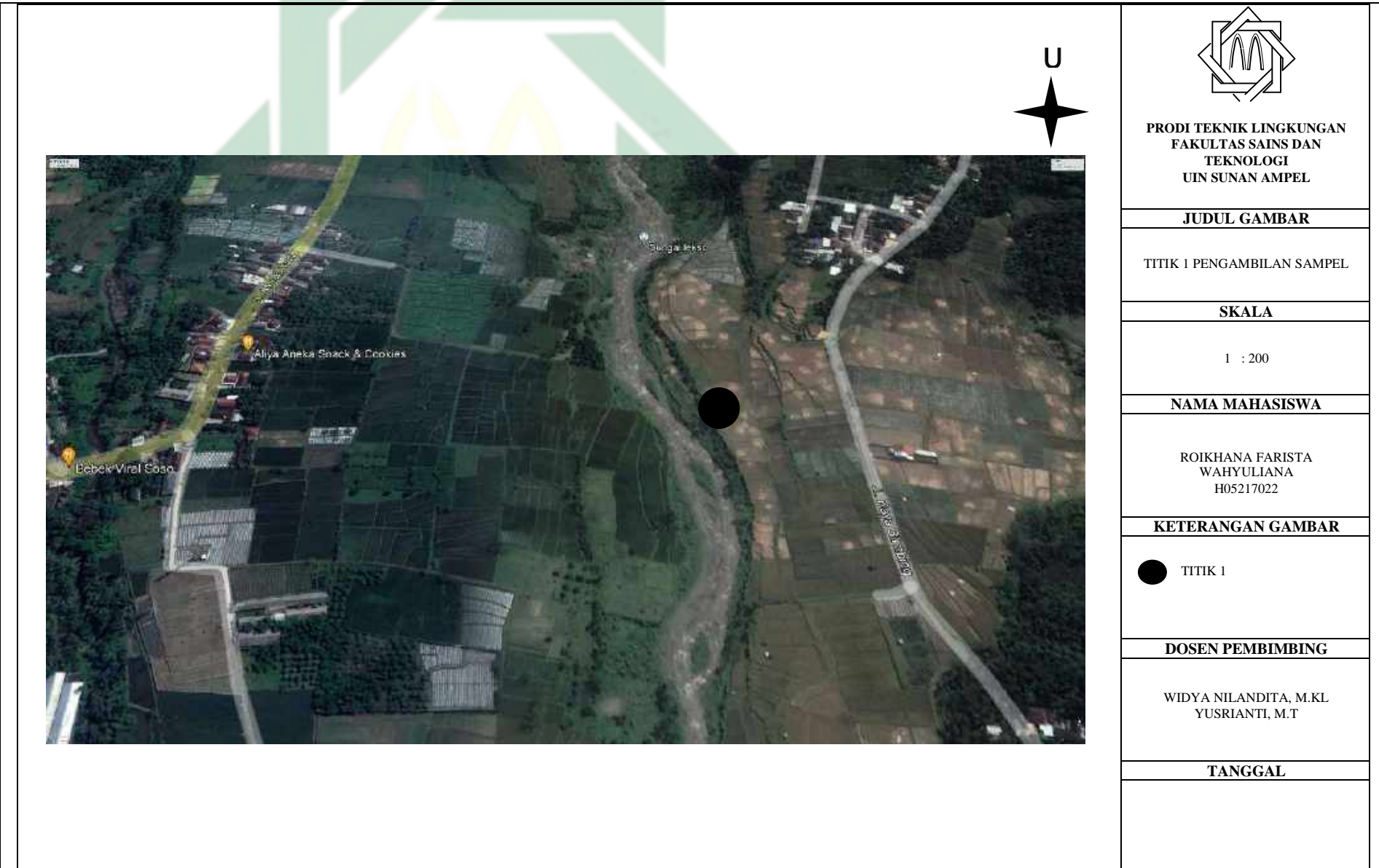
DOSEN PEMBIMBING

WIDYA NILANDITA, M.KL
YUSRIANTI, M.T

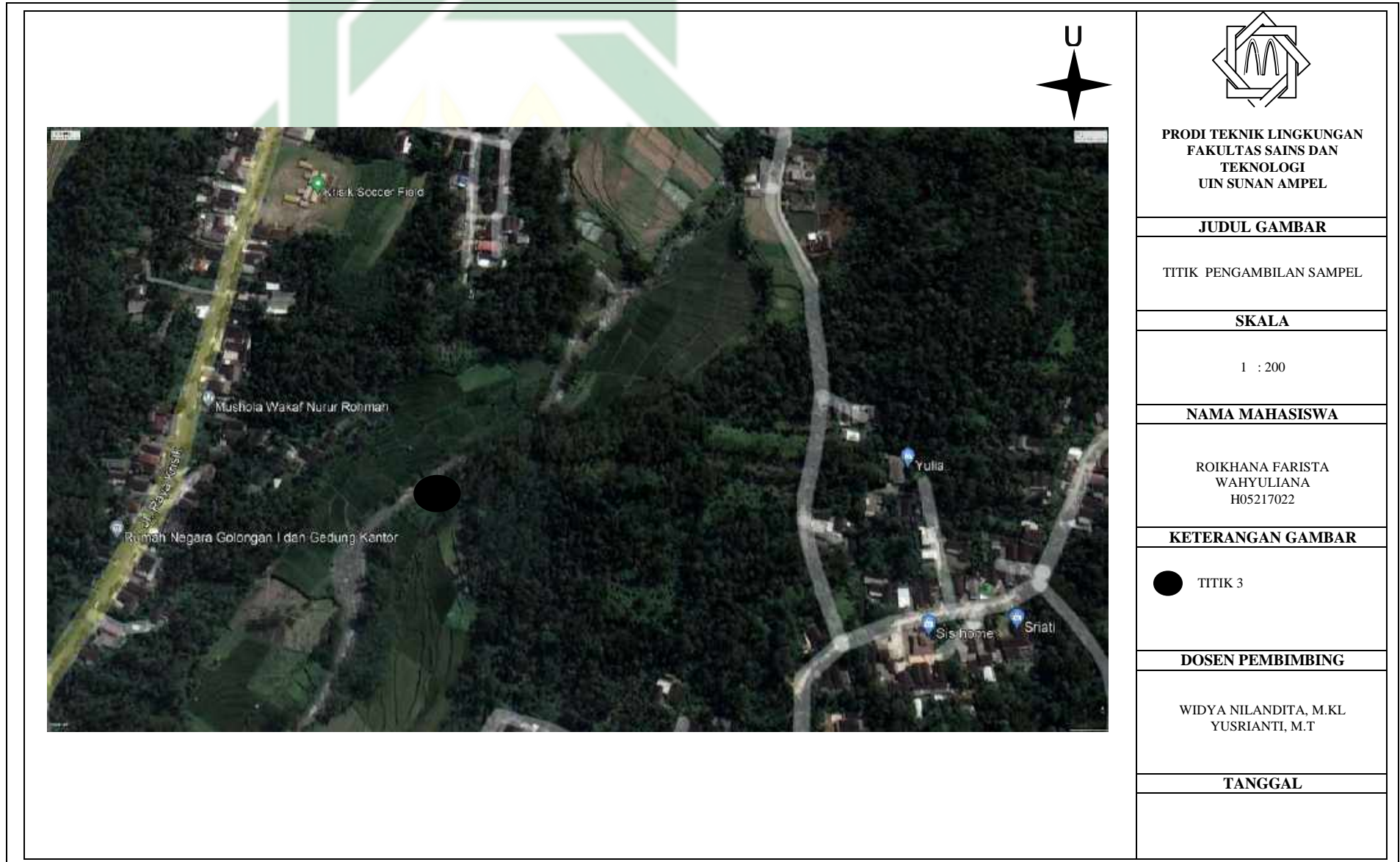
TANGGAL



Gambar 3. 2 Detail Titik 1 Pengambilan Sampel



Gambar 3. 3 Detail Titik 2 Pengambilan Sampel



Gambar 3. 4 Detail Titik 3 Pengambilan Sampel

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel penelitian ini yaitu jaring, baskom, botol kaca kecil berukuran ± 150 ml, sendok, lup, ice tube, pH meter, DO meter, dan jerigen. Sedangkan bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah formalin.

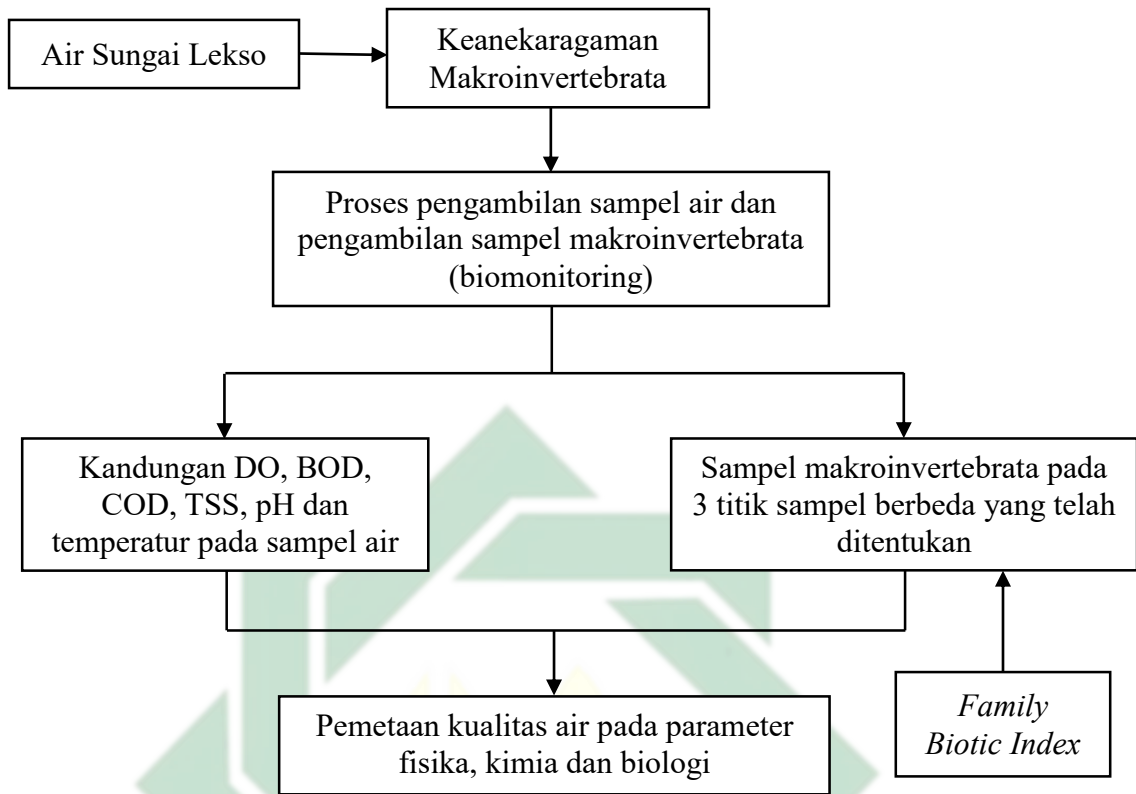
Alat yang digunakan dalam menganalisis data penelitian di laboratorium antara lain oven, kertas saring, erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes dan labu ukur. Sedangkan bahan yang digunakan adalah air sampel dan makroinvertebrata hasil pengambilan sampel.

3.4 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Suatu penelitian dikatakan kualitatif apabila penelitian tersebut membahas mengenai sesuatu yang dibahas secara mendalam dan menjadikan peneliti sebagai sumber langsung dalam pengumpulan datanya.

3.5 Kerangka pikir penelitian

Kerangka penelitian merupakan bagan sistematis yang menjelaskan secara runtut alur logika berjalannya suatu penelitian. Bagan pada kerangka penelitian ini digunakan untuk memperoleh hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan maupun lingkup penelitian. Kerangka pikir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.5 sebagai berikut:



Gambar 3.5 Kerangka Pikir Penelitian

Keterangan:

- > : Runtutan kerangka pikir dari awal ke tahapan selanjutnya, kecuali pada metode FBI panah ke atas menunjukkan metode yang dipakai atau diteliti pada penelitian ini.
- : Semua garis menunjukkan objek-objek yang diteliti, tidak ada yang digambarkan garis putus-putus yang bermakna (tidak dilakukan penelitian mengenai objek tersebut).

3.6 Tahapan Penelitian

Bagan alir penelitian berisi langkah-langkah yang akan dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Adapun alur penelitian digambarkan pada gambar 3.7

3.6.1 Tahap Persiapan Penelitian

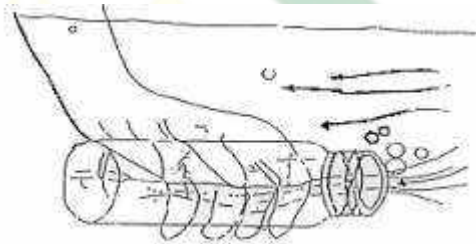
Pada tahap persiapan ini, dilakukan studi literatur guna meningkatkan pengetahuan mengenai objek penelitian. Kemudian melakukan survei pada lokasi sungai yang diteliti hingga persiapan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.

3.6.2 Tahap pelaksanaan penelitian

Pada tahap pelaksanaan penelitian ini pengambilan data primer maupun sekunder yang berhubungan dengan terlaksananya penelitian

a. Pengambilan Sampel Air Sungai

1. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel mengacu pada SNI6989.59.2008 tentang pengambilan sampel air permukaan atau dapat juga digunakan pada pengambilan air sungai yang dangkal. Alat yang digunakan dalam metode pengambilan air sederhana ini dapat berupa ember plastik yang dilengkapi dengan tali ataupun gayung plastik yang bertangkai panjang.



Gambar 3. 6 SNI 6989.59.2008

2. Penentuan titik pengambilan sampel di Sungai Lekso dilakukan berdasarkan aktivitas yang ada di daerah tersebut, dengan pembagian sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Penentuan Titik Pengambilan Sampel

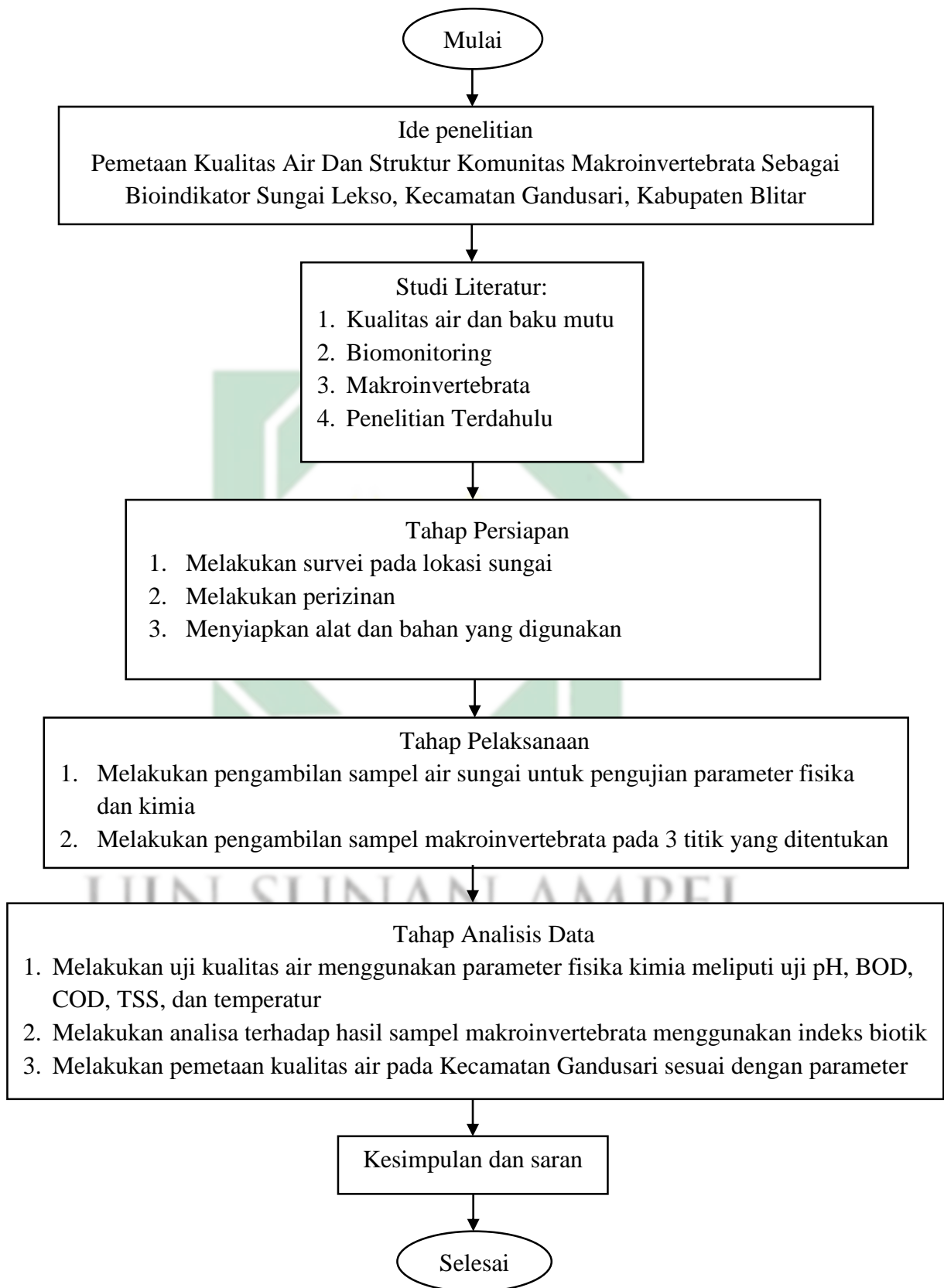
Titik Pengambilan	Desa Titik Pengambilan Sampel	Aktivitas di sekitar sungai	Jumlah sampel
1	Desa Soso	Perkebunan dan pertanian	3
2	Desa Tulungrejo	Tambang pasir	3
3	Desa Krisik	Pemukiman dan industri tahu	3

b. Pengambilan sampel makroinvertebrata

1. Pemeriksaan kesehatan habitat sungai melalui pengamatan pada keadaan sekitar Sungai Lekso meliputi kondisi substrat, tingkat sedimentasi dan kegiatan manusia di sekitar sungai. Pengamatan dilakukan dalam jarak sejauh 100 meter. Kemudian setiap parameter habitat diberikan skor sesuai pada panduan ecoton.
2. Pengambilan sampel makroinvertebrata dilakukan pada 3 titik lokasi berbeda sesuai titik yang telah ditentukan. Pada pelaksanaan pengambilan sampel makroinvertebrata, digunakan 2 teknik yang berbeda pula yaitu teknik *kicking* pada badan sungai yang dangkal dan teknik *jabbing* pada badan sungai yang dalam.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 3. 7 Bagan Alir Penelitian

Prosedur biomonitoring menggunakan makroinvertebrata menurut panduan ecoton dijelaskan sebagai berikut:

1. Parameter yang digunakan meliputi diversitas famili, persentase kelimpahan EPT, serta Indeks Pencemaran.
2. Dalam menentukan lokasi, sebaiknya jangan di sektor sungai yang curam, aliran arus yang kencang dan berbatu besar, karena berpotensi menimbulkan bahaya.
3. Pengambilan sampel makroinvertebrata diawali dari bagian hilir selama satu menit, kemudian titik pengambilan sampel semakin mengarah ke pangkal sungai. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengkombinasikan kedua teknik *kicking* dan *jabbing*.
4. Teknik *kicking* dilakukan di bagian sungai yang dangkal dengan cara masuk ke badan sungai dengan menempatkan jaring di depan. Mulut jaring diarahkan pada sumber datangnya air, kemudian mengaduk-aduk substrat di depan jaring selama satu menit atau berjalan sepanjang lima meter dengan kaki memutar dengan tujuan merangsang keluarnya organisme yang ada di dasar sungai agar dapat ke dalam kantong jaring.
5. Teknik *jabbing* dilakukan di bagian sungai yang dalam dengan cara menempatkan jaring di permukaan dasar sungai, kemudian berjalan maju ke arah hulu sambil menggerakkan jaring dengan menyapukan jaringnya hingga menyentuh permukaan dasar sungai sepanjang 5 meter dan dapat mencapai organisme yang ada di dasar, terutama di bawah tanaman air.
6. Sampel yang telah didapatkan dari jaring diletakkan pada ice tube atau wadah yang bening dan diberikan sedikit air guna mencuci bekas dari sampel di kantong jaring dan mempermudah pengumpulan makroinvertebrata dari substrat. Kemudian dilakukan pemilahan dan diupayakan semua makroinvertebrata dalam sampel dapat terambil tanpa terkecuali, terutama yang memiliki ukuran kecil dan masuk pada famili serangga Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (EPT).

7. Keseluruhan organisme yang telah dibawa dari sungai dan diamati paling sedikit sejumlah 100 ekor hewan. Apabila pada pengambilan sampel ketiga jumlah organisme yang dikumpulkan masih belum memenuhi, maka pengambilan sampel harus dilanjutkan dan dilakukan pencatatan keseluruhan banyaknya pengambilan sampel yang telah dilakukan.
8. Mengidentifikasi makroinvertebrata, menghitung banyaknya individu yang didapat, kemudian dicatat ke dalam tabel.
9. Dalam menilai kualitas air sungai dengan bioindikator makroinvertebrata, menemukan nilai dari 4 parameter (keragaman jenis famili, EPT, persentase kelimpahan EPT dan Indeks) dengan menjumlah seluruhnya. Skor penilaian keempat parameter disesuaikan dengan tolak ukur penilaian pada tabel 3.2
10. Rata-rata yang didapatkan dari hasil penghitungan menandakan keadaan dan kualitas air sungai yang diteliti dengan menganut penilaian pada tabel 3.3

Tabel 3. 2 Penilaian Bioindikator

No.	Nama Famili	Skor	Juml. Individu	Ti x ni	Keterangan
EPT					
Sub total EPT					
Non EPT					
Sub total Non- EPT					
Jumlah			N =	X =	
Persentase kelimpahan EPT (n EPT/N)					
Indeks (X/N)					

Tabel 3. 3 Penilaian Kualitas Air Dengan Bioindikator

Parameter	Skor				Skor Penilaian
	4	3	2	1	
Keragaman jenis famili	>13	10-13	7-9	<7	
Keragaman jenis EPT	>7	3-7	1-2	0	
% kelimpahan EPT	>40%	>15-40%	>0-15%	0%	
Indeks	3,3-4,0	2,6-3,2	1,8-2,5	1,0-1,7	
Total skor					
Sor rata-rata (Total Skor/4)					
Kriteria kualitas air	Tidak tercemar	Tercemar ringan	Tercemar sedang	Tercemar berat	
Skor	3,3-4,0	2,6-3,2	1,8-2,5	1,0-1,7	

3.6.3 Tahap analisis data

a. Analisis kualitas air

Pada analisis ini dilakukan analisis mengenai parameter fisika dan kimia pada kualitas air Sungai Lekso.

1. BOD

Pada analisa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) mengacu pada SNI 06-6989.72-2009 tentang pengukuran DO secara yodometri menggunakan metoda winkler, BOD dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$BOD\left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_b}\right)(V_c)}{P} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

BOD₅ = Nilai BOD₅ contoh uji (mg/l)

A₁ = kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi 0 hari (mg/l)

A₂ = kadar oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi 5 hari (mg/l)

B₁ = kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi 0 hari (mg/l)

B₂ = kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi 5 hari (mg/l)

V_b = volume suspensi mikroba (ml) dalam botol DO blanko

V_c = volume suspensi mikroba dalam botol contoh uji (ml)

P = perbandingan volume contoh uji (V₁) per volume total (V₂)

2. COD

Analisa (*chemical oxygen demand*) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{COD}\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = \frac{(A-B) \times N \times 8000}{V \text{ sampel (ml)}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

A = volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko (ml)

B = volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh (ml)

N = normalitas larutan FAS

$$\text{normalitas FAS} = \frac{(V_1)(V_2)}{(V_2)} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

V₁ = volume larutan K₂Cr₂O₇ yang digunakan (ml)

V₂ = volume larutan FAS yang dibutuhkan (ml)

N₁ = normalitas larutan K₂Cr₂O₇

3. TSS

Analisa padatan tersuspensi (TSS) merujuk pada SNI 06-6989.3-2004 mengenai pengukuran TSS secara gravimetric, TSS dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{TSS}\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

A = berat kertas saring akhir + residu kering (mg)

B = berat kertas saring awal (mg)

b. Analisis makroinvertebrata

1. Habitat sungai

Analisa habitat pada Sungai Lekso meliputi kondisi substrat dasar sungai, flora di bagian kanan dan kiri sungai, tingkat sedimentasi, adanya perubahan sungai, dan kegiatan individu di daerah sungai. Pemantauan dilakukan pada jarak pandang 100 meter. Setelah itu, menetapkan pemberian skor pada setiap parameter. Apabila skor kesehatan habitat mencapai lebih dari angka 3,0 maka sungai dinyatakan sehat (Ecoton, 2013).

2. Makroinvertebrata

Analisa makroinvertebrata pada Sungai Lekso dilakukan dengan bekal panduan biotilik ecoton. Hasil sampel makroinvertebrata yang telah dikumpulkan, kemudian dihitung dan ditulis individu serta jenis familinya. Apabila skor total indeks biotilik mencapai angka 3,3 maka sungai dinyatakan dalam kondisi sehat (Ecoton, 2013).

3.7 Analisis Indeks Pencemaran

Prosedur perhitungan dalam menganalisis kualitas air menggunakan metode indeks pencemaran menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003 adalah sebagai berikut:

1. Apabila konsentrasi suatu parameter mengalami penurunan atau mengindikasikan pencemaran meningkat, maka Ci/Lij hasil pengukuran di lapangan diganti dengan Ci/Lij hasil perhitungan, yaitu:

$$(Ci/Lij)baru = \frac{Cim - Ci(hasil\ pengukuran)}{Cim - Lij} \dots\dots\dots (5)$$

2. Apabila baku mutu memiliki rentang

a) Untuk $Ci \leq Lij$ rata-rata

$$(Ci/Lij)baru = \frac{[Cim - (Lij)rata-rata]}{[(Lij)minimum - (Lij)rata-rata]} \dots\dots\dots (6)$$

b) Untuk $Ci > Lij$ rata-rata

$$(Ci/Lij)baru = \frac{[Cim - (Lij)rata-rata]}{[(Lij)maksimum - (Lij)rata-rata]} \dots\dots\dots (7)$$

3. Apabila nilai (C_i/L_{ij}) mendekati nilai 1,0 seperti $C_i/L_{ij}=0,9$ dan $C_2/L_{2j}=1,1$ maupun selisih yang cukup besar, akan sulit menentukan tingkat pencemaran pada situasi ini. Maka dilakukan penyelesaian seperti berikut:

- a) Menggunakan nilai C_i/L_{ij} hasil pengukuran jika nilai yang diperoleh $<1,0$
- b) Menggunakan nilai C_i/L_{ij} baru, jika nilai C_i/L_{ij} hasil perhitungan $>1,0$
 $(C_i/L_{ij}) \text{ baru} = 1 + P \log (C_i/L_{ij})$ hasil pengujian

4. Menentukan nilai rata-rata dan nilai maksimum dari keseluruhan C_i/L_{ij}

3.8 Analisis Data Spasial

Setelah didapatkan hasil dari metode indeks pencemaran, kemudian dilakukan pemetaan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Melakukan digitasi bentuk Sungai Lekso yang melalui Kecamatan Gandusari
2. Membuat plotting lokasi setiap titik lokasi pengambilan sampel
3. Mengklasifikasikan data dengan plotting setiap data parameter kualitas air dari hasil pengujian di lapangan dan analisis laboratorium untuk mengetahui sebaran masing-masing parameter
4. Melakukan skoring setiap parameter fisika kimia dengan mengacu Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021
5. Membuat suatu penggambaran melalui pembuatan peta yang berisi informasi mengenai data yang dipetakan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

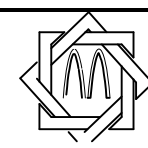
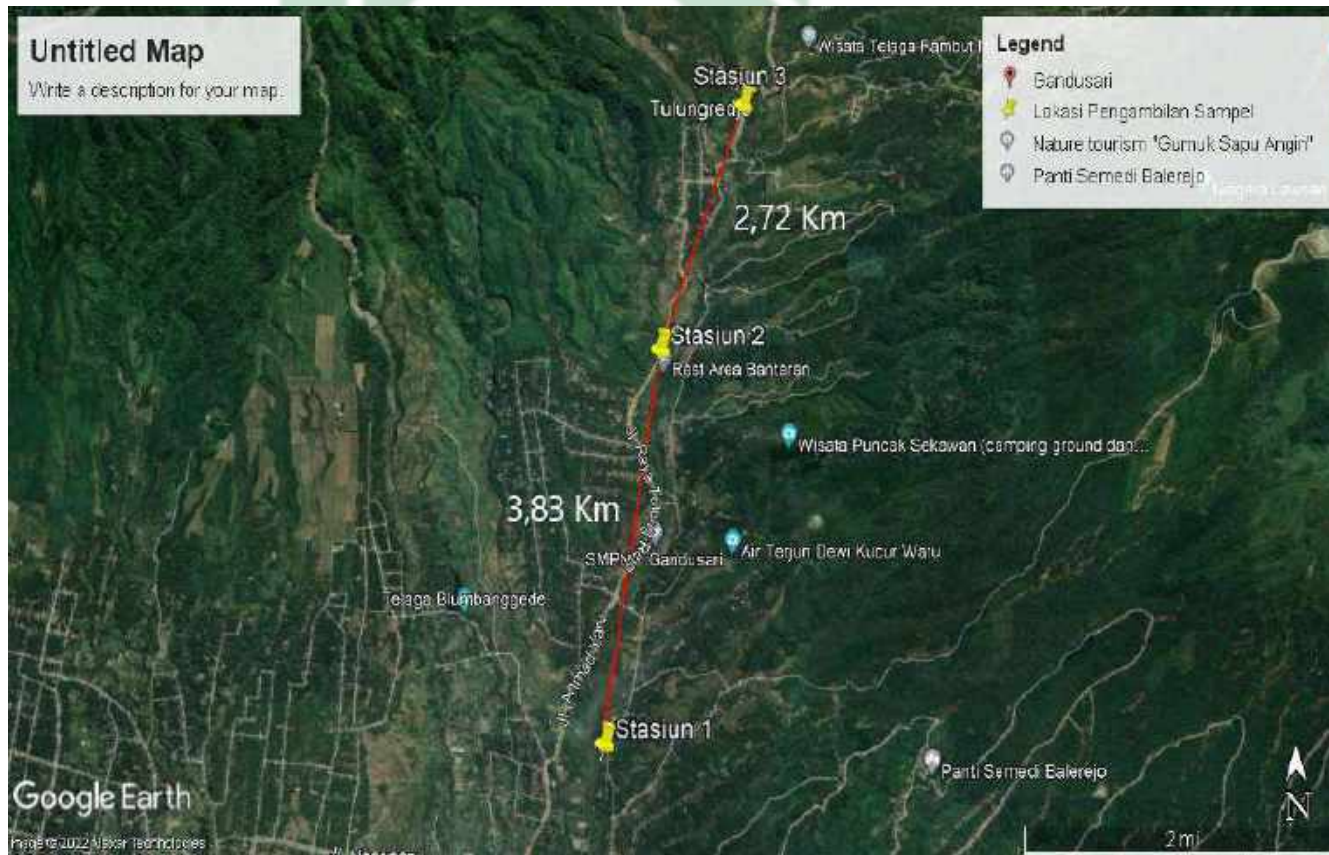
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun (titik) lokasi pengambilan sampel yang berbeda, di mulai dari daerah yang paling hilir terlebih dahulu. Parameter fisika dan kimia yang diujikan yaitu suhu, pH, BOD, COD dan TSS. Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 17 Mei 2022 pada pukul 09.00 WIB dengan cuaca cerah (tidak hujan).

Pengambilan sampel pada stasiun yang pertama terletak di Desa Soso (hilir sungai), kemudian stasiun kedua terletak di Desa Tulungrejo dan yang terakhir, stasiun ketiga terletak di Desa Krisik. Jarak total lokasi pengambilan sampel dari stasiun pertama sampai dengan stasiun ketiga adalah 6,55 km. Jarak antara stasiun pertama ke stasiun kedua sepanjang 3,83 Km, sedangkan jarak stasiun kedua ke stasiun ketiga sepanjang 2,72 Km. Secara lebih jelasnya, jarak antar stasiun dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



**PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN
TEKNOLOGI
UIN SUNAN AMPEL**

JUDUL GAMBAR

JARAK ANTAR STASIUN

SKALA

1 : 200

NAMA MAHASISWA

ROIKHANA FARISTA
WAHYULIANA
H05217022

KETERANGAN GAMBAR

Titik 1 : -7.970166, 112.363816
Titik 2 : -7.992766, 112.353251
Titik 3 : -8.026071, 112.347805

DOSEN PEMBIMBING

WIDYA NILANDITA, M.KL
YUSRIANTI, M.T

TANGGAL

Gambar 4. 1 Peta Jarak Antar Stasiun

4.1.1 Stasiun Satu

Pada titik 1 pengambilan sampel terletak di daerah hilir sungai yang berlokasi di Desa Soso dan terdapat pada titik koordinat -7.970166 LS - 112.363816 BT. Hilir sungai ini dikelilingi oleh wilayah perkebunan dan persawahan. Kondisi sungai di lokasi ini menurut tokoh masyarakat dan beberapa penambang pasir yang ditemui pada saat penelitian di Sungai Lekso menyatakan bahwa sungai keruh dan berbau sampai ke pemukiman warga, namun tidak berasa. Keruhnya warna sungai didukung oleh aktivitas warga sekitar dan berdasarkan berita wilayah setempat, telah terjadi fenomena erupsi Gunung Kelud yang mengakibatkan aliran lahar dingin dan erosi.



Gambar 4. 2 Foto Lokasi Titik 1 Pengambilan Sampel

4.1.2 Stasiun Kedua

Pada titik 2 pengambilan sampel bertempat di bagian tengah sungai yang berlokasi di Desa Tulungrejo dan terletak pada titik koordinat -7.992766 LS - 112.353251 BT. Kondisi sungai di lokasi ini menurut tokoh masyarakat dan beberapa penambang pasir yang ditemui pada saat penelitian di Sungai Lekso menyatakan bahwa sungai keruh dan berbau sampai ke pemukiman warga, namun tidak berasa. Pada saat pengambilan sampel bersamaan dengan aktivitas penambangan pasir yang dilakukan warga.



Gambar 4. 3 Foto Lokasi Titik 2 Pengambilan Sampel



Gambar 4. 4 Penambangan Pasir Manual yang Dilakukan Warga

4.1.3 Stasiun Ketiga

Pada titik 3 pengambilan sampel dilakukan di bagian hulu sungai yang berlokasi di Desa Krisik dan terdapat pada titik koordinat -8.026071 LS - 112.347805 BT. Sampel diambil pada wilayah perkebunan, persawahan dan berdekatan dengan area pemukiman serta berjarak ± 100 meter dari tempat produksi tahu. Kondisi sungai di lokasi ini menurut tokoh masyarakat dan beberapa penambang pasir yang ditemui pada saat penelitian di Sungai Lekso menyatakan bahwa sungai keruh dan berbau sampai ke pemukiman warga,

namun tidak berasa. Pada badan sungai masih terdapat beberapa karung sampah yang dibuang warga ke badan sungai.



Gambar 4. 5 Foto Lokasi Titik 3 Pengambilan Sampel



Gambar 4. 6 Pembuangan Sampah di Badan Sungai Lekso

4.2 Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tahap awal pengambilan sampel. Penelitian terdiri atas 3 pemantauan, yaitu: fisika, kimia dan biologi yang kemudian dibedakan menjadi 2. Pengambilan sampel secara fisik kimia dilakukan di kanan dan kiri sungai, sehingga pada 1 titik terdapat 2 sampel, sedangkan pengambilan sampel

makroinvertebrata dilakukan pengulangan di setiap titiknya 3 kali. Hasil penelitian akan dijabarkan sebagai berikut:

4.2.1 Analisis Kualitas Fisik Kimia Air Sungai

Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 17 Mei 2022. Penelitian dilakukan selama 1 hari dengan parameter yang akan diuji yaitu suhu, pH, BOD, COD, dan TSS. Parameter seperti pH, BOD, COD, dan TSS diukur dan dianalisa di laboratoium, kecuali suhu yang diukur langsung di tempat pengambilan sampel. Setelah diukur dan dianalisa, hasil dari masing-masing parameter tersebut dibandingkan dengan PP 22 tahun 2021 yang secara rinci ditunjukkan oleh tabel 4.1 berikut



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4. 1 Data Hasil Pemantauan Kualitas Air Sungai Lekso Secara fisika-kimia dengan Baku Mutu Air Kelas Dua PP 22 Tahun 2021

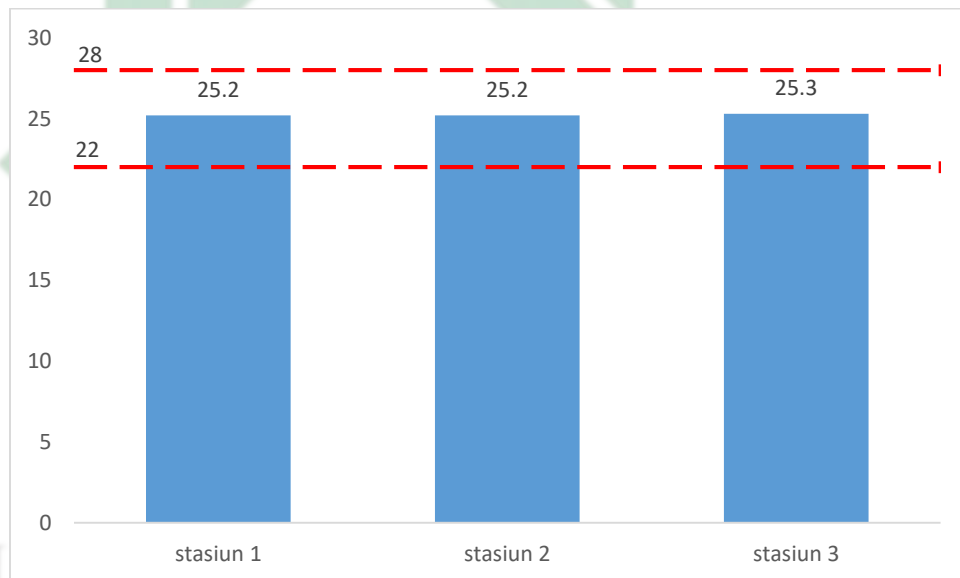
Parameter	Satuan	Lokasi Pengambilan Sampel									Baku Mutu air Kelas Dua PP 22 tahun 2021
		Titik 1			Titik 2			Titik 3			
		P1	P2	Rata-rata	P1	P2	Rata-rata	P1	P2	Rata-rata	
Suhu	°C	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,3	25,3	25.3	Deviasi 3
pH	-	7,46	7,45	7.455	7,50	7,49	7.495	7,64	7,57	7.605	6-9
BOD	mg/l	8,26	6,97	7.615	6,41	6,40	6.405	6,66	6,65	6.65	3
COD	mg/l	24,52	22,85	23.685	22,48	20,12	21.3	19,42	24,74	22.08	25
TSS	mg/l	79,2	69,4	74.3	36,3	58,6	47.45	30,2	18,5	24.35	50

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta I Malang, 2022

Berdasarkan tabel 4.1 di atas, dapat dilihat hasil pemantauan kualitas air Sungai Lekso baik parameter fisika maupun kimia. Data yang telah diperoleh pada tabel tersebut, kemudian dianalisis setiap parameternya dengan sebagai berikut:

a. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan menggunakan alat thermometer. Hasil pengukuran suhu pada Sungai Lekso dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 untuk suhu yaitu pada deviasi 3. Suhu pada setiap stasiun digambarkan sebagai berikut.



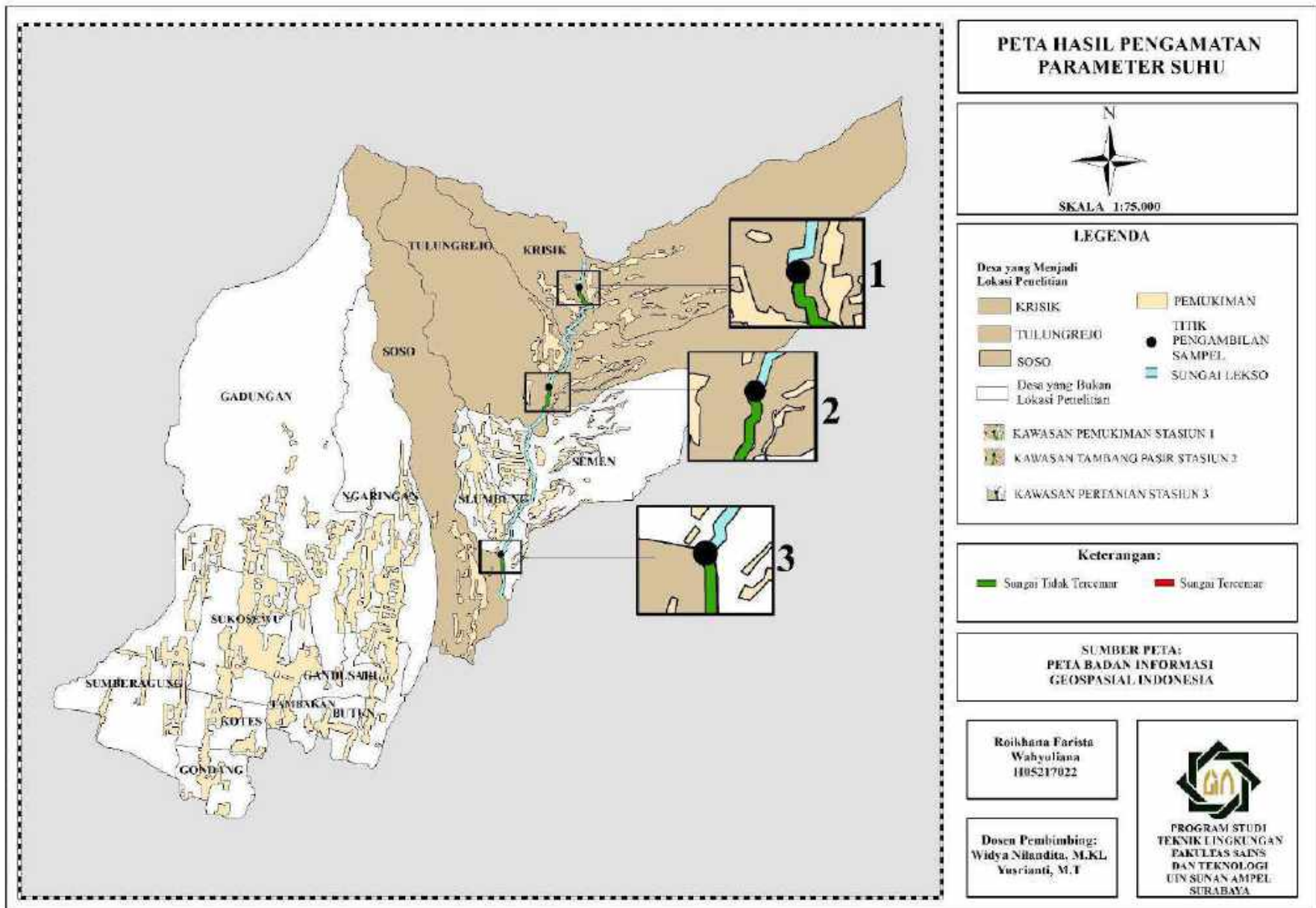
Gambar 4. 7 Suhu Sungai Lekso

Berdasarkan diagram batang di atas, suhu sungai tergolong normal. Suhu Sungai Lekso ini masih memenuhi baku mutu air yang tercantum pada PP 22 tahun 2021. Suhu 25°C masih memenuhi baku mutu, karena masih ada pada deviasi 3 yaitu suhu berada di antara suhu minimum 22°C dan maksimum 28°C yang ditandai dengan garis merah di atas. Suhu memiliki andil dalam mengontrol kondisi sungai dan ekosistem air, karena tinggi rendahnya suhu berpengaruh terhadap pergerakan dan umur hidup organisme yang bertempat tinggal dalam perairan tersebut (Warman, 2015).

Suhu memiliki pengaruh pada tingkat ketahanan hidup makhluk hidup di dalamnya. Suhu yang terlalu tinggi berdampak pada menurunnya kelarutan oksigen pada suatu wilayah perairan. Kelarutan oksigen yang rendah berbanding lurus dengan ketahanan hidup organisme yang juga semakin melemah akibat kurangnya suplai oksigen yang diterima. Suhu yang baik (tidak lebih ataupun kurang dari baku mutu) akan memberi efek berupa pertumbuhan yang baik untuk organisme dalam air. Sedangkan meningkatnya suhu yang berlebih dalam suatu perairan akan berakibat pada meningkatnya viskositas, reaksi kimia dan evaporasi, sehingga suhu memiliki peran sebagai salah satu faktor yang memicu lebih cepatnya proses pembusukan mikroba terjadi (HZ dkk., 2018).

Suhu pada Sungai Lekso pada bagian hilir sedikit meningkat walaupun tidak signifikan. Hal tersebut terjadi karena beberapa faktor, yaitu ketinggian lokasi sungai yang semakin landai dan kecepatan arus aliran sungai yang deras semakin menurun dari hulu ke arah hilir. Adanya faktor lokasi dan kecepatan arus sungai ini membuat intensitas masuknya cahaya matahari ke dalam air juga semakin banyak dan menyebabkan peningkatan suhu di daerah hilir sungai (Djumanto, 2013).

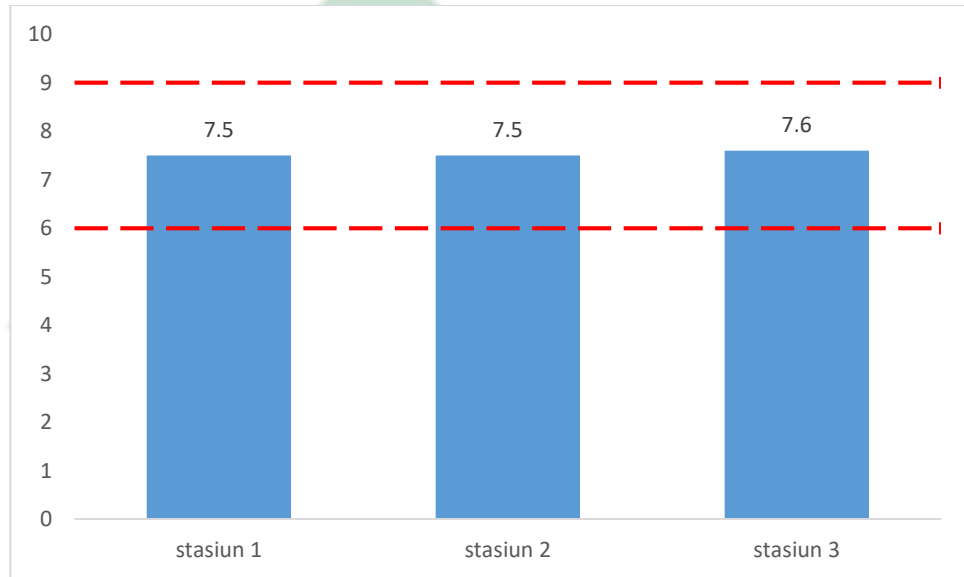
Pemetaan parameter suhu pada Kecamatan Gandusari dilakukan berdasarkan hasil perbandingan hasil pengujian suhu dengan baku mutu air kelas dua pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021. Pewarnaan pada aliran sungai di peta diasumsikan sepanjang 3 cm dari titik pengambilan sampel ke arah selatan (menuju ke hilir). Berikut hasil pemetaan pada parameter suhu di Sungai Lekso, Kecamatan Gandusari dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Peta Parameter Suhu di Kecamatan Gandusari

b. pH

Pengukuran pH dilakukan menggunakan alat pH meter sesuai dengan SNI 06-6989.11-2004. Hasil pengukuran pH pada Sungai Lekso dibandingkan dengan baku mutu kualitas air pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021, yaitu pH di antara 6-9. pH sampel pada setiap stasiun digambarkan sebagai berikut.



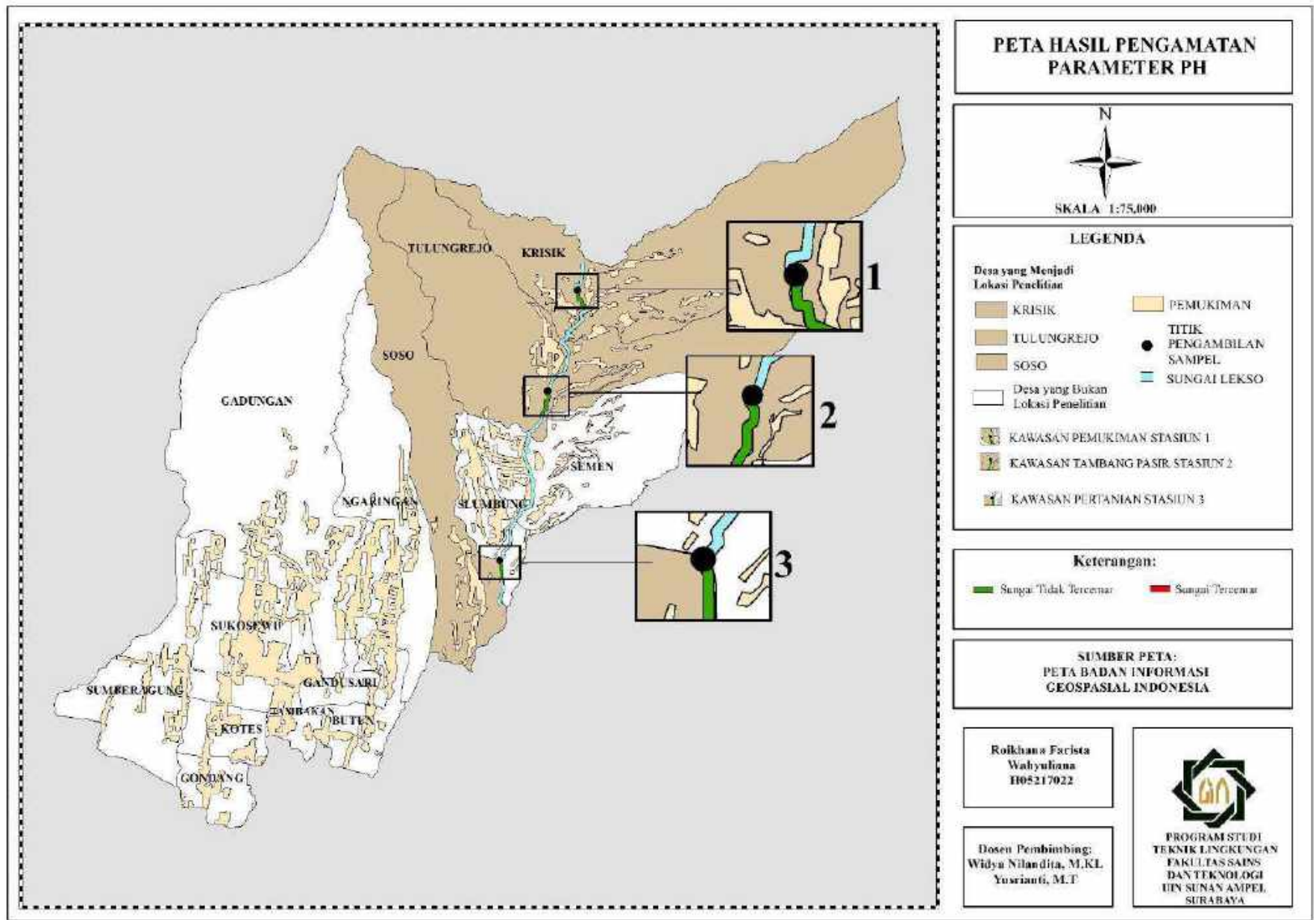
Gambar 4. 9 pH Sungai Lekso

Berdasarkan diagram batang data di atas, pH Sungai Lekso dapat dikategorikan pH yang optimal untuk kehidupan biota (6,8-8,5). pH pada stasiun satu dan kedua sebesar 7,5 sedangkan stasiun ketiga yaitu sebesar 7,6. pH pada stasiun satu sampai dengan stasiun tiga masih memenuhi baku mutu air kelas dua, yaitu berada di antara 6-9 yang diberi garis merah pada diagram di atas. Nilai pH sungai dari hulu ke hilir cenderung konsisten pada angka 7,5 dan 7,6 menunjukkan bahwa adanya jenis limbah yang dihasilkan pada ketiga stasiun dengan kegiatan yang berbeda-beda di sepanjang aliran sungai tidak berpengaruh banyak terhadap derajat keasaman Sungai Lekso karena sungai masih mampu memberi toleransi pada sejumlah polutan yang masuk ke badan sungai.

Nilai pH dari stasiun 1 sampai dengan stasiun 3 hampir tidak mengalami perubahan, sepanjang aliran sungai dari hulu ke hilir memiliki pH yang normal (tidak terlalu asam ataupun basa). pH yang memenuhi baku mutu juga menjamin kelangsungan hidup organisme dalam air, karena proses metabolisme dan respirasi organismenya dapat berlangsung dengan baik. Tinggi rendahnya pH akan memberikan pengaruh pada pertumbuhan hewan maupun tumbuhan dalam air. Ketahanan makhluk hidup di dalamnya bergantung pada pH air, pH yang rendah mengakibatkan gangguan dalam proses absorpsi oksigen (Yulianti dkk., 2016).

Nilai pH menggambarkan kadar ion hidrogen yang ada di dalam air, pH yang terlalu asam (kurang dari 6) dan terlalu basa (lebih dari 9) akan berisiko mengandung toksik yang berbahaya untuk kesehatan. Semakin rendah nilai pH, maka tingkat korosi akan semakin tinggi. Air yang mengandung pH terlalu asam akan mengubah sifat logam menjadi endapan, sehingga akan menyebabkan air memiliki warna, bau dan rasa (Putra & Yulia, 2019).

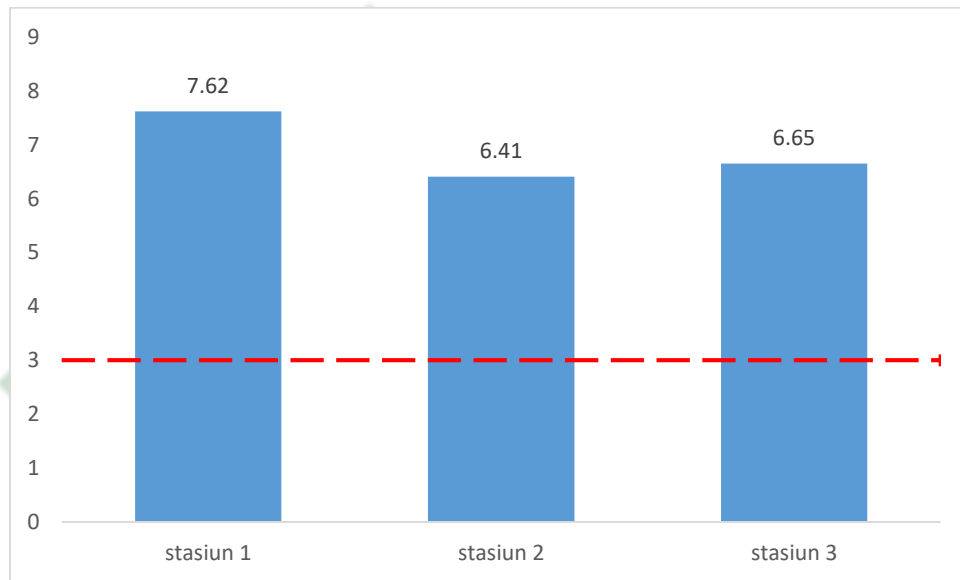
Pemetaan parameter pH pada Kecamatan Gandusari dilakukan berdasarkan hasil perbandingan hasil pengujian pH dengan baku mutu air kelas dua pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021. Pewarnaan pada aliran sungai di peta diasumsikan sepanjang 3 cm dari titik pengambilan sampel ke arah selatan (menuju ke hilir). Berikut hasil pemetaan pada parameter pH di Sungai Lekso, Kecamatan Gandusari dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Peta Parameter pH di Kecamatan Gandusari

c. BOD

Pengukuran BOD dilakukan menggunakan metode analisa APHA. 5210 B-2017. Hasil pengukuran BOD pada Sungai Lekso dibandingkan dengan PP 22 tahun 2021, yaitu tidak melebihi 3 (pada baku mutu kelas dua). BOD pada setiap titik digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4. 11 BOD Sungai Lekso

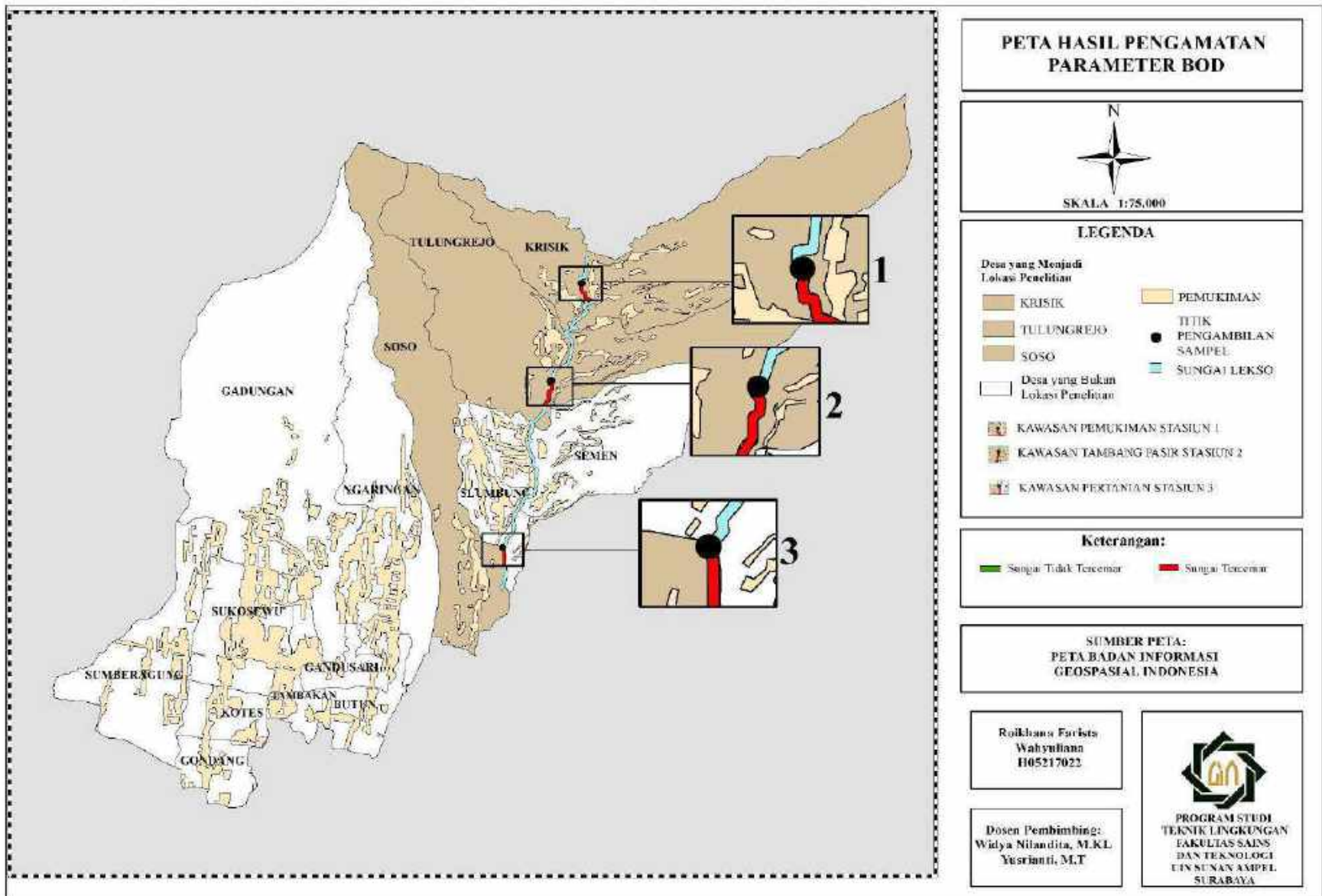
Berdasarkan diagram batang di atas, kadar BOD pada stasiun satu sebesar 7,62 mg/l, stasiun kedua sebesar 6,41 mg/l dan stasiun ketiga sebesar 6,65 mg/l. Parameter BOD pada ketiga stasiun melebihi ambang batas kualitas air kelas dua yaitu 3 mg/l. Kadar BOD tertinggi ada pada stasiun ketiga yang terletak di hulu. Pada stasiun tersebut, aktivitas yang terjadi adalah industri tahu dan pembuangan sampah domestik oleh sebagian warga di sekitar Sungai Lekso. Tingginya BOD menunjukkan adanya pergerakan biota air yang tinggi untuk menguraikan unsur organik yang terkandung pada Sungai Lekso (Suhmana, 2012).

Sepanjang aliran sungai mengandung kadar BOD yang melebihi baku mutu. Hasil pengujian ini mengindikasikan adanya pencemaran yang terjadi di Sungai Lekso dikarenakan lokasi pembuangan sampah domestik, limbah industri tahu dan limbah pertanian yang dekat dengan wilayah sungai.

Konsumsi oksigen yang tinggi ini menyebabkan sisa oksigen yang terlarut semakin sedikit, sehingga dibutuhkan oksigen dalam jumlah yang tinggi pula untuk kemudian dimanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang ada dalam air. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai BOD adalah jenis limbah yang dihasilkan, nilai pH atau derajat keasaman dan keadaan sungai secara menyeluruh (Nuraini dkk., 2019).

Kadar BOD pada stasiun pertama merupakan kadar tertinggi, salah satu faktornya adalah limbah cair kedelai hasil dari pemasakan dan pencucian pada industri tahu. Limbah cairnya berupa buangan air rendaman kedelai hasil proses produksi yang mengandung bahan organik yang tinggi. Selain itu, sampah domestik juga memiliki kandungan bahan organik yang berpotensi mencemari badan sungai. Kadar BOD yang tinggi menunjukkan kemampuan alami perairan dalam mendegradasi polutan berupa bahan organik di dalamnya sudah rendah dan kemampuan pulih diri pada sungai mulai berkurang (Atima, 2015).

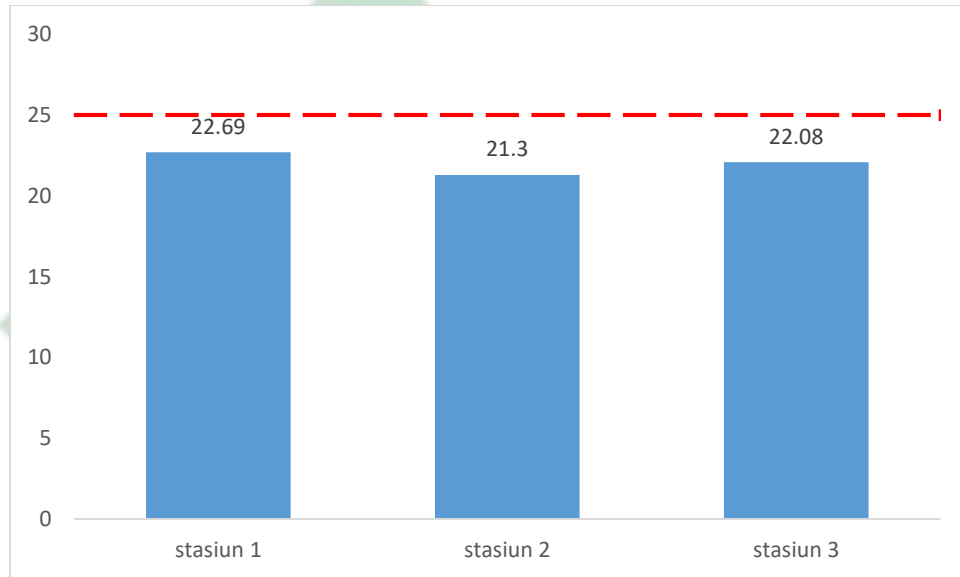
Pemetaan parameter BOD pada Kecamatan Gandusari berdasarkan hasil perbandingan hasil pengujian suhu dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021. Pewarnaan pada aliran sungai di peta diasumsikan sepanjang 3 cm dari titik pengambilan sampel ke arah selatan (menuju ke hilir). Berikut pemetaan pada parameter BOD di Sungai Lekso, Kecamatan Gandusari dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Peta Parameter BOD di Kecamatan Gandusari

d. COD

Pengukuran COD dilakukan menggunakan alat spektrofotometri dan metode analisa SNI 6989.2-2009. Hasil pengukuran COD pada Sungai Lekso dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021, yaitu tidak melebihi 25 (pada baku mutu kelas dua). COD pada setiap titik digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4. 13 COD Sungai Lekso

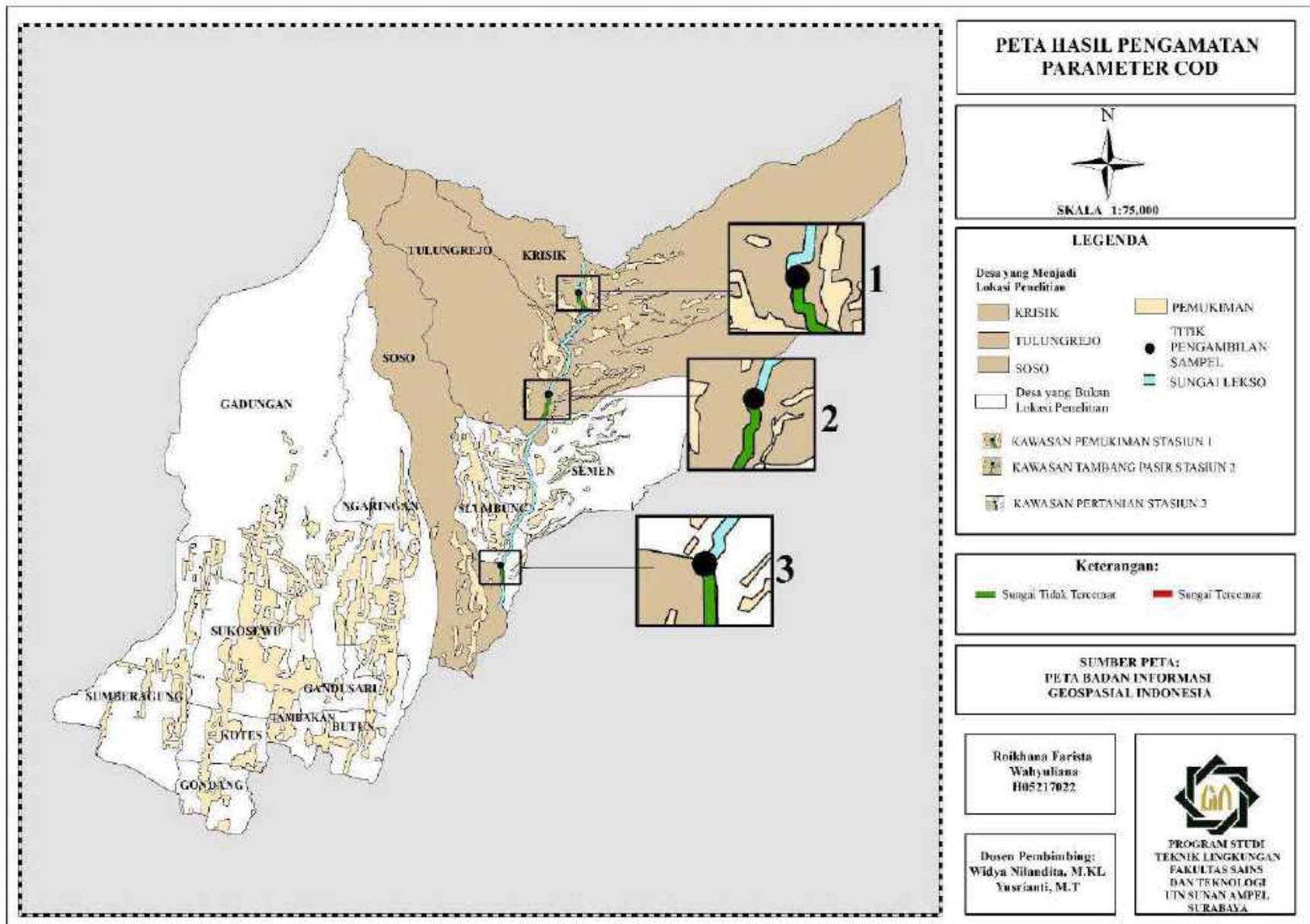
Berdasarkan diagram batang di atas, kadar COD pada stasiun satu sebesar 22,69 mg/l, stasiun kedua sebesar 21,3 mg/l dan stasiun ketiga sebesar 22,08 mg/l. Kadar COD pada ketiga stasiun di wilayah Sungai Lekso masih berada di bawah angka 25 mg/l, sehingga masih dalam ambang batas baku mutu air kelas dua. Kadar COD pada stasiun satu sampai dengan stasiun ketiga tidak memiliki perbedaan yang jauh, menunjukkan intensitas pencemaran yang ada pada sungai tidak terlalu tinggi (Zamroni dkk., 2019).

Kadar COD yang masih memenuhi baku mutu didukung oleh daerah sungai yang wilayah pemukimannya tidak rapat. Selain itu, sepanjang aliran sungai juga dekat dengan area pertanian pada kanan dan kirinya. Baiknya kualitas air juga bergantung pada intensitas pencemaran yang menurun,

sumber mata air baru dan kemampuan sungai untuk memulihkan sendiri kondisinya secara alami (Arini dkk., 2017).

Pencemaran pada Sungai Lekso ini beragam jenis limbahnya, mulai dari limbah domestik rumah tangga sampai dengan limbah proses produksi industri tahu dan kegiatan pertanian. Limbah domestik berupa limbah anorganik seperti plastik, deterjen dan sampo maupun organik seperti sisa makanan. Kadar COD yang tertinggi pada stasiun satu masih memenuhi baku mutu, tapi tingginya kadar COD dibandingkan dengan stasiun lainnya dipengaruhi oleh faktor pemukiman penduduknya. Jarak rumah antar penduduk pada Desa Krisik cenderung lebih padat dibandingkan dengan Desa Tulungrejo dan Soso, yang berarti memiliki potensi pencemaran limbah domestik yang lebih besar dibandingkan desa pada kedua stasiun yang lainnya (Kurnianti, 2020).

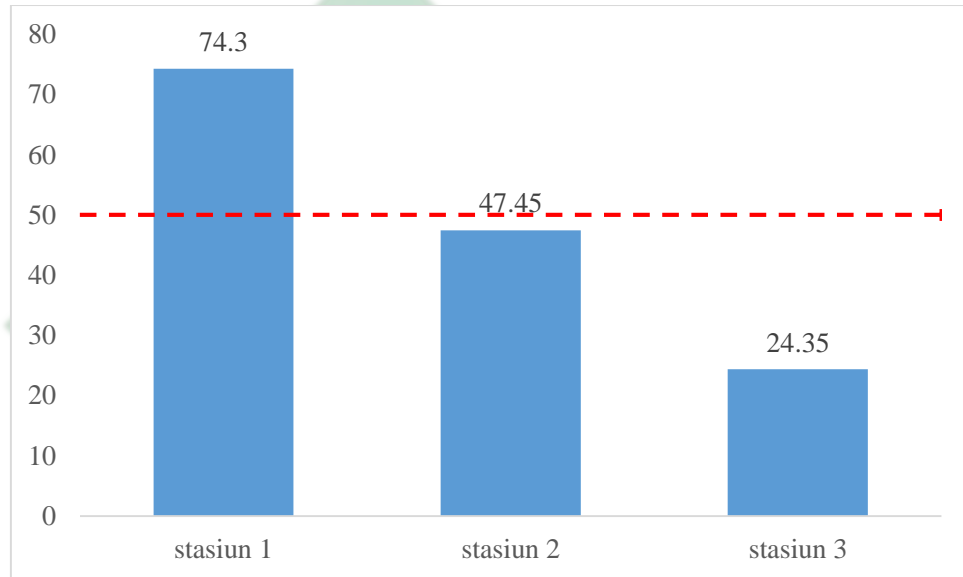
Pemetaan parameter COD pada Kecamatan Gandusari berdasarkan hasil perbandingan hasil pengujian COD dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 dan perhitungan menggunakan metode indeks pencemaran. Pewarnaan pada aliran sungai di peta diasumsikan sepanjang 3 cm dari titik pengambilan sampel ke arah selatan (menuju ke hilir). Berikut pemetaan pada parameter COD di Sungai Lekso, Kecamatan Gandusari dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Peta Parameter COD di Kecamatan Gandusari

e. TSS

Pengukuran TSS menggunakan metode analisa APHA 2540 D-2017. Hasil pengukuran TSS pada Sungai Lekso dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021, yaitu TSS sungai Lekso tidak boleh melebihi 50 (pada baku mutu kelas dua). TSS pada setiap titik digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4. 15 TSS Sungai Lekso

Berdasarkan diagram batang di atas, kadar TSS setiap stasiun berbeda-beda dan memiliki rentang angka yang cukup jauh pada masing-masing stasiunnya. Pada stasiun satu sebesar 74,3 mg/l, stasiun kedua sebesar 47,45 mg/l dan stasiun ketiga sebesar 24,35 mg/l. Hasil pengujian pada parameter TSS di stasiun 2 dan 3 masih dalam ambang batas baku mutu air kelas dua PP 22 tahun 2021, sedangkan kadar TSS pada stasiun 1 melebihi baku mutu (di atas 50 mg/l) dan memiliki kadar TSS tertinggi di antara ketiga stasiun yang lainnya.

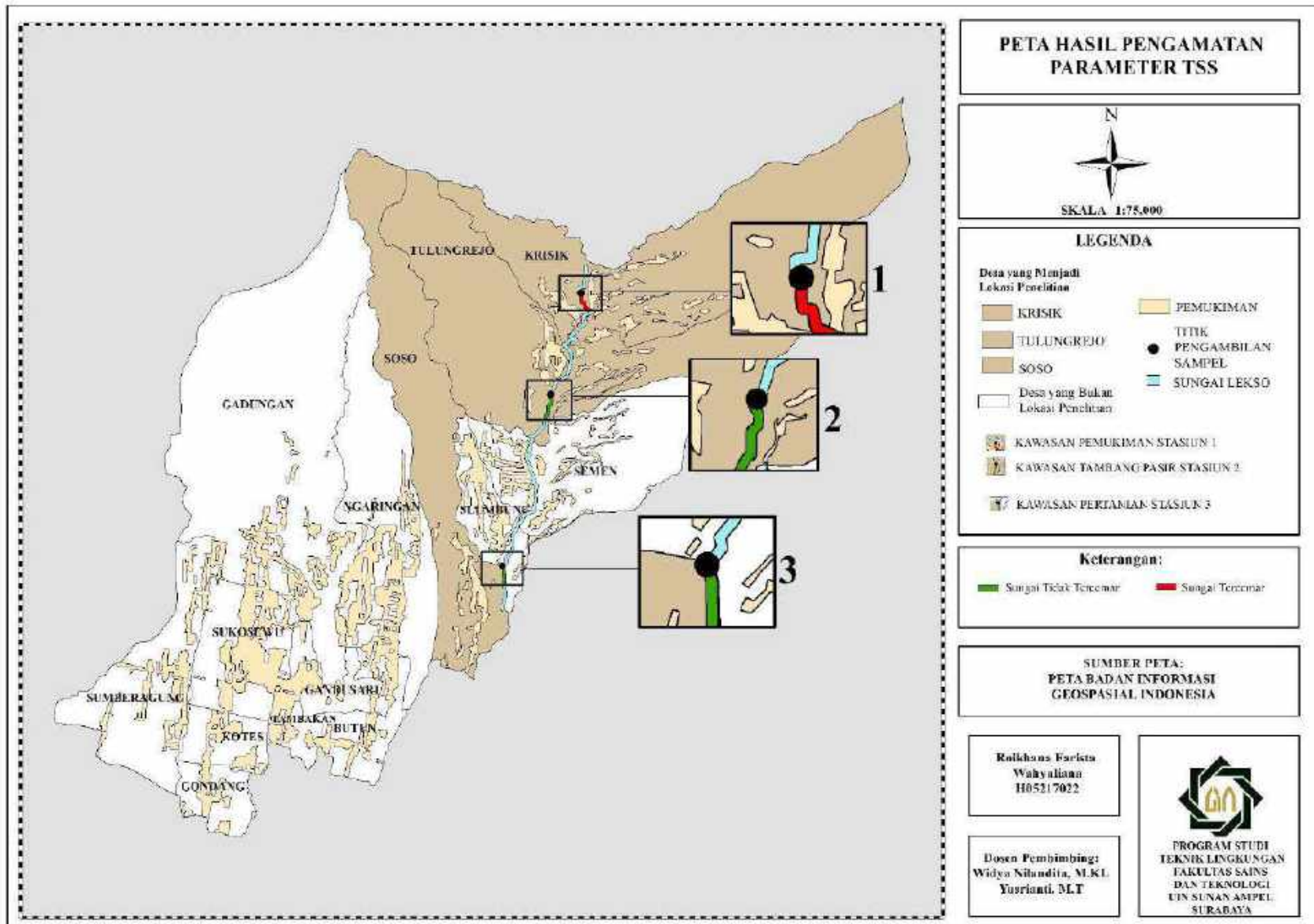
Tingginya TSS pada stasiun ketiga menunjukkan banyaknya partikel tersuspensi yang larut dalam air Sungai Lekso, partikel tersebut dapat berupa lumpur, jasad renik maupun zat padat lainnya. Perbedaan kadar TSS

diakibatkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kegiatan di wilayah lokasi pengambilan sampel.

Pada stasiun pertama ini terdapat aktivitas yang berbeda dengan kedua stasiun yang lainnya, yaitu adanya industri tahu yang berada dekat dengan lokasi pengambilan sampel. Nilai TSS yang tinggi pada stasiun ketiga salah satunya bersumber dari hasil proses produksi industri tahu berupa sisa dari padatan kedelai yang tidak seluruhnya bisa tersaring, karena skala industri yang kecil sehingga pengolahannya masih menggunakan teknologi sederhana. Padatan-padatan tersebut kemudian mendorong terjadinya reaksi kimia yang bermacam-macam dan berperan dalam pembentukan suatu sedimen. Apabila sedimen pada suatu perairan semakin menumpuk, akan berakibat pada terganggunya fotosintesis karena cahaya matahari yang tidak dapat menembus air (Rinawati dkk., 2016).

Pemetaan parameter suhu pada Kecamatan Gandusari berdasarkan hasil perbandingan hasil pengujian TSS dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021. Pewarnaan pada aliran sungai di peta diasumsikan sepanjang 3 cm dari titik pengambilan sampel ke arah selatan (menuju ke hilir). Berikut pemetaan pada parameter TSS di Sungai Lekso, Kecamatan Gandusari dapat dilihat pada gambar 4.16.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 4. 16 Peta Parameter TSS di Kecamatan Gandusari

4.2.2 Metode Indeks Pencemaran

Data hasil pemantauan kualitas air dianalisis status mutunya menggunakan metode indeks pencemaran. Berikut rumus dan perhitungan indeks pencemaran pada setiap parameter:

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

1. Stasiun 1

Hasil perhitungan menggunakan indeks pencemaran pada parameter fisika dan kimia di stasiun 1.

a. Suhu

Baku mutu suhu = deviasi 3

Suhu = 25,2

$$L_{i(\text{rata-rata})} = \frac{(22+28)}{2} = 25$$

Karena nilai $C_i > L_{i(\text{rata-rata})}$, maka perhitungan $C_i/L_{ij\text{baru}}$ dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{[25,2 - 25]}{[22 - 25]}$$

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 0,07$$

b. pH

Baku mutu pH = 6-9

pH = 7,53

$$L_{i(\text{rata-rata})} = \frac{(6+9)}{2} = 7,5$$

Karena nilai $C_i > L_{i(\text{rata-rata})}$, maka perhitungan $C_i/L_{ij\text{baru}}$ dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{[7,53 - 7,5]}{[9 - 7,5]}$$

$$(Ci/Lij)baru = 0,2$$

c. BOD

$$\text{Baku mutu BOD} = 3 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD} = 7,62 \text{ mg/l}$$

$$Ci/Lij = 2,54$$

d. COD

$$\text{Baku mutu COD} = 25 \text{ mg/l}$$

$$\text{COD} = 22,69 \text{ mg/l}$$

$$Ci/Lij = 0,91$$

e. TSS

$$\text{Baku mutu TSS} = 50 \text{ mg/l}$$

$$\text{TSS} = 74,3 \text{ mg/l}$$

$$Ci/Lij = 1,48$$

$$Ci/Lij \text{ maksimum stasiun 3} = 2,54$$

$$Ci/Lij \text{ rata-rata stasiun 3} = 1$$

$$Pij = \sqrt{\frac{(Ci/Lij)_M^2 + (Ci/Lij)_R^2}{2}}$$

$$Pij = \sqrt{\frac{(2,54)_M^2 + (1)_R^2}{2}}$$

$$Pij = \sqrt{\frac{6,45 + 1}{2}}$$

$$Pij = 3,73$$

Hasil perhitungan indeks pencemaran menunjukkan bahwa pada stasiun satu pencemaran dikategorikan tercemar ringan. Faktor pemukiman dan industri tahu menjadi aktivitas yang paling berpengaruh dibandingkan dengan aktivitas lainnya, dibuktikan dengan hasil perhitungan tertinggi ada pada stasiun satu. Padatnya pemukiman mengakibatkan konsumsi yang tinggi juga dan otomatis sampah domestik yang dihasilkan banyak.

2. Stasiun 2

a. Suhu

Baku mutu suhu = deviasi 3

Suhu = 25,2

$$Li_{(rata-rata)} = \frac{(22+28)}{2} = 25$$

Karena nilai $C_i > Li_{rata-rata}$, maka perhitungan C_i/Lij_{baru} dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$(C_i/Lij)_{baru} = \frac{[C_{im} - (Lij)_{rata-rata}]}{[(Lij)_{maksimum} - (Lij)_{rata-rata}]}$$

$$(C_i/Lij)_{baru} = \frac{[25,2 - 25]}{[22 - 25]}$$

$$(C_i/Lij)_{baru} = 0,07$$

b. pH

Baku mutu pH = 6-9

pH = 7,5

$$Li_{(rata-rata)} = \frac{(6+9)}{2} = 7,5$$

Karena nilai $C_i > Li_{rata-rata}$, maka perhitungan C_i/Lij_{baru} dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$(C_i/Lij)_{baru} = \frac{[C_{im} - (Lij)_{rata-rata}]}{[(Lij)_{maksimum} - (Lij)_{rata-rata}]}$$

$$(C_i/Lij)_{baru} = \frac{[7,5 - 7,5]}{[9 - 7,5]}$$

$$(C_i/Lij)_{baru} = 0$$

c. BOD

Baku mutu BOD = 3 mg/l

BOD = 6,41 mg/l

C_i/Lij = 2,14

d. COD

Baku mutu COD = 25 mg/l

COD = 21,3 mg/l

$$Ci/Lij = 0,85$$

e. TSS

$$\text{Baku mutu TSS} = 50 \text{ mg/l}$$

$$\text{TSS} = 47,45 \text{ mg/l}$$

$$Ci/Lij = 0,95$$

$$Ci/Lij \text{ maksimum stasiun 2} = 2,14$$

$$Ci/Lij \text{ rata-rata stasiun 2} = 0,80$$

$$Pij = \sqrt{\frac{(Ci/Lij)_M^2 + (Ci/Lij)_R^2}{2}}$$

$$Pij = \sqrt{\frac{(2,14)_M^2 + (0,80)_R^2}{2}}$$

$$Pij = \sqrt{\frac{4,57 + 0,64}{2}}$$

$$Pij = 2,61$$

Hasil perhitungan indeks pencemaran menunjukkan bahwa pada stasiun kedua lebih rendah jika dibandingkan dengan stasiun pertama dan ketiga, namun tetap dikategorikan tercemar ringan karena melebihi angka 1 dan kurang dari 5. Pencemaran yang terjadi pada stasiun yang kedua ini adalah aktivitas tambang pasir yang berisiko menyebabkan vegetasi di sekitar sungai berkurang serta dapat meningkatkan erosi yang berakibat pada tercemarnya air sungai.

3. Stasiun 3

a. Suhu

$$\text{Baku mutu suhu} = \text{deviasi 3}$$

$$\text{Suhu} = 25,3$$

$$Li_{(\text{rata-rata})} = \frac{(22+28)}{2} = 25$$

Karena nilai $Ci > Li_{\text{rata-rata}}$, maka perhitungan Ci/Lij_{baru} dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$(Ci/Lij)baru = \frac{[Cim - (Lij)rata - rata]}{[(Lij)maksimum - (Lij)rata - rata]}$$

$$(Ci/Lij)baru = \frac{[25,3 - 25]}{[22 - 25]}$$

$$(Ci/Lij)baru = 0,1$$

b. pH

$$\text{Baku mutu pH} = 6-9$$

$$\text{pH} = 7,6$$

$$Li_{(rata-rata)} = \frac{(6+9)}{2} = 7,5$$

Karena nilai $Ci > Li$ rata-rata, maka perhitungan Ci/Lij baru dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$(Ci/Lij)baru = \frac{[Cim - (Lij)rata - rata]}{[(Lij)maksimum - (Lij)rata - rata]}$$

$$(Ci/Lij)baru = \frac{[7,6 - 7,5]}{[9 - 7,5]}$$

$$(Ci/Lij)baru = 0,07$$

c. BOD

$$\text{Baku mutu BOD} = 3 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD} = 6,65 \text{ mg/l}$$

$$Ci/Lij = 2,21$$

d. COD

$$\text{Baku mutu COD} = 25 \text{ mg/l}$$

$$\text{COD} = 22,08 \text{ mg/l}$$

$$Ci/Lij = 0,91$$

e. TSS

$$\text{Baku mutu TSS} = 50 \text{ mg/l}$$

$$\text{TSS} = 24,35 \text{ mg/l}$$

$$Ci/Lij = 0,49$$

$$Ci/Lij \text{ maksimum stasiun 1} = 2,21$$

$$Ci/Lij \text{ rata-rata stasiun 1} = 0,76$$

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

$$P_{ij} = \sqrt{\frac{(2,21)_M^2 + (0,76)_R^2}{2}}$$

$$P_{ij} = \sqrt{\frac{4,88 + 0,58}{2}}$$

$$P_{ij} = 2,73$$

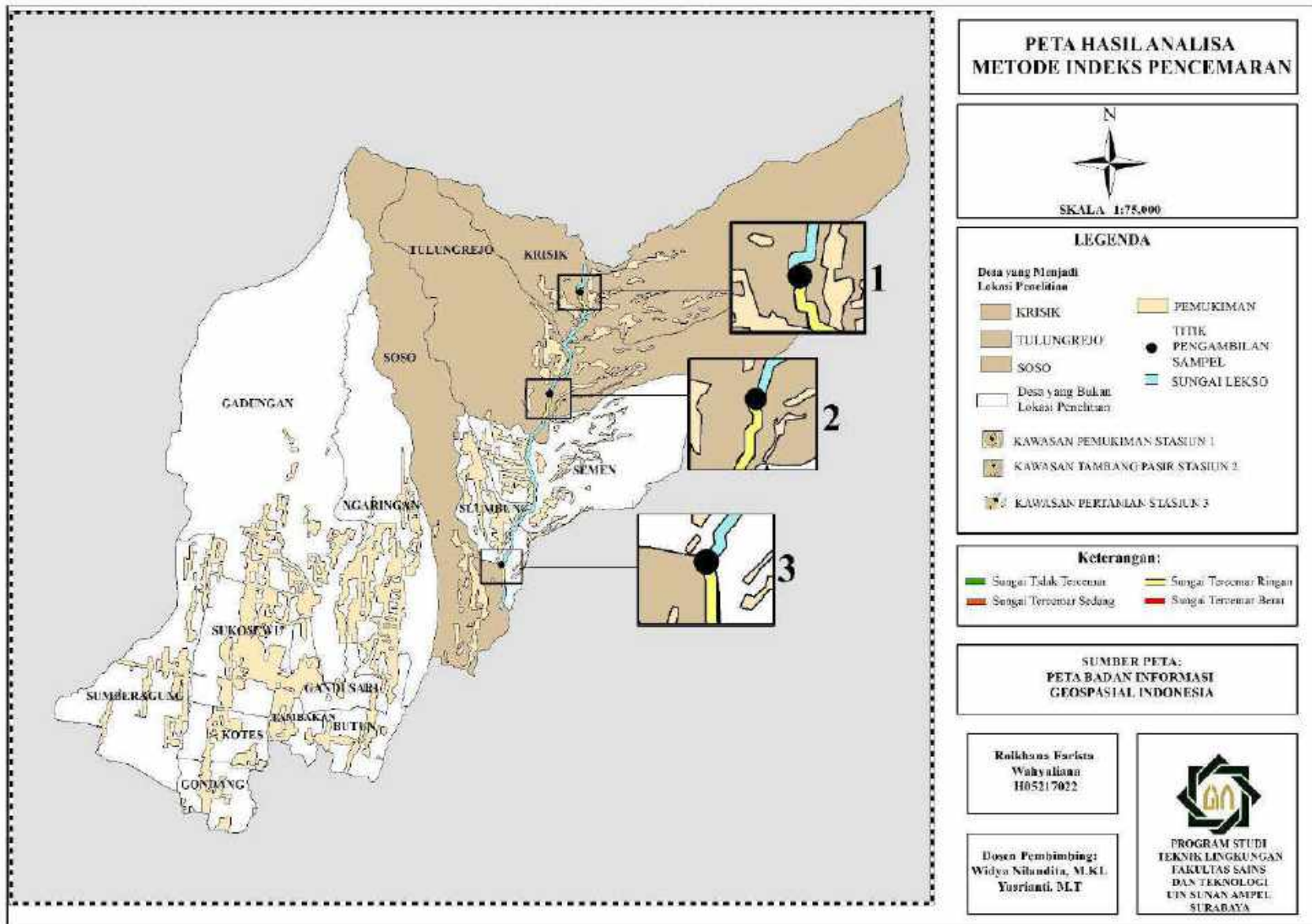
Hasil perhitungan indeks pencemaran menunjukkan bahwa pada stasiun ketiga pencemaran dikategorikan tercemar ringan. Pencemaran yang terjadi disebabkan adanya aktivitas pertanian yang menghasilkan limbah berupa sisa hasil panen seperti jerami dan sekam padi ataupun sabut kelapa dan sejenisnya yang posisinya berdekatan dengan sungai. Limbah yang dibiarkan tersebut kemudian semakin meluas ke arah sungai dan terbawa aliran sungai yang kemudian menyebabkan pencemaran.

Tabel 4. 2 Tolak Ukur Status Mutu Indeks Pencemaran

No.	Skor	Kategori
1	$IP \leq 1$	Memenuhi baku mutu
2	$1 < IP \leq 5$	Tercemar ringan
3	$5 < IP \leq 10$	Tercemar sedang
4	$IP > 10$	Tercemar berat

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2003

Berdasarkan hasil perhitungan metode indeks pencemaran pada ketiga stasiun di atas, didapatkan hasil bahwa kondisi parameter fisika dan kimia pada ketiga stasiun dapat dikategorikan status mutu kualitas airnya tercemar ringan. Pewarnaan pada aliran sungai di peta diasumsikan sepanjang 3 cm dari titik pengambilan sampel ke arah selatan (menuju ke hilir). Setelah didapatkan hasil kualitas air menurut perhitungan dengan metode indeks pencemaran, kemudian dilakukan pemetaan kualitas air sebagai berikut.









Gambar 4. 17 Peta Indeks Pencemaran Parameter Fisika dan Kimia

4.2.3 Analisis Kualitas Biologis Air Sungai

Pada pemantauan kualitas air secara biologis dengan memanfaatkan makroinvertebrata, dilakukan pada 3 titik sampling yang sama dengan pengambilan sampel untuk analisa kualitas fisik dan kimia air. Pengambilan data dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada masing-masing lokasi. Hasil dari sampling tersebut kemudian diidentifikasi dengan menggunakan lup dan mikroskop. Masing-masing titik memiliki keragaman jenis famili yang tidak jauh berbeda, secara rinci ragam makroinvertebrata dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4. 3 Hasil Pengambilan Makroinvertebrata Pada Stasiun 1

No.	Jenis Famili	Jumlah individu	Gambar
1	Leptophlebitidae-B	9	
2	Ephemerellidae	8	
3	Noteridae	23	

No.	Jenis Famili	Jumlah individu	Gambar
4	Corduliidae-C	12	
5	Polycentropodidae	22	
6	Tipulidae-A	9	
7	Noctuidae	11	
8	Agriidae	7	
JUMLAH		101	-





Sumber: Hasil analisa, 2022

Berdasarkan tabel di atas, hasil identifikasi makroinvertebrata pada stasiun 3 pengambilan sampel di Sungai Lekso berjumlah 101 individu dengan 8 famili

yang berbeda. Leptophlebiidae-B sebanyak 9 individu, Ephemerellidae sebanyak 8 individu, Noteridae sebanyak 23 individu, Corduliidae-C sebanyak 12 individu, Polycentropodidae sebanyak 22 individu, Tipulidae-A sebanyak 9 individu, Noctuidae sebanyak 11 individu, dan Agriidae sebanyak 7 individu.

Tabel 4. 4 Hasil Pengambilan Makroinvertebrata Pada Stasiun 2

No.	Jenis Famili	Jumlah individu	Gambar
1	Tanideridae	11	
2	Polycentropodidae	24	
3	Mesovellidae	15	
4	Atyidae	13	





No.	Jenis Famili	Jumlah individu	Gambar
5	Hymenosomatidae-A	13	
6	Agriidae	8	
7	Noteridae	21	
8	Corduliidae-C	14	
JUMLAH		117	-






Sumber: Hasil analisa, 2022

Berdasarkan tabel di atas, hasil identifikasi makroinvertebrata pada stasiun 2 pengambilan sampel di Sungai Lekso berjumlah 117 individu dengan 8 famili yang berbeda. Tanideridae sebanyak 11 individu, Polycentropodidae sebanyak 24 individu, Mesovellidae sebanyak 15 individu, Atyidae sebanyak 13 individu,

Hymenosomatidae-A sebanyak 13 individu, Agriidae sebanyak 8 individu, Noteridae sebanyak 21 individu, dan Corduliidae-C sebanyak 14 individu.

Tabel 4. 5 Hasil Pengambilan Makroinvertebrata Pada Stasiun 3

No.	Jenis Famili	Jumlah Individu	Gambar
1	Polycentropodidae	28	
2	Stratiomyidae	9	
3	Mesovellidae	34	
4	Atyidae	15	

No.	Jenis Famili	Jumlah Individu	Gambar
5	Libellulidae	6	
6	Scirtidae	3	
7	Chironimidae-putih	10	
8.	Cordulidae-B	17	
9.	Corduliidae-C	11	
JUMLAH		133	-

Sumber: Hasil analisa, 2022

Berdasarkan tabel di atas, hasil identifikasi makroinvertebrata pada titik 1 pengambilan sampel di Sungai Lekso berjumlah 133 individu dengan 9 famili yang berbeda. Polycentropodidae sebanyak 28 individu, Stratiomyidae sebanyak 9 individu, Mesovellidae sebanyak 34 individu, Atyidae sebanyak 15 individu, Libellulidae sebanyak 6 individu, Scirtidae sebanyak 3 individu, Chironimidae-putih sebanyak 10 individu, Cordulidae-B sebanyak 17 individu, dan Corduliidae-C sebanyak 11 individu.

Tekanan ekologis berupa pencemaran mempengaruhi keanekaragaman makroinvertebrata yang didapatkan. Makroinvertebrata memiliki kepekaan yang berbeda-beda, mulai dari yang sangat sensitif terhadap pencemaran sampai dengan yang sangat toleran dengan pencemaran. Hasil identifikasi pada ketiga stasiun di atas menunjukkan bahwa jenis famili terbanyak pada stasiun ketiga, sedangkan pada stasiun kedua dan stasiun pertama sama-sama 8 famili. hal tersebut menggambarkan bahwa aktivitas pertanian merupakan tekanan ekologis yang ringan dibandingkan dengan stasiun yang lainnya.

4.2.3 Keanekaragaman Makroinvertebrata setiap Stasiun

Setelah melakukan perhitungan keanekaragaman menggunakan rumus yang telah ditentukan, didapatkan hasil (H') setiap jenis famili dan (H') setiap stasiun. Kemudian hasil perhitungan tersebut dianalisis sesuai dengan standar yang membagi tinggi rendahnya keanekaragaman makroinvertebrata menjadi 3 kategori sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Tolak Ukur Keanekaragaman

Nilai tolak ukur	Keterangan
$H' < 1,0$	Keanekaragaman rendah, miskin, produktivitas sangat rendah sebagai indikasi adanya tekanan yang berat dan ekosistem tidak stabil
$1,0 < H' < 3,32$	Keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, tekanan ekologis sedang

Nilai tolak ukur	Keterangan
$H' > 3,32$	Keanekaragaman tinggi, stabilitas ekosistem baik, produktivitas tinggi, tahan terhadap tekanan ekologis

Sumber: (Rustiasih dkk., 2018)

a. Stasiun 1

Tabel 4. 7 Keanekaragaman Stasiun 1

No.	Nama Famili	Jumlah	pi	Ln(pi)	H'
1	Leptophlebitidae-B	9	0.089109	-2.4179	-0.21546
2	Ephemerelellidae	8	0.079208	-2.53568	-0.20085
3	Noteridae	23	0.227723	-1.47963	-0.33694
4	Corduliidae-C	12	0.118812	-2.13021	-0.25309
5	Polycentropodidae	22	0.217822	-1.52408	-0.33198
6	Tipulidae-A	9	0.089109	-2.4179	-0.21546
7	Noctuidae	11	0.108911	-2.21723	-0.24148
8	Agriidae	7	0.069307	-2.66921	-0.18499
Total		101			1.980249

Sumber: Hasil analisa, 2022

Hasil perhitungan pada tabel 4.8 menunjukkan bahwa, keanekaragaman makroinvertebrata yang ada di stasiun 1 mencapai angka 1,98. Merujuk pada tabel 4.6 mengenai tolak ukur kategori keanekaragaman, hasil keanekaragaman stasiun ketiga ada pada rentang angka lebih dari satu dan kurang dari 3,2. Maka keanekaragaman masuk dalam kategori sedang, memiliki daya produksi yang cukup, sistem ekologi cukup seimbang, dan gangguan ekologisnya tergolong sedang. Maka, habitat pada stasiun pertama termasuk cukup sehat karena memiliki keseimbangan ekosistem yang baik dan lingkungan dengan gangguan sedang, sehingga baik untuk pertumbuhan makroinvertebrata.

b. Stasiun 2

Tabel 4. 8 Keanekaragaman Stasiun 2

No.	Nama Famili	Jumlah	pi	Ln(pi)	H'
1	Tanideridae	11	0.094017	-2.36428	-0.22228
2	Polycentropodidae	24	0.205128	-1.58412	-0.32495
3	Mesovellidae	15	0.128205	-2.05412	-0.26335
4	Atyidae	13	0.111111	-2.19722	-0.24414
5	Hymenosomatidae-A	13	0.111111	-2.19722	-0.24414
6	Agriidae	8	0.068376	-2.68273	-0.18343
7	Noteridae	21	0.179487	-1.71765	-0.3083
8	Corduliidae-C	14	0.119658	-2.12312	-0.25405
Total		117			2.044631

Sumber: Hasil analisa, 2022

Hasil perhitungan pada tabel 4.9 menunjukkan bahwa, keanekaragaman makroinvertebrata yang ada di stasiun 1 mencapai angka 2,045. Merujuk pada tabel 4.6 mengenai tolak ukur kategori keanekaragaman, hasil keanekaragaman stasiun ketiga ada pada rentang angka lebih dari satu dan kurang dari 3,2. Maka, keanekaragaman masuk dalam kategori sedang, memiliki daya produksi yang cukup, sistem ekologi cukup seimbang, dan gangguan ekologisnya tergolong sedang. Walaupun jumlah famili pada stasiun kedua hanya 8, namun tingkat keanekaragaman berdasarkan perhitungannya tertinggi. Hal ini dikarenakan vegetasi atau pepohonan di sekitar sungai pada stasiun kedua masih mendominasi. Maka, habitat pada stasiun kedua termasuk cukup sehat karena memiliki keseimbangan ekosistem yang baik dan lingkungan dengan gangguan sedang, sehingga baik untuk pertumbuhan makroinvertebrata.

c. Stasiun 3

Tabel 4. 9 Keanekaragaman Stasiun 3

No.	Nama Famili	Jumlah	pi	Ln(pi)	H'
1	Polycentropodidae	28	0.210526	-1.55814	-0.32803
2	Stratiomyidae	9	0.067669	-2.69312	-0.18224
3	Mesovellidae	34	0.255639	-1.36399	-0.34869
4	Atyidae	15	0.112782	-2.1823	-0.24612
5	Libellulidae	6	0.045113	-3.09859	-0.13979
6	Scirtidae	3	0.022556	-3.79174	-0.08553
7	Chironimidae-putih	10	0.075188	-2.58776	-0.19457
8	Cordulidae-B	17	0.12782	-2.05714	-0.26294
9	Cordulidae-C	11	0.082707	-2.49245	-0.20614
Total		133			1.994052

Sumber: Hasil analisa, 2022

Hasil perhitungan pada tabel 4.10 menunjukkan bahwa, keanekaragaman makroinvertebrata yang ada di stasiun 1 mencapai angka 1,99. Merujuk pada tabel 4.6 mengenai tolak ukur kategori keanekaragaman, hasil keanekaragaman stasiun ketiga ada pada rentang angka lebih dari satu dan kurang dari 3,2. Maka, keanekaragaman masuk dalam kategori sedang, memiliki daya produksi yang cukup, sistem ekologi cukup seimbang, dan gangguan ekologisnya tergolong sedang. Maka, habitat pada stasiun ketiga termasuk cukup sehat karena memiliki keseimbangan ekosistem yang baik dan lingkungan dengan gangguan sedang, sehingga baik untuk pertumbuhan makroinvertebrata.

Tabel 4. 10 Perbandingan Keanekaragaman Setiap Stasiun

Stasiun	H'
1	1.994052
2	2.044631
3	1.980249

Sumber: Hasil analisa, 2022

Berdasarkan tabel 4.10, hasil perhitungan keanekaragaman tertinggi makroinvertebrata ada pada stasiun 2. Melalui tabel 4.10 di atas diketahui bahwa nilai keanekaragaman menunjukkan tingkat sebaran makroinvertebrata. Semakin tinggi gangguan ekosistem yang ada di dalam suatu wilayah perairan mengakibatkan penyebaran biota menjadi terganggu. Sebaliknya, semakin baik keadaan sekitar biotanya, maka tingkat penyebarannya akan semakin tinggi (Rizky dkk., 2020). Stasiun kedua memiliki nilai keanekaragaman yang lebih tinggi daripada stasiun pertama maupun stasiun ketiga. Hal tersebut mengindikasikan bahwa gangguan ekosistem yang ada pada stasiun kedua berupa penambangan pasir masih berada di bawah aktivitas industri dan pemukiman pada stasiun ketiga maupun pertanian dan perkebunan pada stasiun pertama. Pencemaran pada stasiun yang kedua memiliki vegetasi yang masih lebih baik daripada kedua stasiun yang lain.

Keanekaragaman berkaitan dengan seimbangannya makroinvertebrata antara jenis dengan jumlah individunya. Jika keanekaragaman suatu wilayah perairan mencapai skor yang tinggi, maka jenisnya mempunyai jumlah individu yang tinggi. Keanekaragaman makroinvertebrata dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah jumlah makanan yang tersedia pada tempat tinggal serta jenis flora yang menyusun tempat tinggal suatu komunitas makroinvertebrata. Jenis flora sebagai penyusun habitat berperan menjadi komponen yang mempengaruhi pergerakan makroinvertebrata saat mencari makanan, sebagai tempat berlindung dan reproduksi (Saputra dkk., 2015).

4.2.4 Kelimpahan Makroinvertebrata Setiap Stasiun

Kelimpahan makroinvertebrata dihitung dengan membagi jumlah individu pada setiap stasiun dengan satuan luas. Setelah itu, hasilnya dapat dikategorikan kurang atau melimpah dengan menggunakan tabel tolak ukur kelimpahan makroinvertebrata pada tabel 4.11 berikut:

Tabel 4. 11 Tolak Ukur Kelimpahan Makroinvertebrata

Nilai Indeks Kelimpahan	Kriteria Kelimpahan
0	Tidak ada
1-10	Kurang
11-20	Cukup
>20	Sangat banyak

Sumber: (Rustiasih dkk., 2018)

a. Stasiun 1

$$\begin{aligned} Ki &= \frac{Ni}{A} \\ &= 101/9 \\ &= 11,2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan hasil bahwa nilai kelimpahan jenis makroinvertebrata pada stasiun 3 mencapai nilai lebih dari sepuluh. Dapat dilihat pada tabel 4.11 yang memuat indeks kelimpahan, berdasarkan tabel indeks tersebut kelimpahan jenis pada stasiun 3 dikategorikan cukup.

b. Stasiun 2

$$\begin{aligned} Ki &= \frac{Ni}{A} \\ &= 117/9 \\ &= 13 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan hasil bahwa nilai kelimpahan jenis makroinvertebrata pada stasiun 2 mencapai nilai lebih dari sepuluh. Dapat dilihat pada tabel 4.15 yang memuat indeks kelimpahan, berdasarkan tabel indeks tersebut kelimpahan jenis pada stasiun 2 dikategorikan cukup.

c. Stasiun 3

$$\begin{aligned} Ki &= \frac{Ni}{A} \\ &= 133/9 \\ &= 14,7 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan hasil bahwa nilai kelimpahan jenis makroinvertebrata pada stasiun 3 mencapai nilai lebih dari sepuluh. Dapat dilihat pada tabel 4.15 yang memuat indeks kelimpahan, berdasarkan tabel indeks tersebut kelimpahan jenis pada stasiun 3 dikategorikan cukup.

Kelimpahan dipengaruhi oleh sistem ekologi flora makroinvertebratanya. Kondisi lingkungan yang berubah, salah satunya ditandai dengan beralihnya fungsinya flora yang berpotensi mengakibatkan turunnya tingkat kelimpahan makroinvertebrata. Menurunnya kondisi lingkungan sekitar habitat makroinvertebrata dan dasar perairan mempengaruhi batas toleransi makroinvertebrata. Persebaran makroinvertebrata dipengaruhi juga oleh derasnya arus aliran sungai. Arus sungai yang tenang akan lebih mudah didapati dan ditinggali oleh makroinvertebrata dan distribusi penyebarannya lebih merata (Rizky dkk., 2020).

4.2.5 Family Biotic Index

Setelah melakukan perhitungan *Family Biotic Index* setiap stasiun menggunakan rumus yang telah ditentukan, didapatkan hasil jenis famili makroinvertebrata setiap stasiun. Kemudian hasil perhitungan tersebut dianalisis dan dikategorikan kualitas airnya menjadi 5 kategori sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Tolak Ukur *Family Biotic Index*

Nilai FBI	Kualitas Air	Tingkat Pencemaran
0,00-3,75	Sangat Baik	Tidak terpolusi bahan organik
3,76-4,25	Baik Sekali	Sedikit terpolusi bahan organik

Nilai FBI	Kualitas Air	Tingkat Pencemaran
4,26-5,00	Baik	Terpolusi beberapa bahan organik
5,01-5,75	Cukup	Terpolusi agak banyak
5,76-6,50	Agak Buruk	Terpolusi banyak
6,51-7,25	Buruk	Terpolusi sangat banyak
7,26-10,00	Buruk Sekali	Terpolusi berat bahan organik

Sumber: Hilsenholf, 1988 dalam Rahardjanto, 2019

a. Stasiun 1

Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan FBI pada stasiun 1

No.	Jenis	Skor	Juml Individu	Ti x ni
1	Leptophlebiidae-B	4	9	36
2	Ephemereleidae	4	8	32
3	Noteridae	3	23	69
4	Corduliidae-C	3	12	36
5	Polycentropodidae	3	22	66
6	Tipulidae-A	3	9	27
7	Noctuidae	3	11	33
8	Agriidae	3	7	21
JUMLAH			N=101	320

Sumber: Hasil analisa, 2022

$$\begin{aligned}
 FBI &= \sum \frac{Xi \times ti}{n} \\
 &= 320/101 \\
 &= 3,16
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, nilai FBI pada stasiun satu sebesar 3,16. Maka, menurut tabel 4.11 kualitas air Sungai Lekso pada stasiun ketiga kualitas sungainya masuk dalam kategori **sangat baik** dan tingkat pencemarannya **tidak terpolusi bahan organik**.

Pada stasiun satu, hasil perhitungannya menunjukkan angka yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kedua stasiun lainnya. Semakin besar nilai FBI yang didapatkan, maka semakin tinggi pencemaran yang ada di daerah tersebut. Hal ini berkesinambungan dengan hasil uji TSS bahwa nilai TSS tertinggi yang ada di stasiun satu. Semakin tinggi kadar TSS pada suatu perairan, akan mengakibatkan nilai FBI yang semakin besar. Pada stasiun satu ini makroinvertebrata didominasi oleh jenis famili yang sensitif dengan pencemaran terlihat dari skor famili yang tinggi yaitu 3 dan 4. Jumlah individu yang sedikit ini dapat dikaitkan dengan kecepatan arus yang cukup tinggi di bagian hulu, sehingga hanya jenis-jenis makroinvertebrata tertentu yang masih dapat bertahan (Hellen dkk., 2020).

b. Stasiun 2

Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan FBI pada stasiun 2

No.	Jenis	Skor	Jumlah Individu	Ti x ni
1	Tanideridae	4	11	44
2	Polycentropodidae	3	24	72
3	Mesovellidae	3	15	45
4	Atyidae	2	13	26
5	Hymenosomatidae-A	3	13	39
6	Agriidae	3	8	24
7	Noteridae	3	21	63
8	Corduliidae-C	3	14	42
JUMLAH			N=117	355

Sumber: Hasil analisa, 2022

$$\begin{aligned}
 FBI &= \sum \frac{Xi \times ti}{n} \\
 &= 355/117 \\
 &= 3,11
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, nilai FBI pada stasiun kedua sebesar 3,11. Maka, menurut tabel 4.11 kualitas air Sungai Lekso pada stasiun kedua ini kualitas sungainya masuk dalam kategori **sangat baik** dan tingkat pencemarannya **tidak terpolusi bahan organik**.

Pada stasiun kedua, terdapat satu famili yang toleran terhadap pencemaran yaitu atyidae. Atyidae cenderung mudah beradaptasi, sehingga dikelompokkan ke dalam kategori makroinvertebrata yang toleran pencemaran. Atyidae hidup di habitat sungai yang berbatu dan terdapat tumbuhan air (Purnamasari, 2013). Selain atyidae, tujuh famili lainnya merupakan kategori yang sensitif terhadap perubahan habitatnya sehingga sungai masih dapat dikategorikan sebagai sungai yang sehat. Jumlah individu pada stasiun kedua lebih banyak dari stasiun satu karena kecepatan arus yang mulai berkurang.

c. Stasiun 3

Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan FBI pada stasiun 3

No.	Jenis	Skor	Jumlah Individu	Ti x ni
1	Polycentropodidae	3	28	84
2	Stratiomyidae	2	9	18
3	Mesovellidae	3	34	102
4	Atyidae	2	15	30
5	Libellulidae	3	6	18
6	Scirtidae	3	3	9
7	Chironimidae-putih	2	10	20
8	Cordulidae-B	3	17	51
9	Corduliidae-C	3	11	33
JUMLAH			N=133	365

Sumber: Hasil analisa, 2022

$$\begin{aligned}
 FBI &= \sum \frac{X_i \times t_i}{n} \\
 &= 365/133 \\
 &= 2,74
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, didapatkan nilai FBI pada stasiun pertama sebesar 2,74. Maka, menurut tabel 4.11, kualitas air Sungai Lekso pada stasiun pertama kualitas sungainya masuk dalam kategori **sangat baik** dan tingkat pencemarannya **tidak terpolusi bahan organik**.

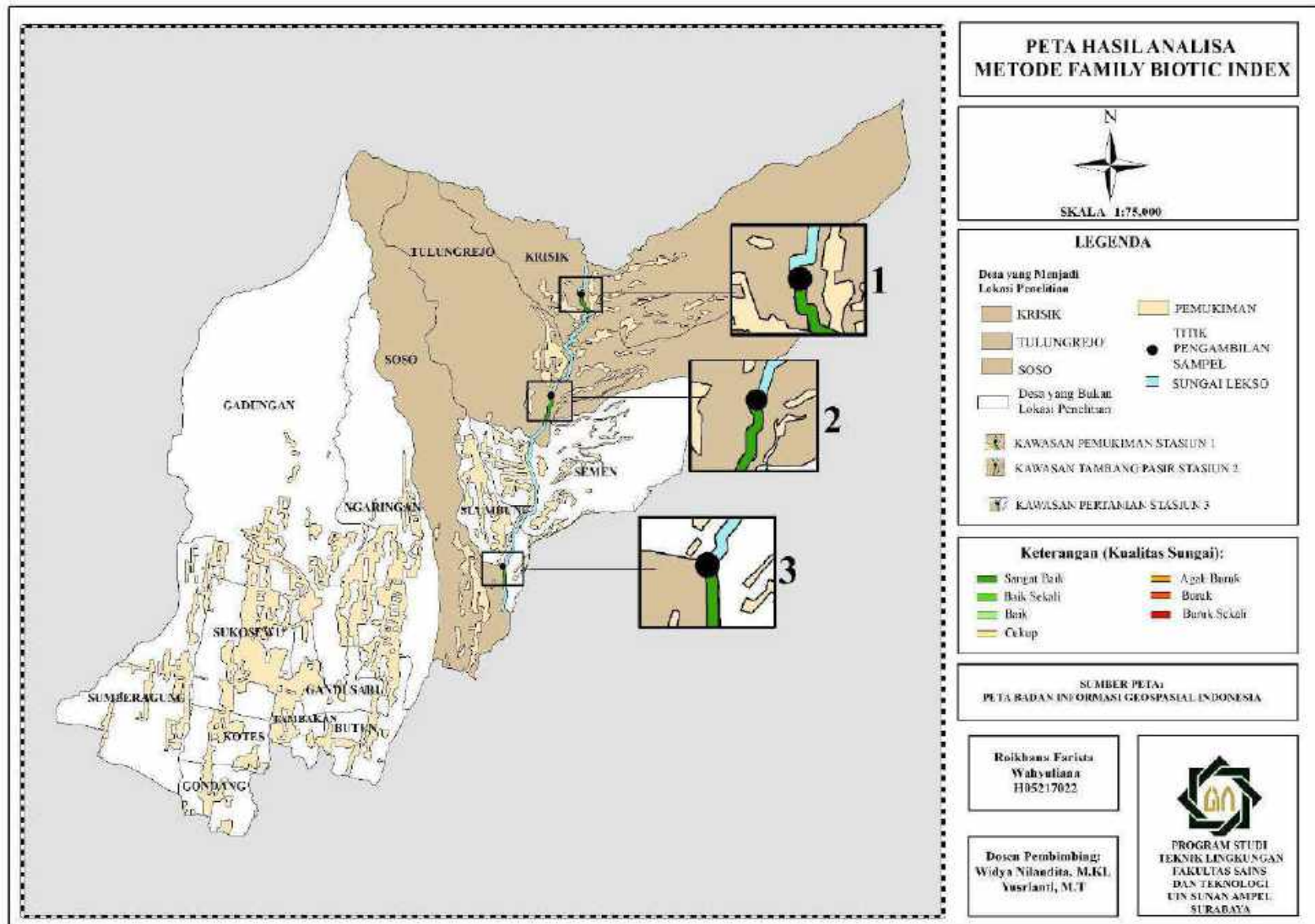
Stasiun ketiga merupakan stasiun dengan nilai FBI terkecil, yang berarti kondisi sungainya paling baik. Pencemaran yang masuk ke badan air berupa sisa aktivitas pertanian dan vegetasi yang cenderung lebih banyak dari kedua stasiun sebelumnya. Tanaman yang ada di sekitar sungai pada stasiun ketiga ini antara lain, pohon sengon, pohon kelapa, pohon peredu, bambu dan petai cina. Meskipun pada stasiun ketiga merupakan akumulasi pencemaran, namun kondisi sungai masih dapat dikategorikan pada kualitas air sangat baik.

Famili yang ditemukan di setiap stasiun bervariasi, namun famili polycentropodidae merupakan famili yang ada di setiap stasiun satu, dua dan tiga. Famili ini merupakan ordo larva yang memiliki tingkat toleran yang sensitif terhadap suatu pencemaran. Polycentropodidae hidup pada habitat yang banyak kerikil, ranting dan serpihan daun. Sepanjang aliran sungai tidak jauh dari wilayah pertanian, sehingga famili ini ditemukan di ketiga stasiun. Tapi, stasiun ketiga merupakan stasiun dengan jumlah polycentropodidae terbanyak karena masuknya limbah pertanian ke badan air, sedangkan pencemaran yang ada di stasiun satu tercampur dengan limbah anorganik industri tahu dan stasiun kedua pencemarannya berupa tambang pasir.

Pemetaan pemantauan biologi didapatkan berdasarkan perhitungan parameter biologi menggunakan metode *Family Biotic Index*. Pewarnaan pada aliran sungai di peta diasumsikan sepanjang 3 cm dari titik pengambilan sampel ke arah selatan (menuju ke hilir). Berikut pemetaan hasil pemantauan biologi pada Sungai Lekso, Kecamatan Gandusari dapat dilihat pada gambar 4.18.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 4. 18 Peta Parameter Biologi Berdasarkan FBI di Kecamatan Gandusari

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

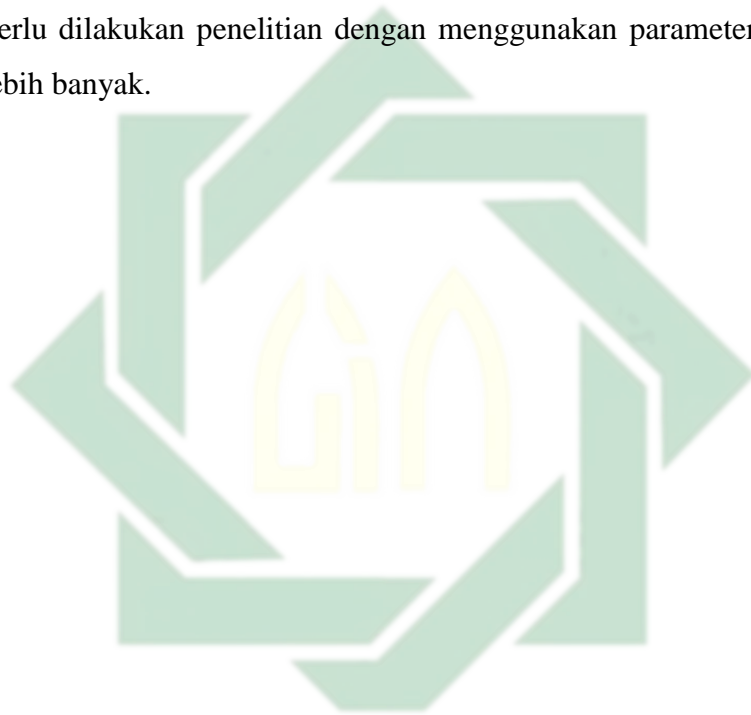
Kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan penelitian ini antara lain:

1. Hasil pemantauan kualitas air secara fisika-kimia menunjukkan bahwa kekeruhan menurut uji organoleptik, warna sungai keruh dan berbau walaupun tidak ada rasa. Rata-rata suhu setiap stasiun yaitu 25,3°C, 25,2°C dan 25,2°C. Parameter pH pada stasiun 1 sebesar 7,6 sedangkan pada stasiun 2 dan 3 sebesar 7,5. BOD rata-rata setiap stasiun yaitu 6,65 mg/l, 6,41 mg/l, dan 7,62 mg/l. COD rata-rata setiap stasiun dari stasiun 1 sampai dengan stasiun 3 yaitu 22,08 mg/l, 21,3 mg/l dan 22,69 mg/l. TSS rata-rata setiap stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 adalah 24,35 mg/l, 47,45 mg/l dan 74,3 mg/l. Parameter pemantauan kualitas air secara fisika kimia yang memenuhi baku mutu adalah suhu, pH dan COD. Sedangkan BOD, ketiga stasiun tidak memenuhi baku mutu (melebihi 3 mg/l) dan TSS pada stasiun ketiga menunjukkan hasil 74,3 mg/l yang berarti melebihi baku mutu (50 mg/l). Kualitas air di Kecamatan Gandusari Kabupaten Blitar berdasarkan pemetaan parameter fisika dan kimia menghasilkan kesimpulan yaitu Desa Soso dan Desa Tulungrejo tercemar ringan pada parameter BOD. Sedangkan Desa Krisik tercemar ringan pada parameter BOD dan TSS.
2. Pemantauan kualitas secara biologis pada stasiun 1 terdiri atas 9 famili, sedangkan stasiun 2 dan 3 terdiri atas 8 famili. Ketiga stasiun memiliki jenis famili yang hampir sama. Menurut perhitungan *Family Biotic Index*, stasiun pertama memiliki skor 2,74, pada stasiun dua skornya sebesar 3,11 dan stasiun 3 skornya sebesar 3,16. Berdasarkan tabel tolak ukur FBI, kualitas air sungai pada stasiun pertama, kedua dan ketiga tidak tercemar.

5. 2 Saran

Saran dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan pengambilan sampel pada 2 musim, untuk mengetahui perbedaan kualitas air pada Sungai Lekso saat musim hujan dan kemarau.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan parameter kualitas air yang lebih banyak.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Adil, A. (2017). *Sistem Informasi Geografis* (P. Christian (ed.); 1st ed.). ANDI.
- Aningtiyas, A. (2017). *Kali Lekso Sebagai Media Akses Masyarakat*.
- Arini, ni ketut, Adnyana, i wayan sandi, & Rai, i nyoman. (2017). Studi Analisis Kualitas Air Di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. *Ecothropic*, 11(2), 101–107.
- Atima, W. (2015). *Bod Dan Cod Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah Wa*. 4(1), 83–93.
- Balai Besar Wilayah Sungai Brantas. (2007). *Studi Detail Konservasi* (Issue 1).
- Budiman, A., Wahyudi, C., Irawati, W., & Hindarso, H. (2017). Kinerja Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) Dalam Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih. *Widya Teknik*, 7(1), 25–34.
- Daroni, T. A., & Arisandi, A. (2020). Analisis BOD (Biological Oxygen Demand) Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Journal Juvenil*, 1(4), 558–566.
- Djoharam, V., Riani, E., & 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.
- Djumanto, N. P. (2013). Indek Biotik Famili Sebagai Indikator Kualitas Air Sungai Gajahwong Yogyakarta. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 15(1), 26–34.
- Ecoton. (2013). *Panduan Biotilik Untuk pemantauan kesehatan daerah aliran sungai* “.
- Handinata, L., & Muntalif, B. S. (2017). Bioassessment Kualitas Air Sungai Cikaro Kabupaten Bandung Menggunakan Status Ekologi. *Jurnal Tehnik Lingkungan*, 23(2), 23–32.
- Hellen, A., Kisworo, K., & Rahardjo, D. (2020). Komunitas makroinvertebrata bentik sebagai bioindikator kualitas air Sungai Code. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Di Era Pandemi COVID-19, September*, 294–303.

- HZ, M., Amin, B., Jasril, & 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.
- Irwansyah, E. (2013). *Sistem Informasi Geografis Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi* (1st ed.).
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2003). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. *Jakarta : Menteri Negara Lingkungan Hidup*, 1–15.
- Kurnianti, L. Y. (2020). Analisis Beban Dan Status Pencemaran Bod Dan Cod Di Kali Asin, Semarang. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3), 379–388.
- Machairiyah, M., Nasution, Z., & Slamet, B. (2020). Pengaruh Pemanfaatan Lahan terhadap Kualitas Air Sungai Percut dengan Metode Indeks Pencemaran (IP). *Limnotek : Perairan Darat Tropis Di Indonesia*, 27(1), 13–25.
- Meilinda, P., Yuliani, N., Arizal, R., & Supriyono, E. W. (2018). Parameter Fisika Dan Kimia Air Kolam Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains*, 8, 24–34.
- Munthe, S. S. (2021). *Hubungan Kualitas Air Sungai Aek Sibundong Dengan Biodiversitas Makroinvertebrata Kabupaten Humbang Hasundutan, Provinsi Sumatera Utara*.
- Nirwansyah, A. W. (2017). *Dasar Sistem Informasi Geografi & Aplikasinya Menggunakan ARCGIS 9.3*. Penerbit Deepublish (Grup Penerbitan CV Budi Utama).
- Nufutomo, T. K., & Muntalif, B. S. (2017). Cryptosporidium sebagai Indikator Biologi dan Indeks Nsf-Wqi untuk Mengevaluasi Kualitas Air (Studi Kasus: Hulu Sungai Citarum, Kabupaten Bandung). *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 14(2), 45.
- Nuraini, E., Fauziah, T., & Lestari, F. (2019). Penentuan nilai bod dan cod limbah cair inlet laboratorium pengujian fisis politeknik atk yogyakarta. *Integrated Lab*

Journal, 07(02), 10–15.

- Panjaitan, P. B., Wardoyo, S. E., & Rodiana, S. (2011). Pemantauan Kualitas Air dengan Indikator Makroinvertebrata. *Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 1(1), 58–72.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Sekretariat Negara Republik Indonesia*, I(078487A), 483.
- Purnamasari, L. (2013). Keanekaragaman Udang Air Tawar Pada Berbagai Tipe Habitat Di Provinsi Jambi. *Thesis*.
- Putra, A. Y., & Yulia, P. A. R. (2019). Kajian Kualitas Air Tanah Ditinjau dari Parameter pH, Nilai COD dan BOD pada Desa Teluk Nilap Kecamatan Kubu Babussalam Rokan Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Riset Kimia*, 10(2), 103–109.
- Putri, R. W., & Musfirah. (2020). *Hubungan Kualitas Air (pH) dan Personal Hygiene dengan Keluhan Penyakit Kulit di Desa Sumberrahayu Kecamatan Moyudan kabupaten*. 1–12.
- Rachmansyah, F., Utomo, S. B., & Sumardi. (2014). Perancangan dan Penerapan Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Metode Nefelometrik Pada Instalasi Pengolahan Air Dengan Multi Media Card (MMC) Sebagai Media Penyimpanan (Studi Kasus di PDAM Jember). *Jurnal Berkala Sainstek*, 2(1), 17–21.
- Rahardjanto, H. & A. (2019). *(Teori dan Aplikasi dalam Biomonitoring)*.
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R., & Dewi, P. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid Dan Total Suspended Solid) Di Perairan Teluk Lampung. *Analytical and Environmental Chemistry*, 1(01), 36–45.
- Rizky, N., Ramadhanti, N., Mahmudati, N., Permana, F. H., & Fauzi, A. (2020). Keanekaragaman makroinvertebrata pada kualitas riparian yang berbeda di Sumber Maron Kabupaten Malang. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 5, 100–109.
- Ruseffandi, M. A., & Gusman, M. (2018). Pemetaan Kualitas Airtanah Berdasarkan Parameter Total Dissolved Solid (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL) dengan

- Metode Ordinary Kriging Di Kec. Padang Barat, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, 5(1), 153–162.
- Rustiasih, E., Arthana, I. W., & Sari, A. H. W. (2018). Keanekaragaman dan kelimpahan makroinvertebrata sebagai biomonitoring kualitas perairan Tukad Badung, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1), 16–23.
- Saputra, A., Marjono, Sari, D. ., & Suwarno. (2015). Macroinvertebrates Diversity in Sepanjang Beach ,Gunungkidul, DI Yogyakarta. *Seminar Nasional Konservasi Dan Pemanfaatam Sumber Daya Alam*, 69–73.
- Sofia, W. N. (2021). Interpretasi Imam Al-Maraghi dan Ibnu Katsir Terhadap Qs. Ali Imran Ayat 190-191. *Tafkir: Interdisciplinary Journal of Islamic Education*, 2(1), 41–57.
- Suhmana, D. (2012). *Dinamika Kualitas Air Sungai Pada Berbagai Penggunaan Lahan di Sub Das Cisadane*.
- Suwandi, I. (2015). *Makna Tsamarât Dan Syarâb Dalam Al-Qur'an*. 10–62.
- Syuhada, N. I., Fauziah, Y., Studi, P., Biologi, P., Riau, U., Magister, D., Biologi, P., Riau, U., Program, D., Pendidikan, S., & Universitas, B. (2017). *Analisis kualitas perairan sungai subayang berdasarkan indeks biotilik sebagai pengayaan modul mata kuliah ekologi perairan*.
- Tatangindatu, F., Kalesaran, O., & Rompas, R. (2013). Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *E-Journal Budidaya Perairan*, 1(2), 8–19.
- Tri Bodhi Saputra, D. G., Arthana, I. W., & Pratiwi, M. A. (2016). Analisis Kualitas Fisika Perairan Berdasarkan Nilai Padatan Tersuspensi Dan Kekeuruhan Perairan Di Bendungan Telaga Tunjung Desa Timpag, Kecamatan Kerambitan, Kabupaten Tabanan – Bali. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 10(2), 130.
- Wardiani, F. E., Wimbaningrum, R., & Setiawan, R. (2019). The The Correlation Between Type of Land Use and Water Quality in the Rembangan River, Jember Regency. *Jurnal Ilmu Dasar*, 20(2), 111.
- Warman, I. (2015). *Uji Kualitas Air Muara Sungai Lais Untuk Perikanan Di Bengkulu*

Utara. 13(2).

- Winarni, I. (2016). Peran Mikroba sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tawar pada Beberapa Situ. *Peran MST Dalam Mendukung Urban Lifestyle Yang Berkualitas*, 143–176.
- Yulianti, R., Sukiyah, E., & Sulaksana, N. (2016). Dampak Limbah Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) terhadap Kualitas Air Sungai Limun Kabupaten Sarolangun Propinsi Jambi.
- Yuniarti, Y., & Biyatmoko, D. (2019). Analisis Kualitas Air Dengan Penentuan Status Mutu Air Sungai Jaing Kabupaten Tabalong. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 5(2), 52–69.
- Zamroni, Y., Tresnani, G., Hadi, I., Muspiah, A., & Candri, D. A. (2019). Monitoring Kualitas Air Sungai Aik Ampat Menggunakan Makroinvertebrata Biotik Indeks. *BioWallacea*, 3(3), 105–109.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A