

**IDENTIFIKASI JENIS DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK
PADA AIR DAN SEDIMEN SUNGAI GENDING KABUPATEN
PROBOLINGGO**

TUGAS AKHIR

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



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh:

SHERIL ANDRINA PUTRI

NIM. H05219016

Dosen Pembimbing:

Widya Nilandita, M.KL.

Ida Munfarida, M.Si., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Sheril Andrina Putri
NIM : H05219016
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiasi dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul “IDENTIFIKASI JENIS DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA AIR DAN SEDIMEN SUNGAI GENDING KABUPATEN PROBOLINGGO”. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 14 Juli 2023

Yang menyatakan,



(Sheril Andrina Putri)

NIM. H05219016



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING
SIDANG TUGAS AKHIR

Nama : Sheril Andrina Putri
NIM : H05219016
Judul Tugas Akhir : Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Air dan Sedimen Sungai Gending Kabupaten Probolinggo

Telah disetujui untuk pendaftaran Sidang Tugas Akhir

Surabaya, 27 Juni 2023

Dosen Pembimbing 1

Widya Nilandita, M.KL.
NIP. 198410072014032002

Dosen Pembimbing 2

Ida Munfarida, M.Si., M.T.
NIP. 198411302015032001

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Sheril Andrina Putri
NIM : H05219016
Judul Tugas Akhir : Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Air dan Sedimen Sungai Gending Kabupaten Probolinggo

Telah dipertahankan di depan tim penguji tugas akhir

Di Surabaya, 5 Juli 2023

Mengesahkan,

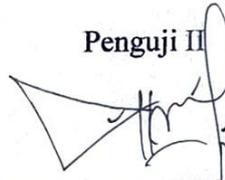
Dewan Penguji,

Penguji I



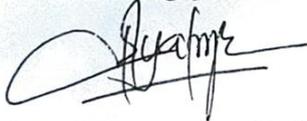
Widya Nilandita, M.KL.
NIP. 198410072014032002

Penguji II



Ida Munfarida, M.Si., M.T.
NIP. 198411302015032001

Penguji III



Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T.
NIP. 198503222014032003

Penguji IV



Yusrjanti, M.T.
NIP. 198210222014032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

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 : Sheril Andrina Putri
NIM : H0521906
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Lingkungan
E-mail address : sherylaputri@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Air dan Sedimen
Sungai Gending Kabupaten Probolinggo

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, 14 Juli 2023

Penulis

(Sheril Andrina Putri)
nama terang dan tanda tangan

IDENTIFIKASI JENIS DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA AIR DAN SEDIMEN SUNGAI GENDING KABUPATEN PROBOLINGGO

ABSTRAK

Kabupaten Probolinggo memiliki beberapa isu lingkungan, diantaranya adalah terkait pencemaran air permukaan dan timbulan sampah. Sungai Gending merupakan salah satu sungai yang ada di Kabupaten Probolinggo dimana memiliki potensi untuk membawa mikroplastik dalam alirannya yang dapat berdampak negatif pada ekosistem sungai seperti kematian pada biota air. Potensi tersebut dapat disebabkan karena Sungai Gending memiliki kondisi lingkungan yang terpolusi akibat pengelolaan sampah yang tidak tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi morfologi mikroplastik, mengonfirmasi jenis polimer mikroplastik, mengetahui jumlah kelimpahan mikroplastik, serta untuk mengetahui nilai signifikansi perbedaan jumlah kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Gending. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Penentuan lokasi pengambilan sampel air dan sedimen berdasarkan SNI 8995:2021. Pengambilan sampel air menggunakan ember yang kemudian disaring menggunakan *plankton net*, sedangkan pengambilan sampel sedimen menggunakan *ponar grab*. Metode identifikasi sampel berdasarkan NOAA, yaitu *wet sieve*, *mass of total solids*, *WPO*, *density separation*, dan *microscop exam*. Analisis FT-IR dilakukan untuk mengetahui polimer plastik pada mikroplastik. Analisis data perbedaan kelimpahan menggunakan uji statistik *one way ANOVA*. Hasil yang diperoleh adalah ditemukan jenis partikel mikroplastik yang paling banyak yaitu fragmen, sedangkan warna partikel mikroplastik paling banyak yang ditemukan adalah hitam. Jenis polimer mikroplastik paling banyak yang teridentifikasi adalah *Nylon*. Kelimpahan mikroplastik pada air Sungai Gending tertinggi terdapat pada lokasi hilir sebesar 6.000 partikel/m³, sedangkan kelimpahan mikroplastik pada sedimen Sungai Gending tertinggi pada hilir sebanyak 322,5 partikel/kg. Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan nilai signifikansi $0,02 < 0,05$ yang berarti terdapat perbedaan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Gending.

Kata Kunci: Air, Mikroplastik, Sedimen, Sungai Gending

IDENTIFICATION OF THE TYPE AND ABUNDANCE OF MICROPLASTIC IN WATER AND SEDIMENT OF THE GENDING RIVER, PROBOLINGGO REGENCY

ABSTRACT

Probolinggo Regency has several environmental issues, including those related to surface water pollution and waste generation. Gending River was one of the rivers in Probolinggo Regency which has the potential to carry microplastics in its flow which can have a negative impact on river ecosystems such as death in aquatic biota. This potential can be caused because the Gending River that has polluted environmental conditions due to improper waste management. This study aims to identify microplastic morphology, confirm the type of microplastic polymer, determine the number of microplastic abundance, and to determine the significance value of the difference in the number of microplastic abundance in the water and sediments of the Gending River. This research was quantitative descriptive. Determination of water and sediment sampling locations based on SNI 8995:2021. Sampling of water using a bucket which was then filtered using a plankton net, while sampling of sediments using ponar grab. Sample identification methods based on NOAA, namely wet sieve, mass of total solids, WPO, density separation, and microscop exam. FT-IR analysis was carried out to determine the plastic polymer in microplastics. Data analysis of differences in abundance used the one way ANOVA statistical test. The results showed that the most type of microplastic particles was found namely fragments, while the color of the most found microplastic particles was black. The most identified type of microplastic polymer was Nylon. The highest abundance of microplastics in Gending River water was in the downstream location of 6.000 particles/m³, while the highest abundance of microplastics in Gending River sediments was in the downstream of 322,5 particles/kg. The results of the One Way ANOVA test showed a significance value of $0,02 < 0,05$ which means that there was a difference in the abundance of microplastics in the water and sediment of the Gending River.

Keywords: Gending River, Microplastics, Sediments, Water

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR RUMUS	xii
BAB I_PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian	6
BAB II_TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Air.....	7
2.2 Sedimen	8
2.3 Sungai.....	9
2.4 Mikroplastik	10
2.4.1 Morfologi Mikroplastik.....	10
2.4.2 Jenis Mikroplastik	12
2.4.3 Sumber Mikroplastik.....	13
2.4.4 Dampak Mikroplastik	15
2.5 Penentuan Lokasi <i>Sampling</i>	16
2.6 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR).....	17
2.7 ANOVA.....	19
2.8 Integrasi Keislaman	20
2.9 Penelitian Terdahulu.....	22
BAB III_METODE PENELITIAN	31
3.1 Rancangan Penelitian	31
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	35

3.3.1	Alat.....	35
3.3.2	Bahan	36
3.4	Kerangka Pikir Penelitian.....	36
3.5	Tahapan Penelitian	37
3.5.1	Tahap Persiapan Penelitian	38
3.5.2	Tahap Pelaksanaan Penelitian	39
3.6	Analisis Data	49
3.6.1	Analisis Morfologi Mikroplastik	49
3.6.2	Analisis Jenis Polimer Mikroplastik	50
3.6.3	Perhitungan Jumlah Kelimpahan Mikroplastik.....	50
3.6.4	Analisis Perbandingan Jumlah Kelimpahan Mikroplastik.....	50
BAB IV PEMBAHASAN.....		52
4.1	Identifikasi Morfologi Mikroplastik.....	52
4.2	Konfirmasi Jenis Polimer Mikroplastik	61
4.2.1	Mikroplastik Pada Air	61
4.2.2	Mikroplastik Pada Sedimen	63
4.3	Kelimpahan Mikroplastik.....	64
4.3.1	Kelimpahan Mikroplastik Pada Air	64
4.3.2	Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen.....	66
4.4	Perbedaan Kelimpahan Mikroplastik	69
BAB V PENUTUP.....		72
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....		73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Morfologi Mikroplastik.....	11
Tabel 2.2 Jenis Mikroplastik	12
Tabel 2.3 Lokasi Pengambilan Sampel Uji Pada Sungai	16
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu.....	22
Tabel 3.1 Lokasi Sampling.....	32
Tabel 3.2 Alat Penelitian	35
Tabel 3.3 Bahan Penelitian.....	36
Tabel 4.1 Jumlah Jenis dan Warna Mikroplastik Pada Air	57
Tabel 4.2 Jumlah Jenis dan Warna Mikroplastik Pada Sedimen.....	58
Tabel 4.3 Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Sungai Gending.....	65
Tabel 4.4 Berat Basah dan Berat Kering Sampel Sedimen.....	66
Tabel 4.5 Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Sungai Gending	67
Tabel 4.6 Hasil Uji Normalitas Kelimpahan Mikroplastik Pada Sungai Gending	70
Tabel 4.7 Hasil Uji Homogenitas Kelimpahan Mikroplastik Pada Sungai Gending	70
Tabel 4.8 Hasil Uji <i>One Way</i> ANOVA Kelimpahan Mikroplastik Pada Sungai Gending.....	70

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Alat FT-IR	18
Gambar 3.1 Peta Lokasi <i>Sampling</i>	33
Gambar 3.2 Peta Situasi Lokasi <i>Sampling</i>	34
Gambar 3.3 Kerangka Pikir Penelitian	37
Gambar 3.4 Kerangka Penelitian.....	38
Gambar 3.5 <i>Plankton Net</i>	40
Gambar 3.6 <i>Ponar Grab</i>	41
Gambar 3.7 Skema Kerja Preparasi Sampel Air	42
Gambar 3.8 Skema Kerja Preparasi Sampel Sedimen.....	45
Gambar 4.1 Jenis Mikroplastik yang Diperoleh.....	55
Gambar 4.2 Warna Mikroplastik yang Diperoleh	56
Gambar 4.3 Hasil FT-IR Mikroplastik Pada Air Sungai Gending	61
Gambar 4.4 Hasil FT-IR Mikroplastik Pada Sedimen Sungai Gending.....	63
Gambar 4.5 Diagram Kelimpahan Mikroplastik Pada Air	65
Gambar 4.6 Diagram Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen	68

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1	50
Rumus 3.2	50



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Probolinggo yang saat ini memiliki jumlah pertumbuhan dan perkembangan penduduk yang cukup pesat, telah menimbulkan berbagai macam isu lingkungan maupun sosial. Salah satu isu lingkungan yang berkembang antara lain yakni terkait pencemaran air permukaan yang diakibatkan oleh sanitasi lingkungan yang kurang sehat serta perilaku sebagian masyarakat terhadap kesadaran untuk menjaga kualitas air masih banyak yang belum sepenuhnya peduli (Dinas Lingkungan Hidup, 2017). Selain itu, timbulan sampah yang terus meningkat merupakan salah satu isu lingkungan yang juga berkembang. Hal ini dapat disebabkan karena kebutuhan manusia akan barang yang selalu meningkat setiap harinya. Kabupaten Probolinggo dikategorikan sebagai kota sedang dengan jumlah penduduk sebanyak 1.152.537 jiwa yang tersebar dalam 24 Kecamatan, sehingga total timbulan sampah setiap harinya adalah sebanyak 262.922 ton/hari (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Probolinggo, 2020).

Salah satu komposisi sampah dalam timbulan sampah yakni plastik. Indonesia merupakan salah satu negara penyumbang sampah plastik terbanyak ke-2 di dunia (Basri, 2021). Plastik adalah polimer sintesis yang membutuhkan waktu ratusan tahun untuk diuraikan, plastik dapat menimbulkan masalah ketika pecah menjadi ukuran yang lebih kecil. Masalah yang ditimbulkan dapat membahayakan kesehatan lingkungan maupun manusia. Masalah tersebut secara tidak langsung sudah tersurat dalam firman Allah SWT. dalam QS. Ar-Rum (30) : 41 yang berbunyi:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمَلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”.

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang berukuran mikro yang berasal dari hasil degradasi sampah plastik. Mikroplastik merupakan kumpulan bahan heterogen dimana sifat partikel, bentuk, ukuran, serta komposisinya yang berbeda. Mikroplastik memiliki ukuran < 5 mm yang terbagi dalam 6 kelompok ukuran yaitu: kelompok 1 ($48 \mu\text{m} - 0,5$ mm), kelompok 2 ($0,5$ mm – 1 mm), kelompok 3 (1 mm – 2 mm), kelompok 4 (2 mm – 3 mm), kelompok 5 (3 mm – 4 mm), dan kelompok 6 (4 mm – 5 mm) (Di dkk., 2019). Sedangkan berdasarkan Frias dkk. (2018), mikroplastik dapat dibedakan menjadi mikroplastik besar (1 mm - ≤ 5 mm) dan mikroplastik kecil ($1 \mu\text{m} - \leq 1000 \mu\text{m}$).

Mikroplastik tidak hanya disebabkan oleh sampah plastik, hal ini telah disebutkan oleh Park & Park (2021) bahwasanya mikroplastik dapat disebabkan oleh semua bidang kehidupan manusia, seperti kegiatan pertanian, industri, TPA, rumah tangga, dan jalan. Berdasarkan laporan *Food and Agriculture Organization* (FAO) tahun 2021, produk pertanian yang dapat menghasilkan mikroplastik berupa pelet pupuk berlapis polimer. Sedangkan pada kegiatan industri biasanya menggunakan pelet (*nurdles*), *beads* atau butiran, *fiber* atau serat, serta bubuk plastik sebagai bahan industri. Pelet dan bubuk resin yang berasal dari hembusan udara yang dapat mencemari lingkungan perairan dilepaskan oleh industri pembuatan plastik. Sedangkan mikroplastik berbentuk pelet atau granula dihasilkan dari sisa bahan baku kegiatan industri (Giyatmi & Irianto, 2021). Lindi yang dihasilkan oleh TPA dapat mengandung mikroplastik yang disebabkan oleh adanya produk perawatan pribadi (sabun, pasta gigi, lotion, maupun lulur wajah dan tubuh) yang telah menggunakan butiran mikroplastik sebagai bahan pembuatannya (Silva dkk., 2021). Pada kegiatan rumah tangga, mikroplastik bersumber dari penggunaan plastik (botol plastik, kemasan mika, kantong plastik, dan lain-lain) serta kegiatan mencuci (Azizah dkk., 2020). Mikroplastik pada jalan bersumber dari aktivitas transportasi di jalan raya yang terdapat pada udara. Pada aktivitas transportasi, kendaraan yang melaju di jalan raya menyebabkan ban menjadi aus akibat gesekan, tekanan dan panas. Hal ini yang mengakibatkan terbentuknya mikroplastik di udara

dalam bentuk serat yang mengandung fragmen polimer plastik (Safaat, 2021). Dari berbagai jenis kegiatan tersebut, mikroplastik dapat tersebar melalui sungai, darat, dan udara yang akan berakhir pada lautan. Berdasarkan penelitian *Ecological Observation and Wetlands Conservation* (Ecoton) melalui Ekspedisi Sungai Nusantara (ESN) sepanjang tahun 2022, telah dilakukannya uji kandungan mikroplastik di 68 sungai strategis nasional. Hasil yang diperoleh yakni sebanyak 636 partikel mikroplastik per 100 liter telah ditemukan pada sungai yang berada di Provinsi Jawa Timur, dan jumlah tersebut merupakan jumlah kontaminasi tertinggi yang telah ditemukan.

Mikroplastik yang terdapat dalam air baik pada permukaan air, kolom air (daerah antara permukaan air sampai dasar sedimen), atau bahkan mengendap pada sedimen atau substrat dalam air dapat berdampak pada lingkungan perairan, bahkan terhadap manusia (Wahdani dkk., 2020). Mikroplastik memiliki dampak negatif terhadap sungai dan ekosistemnya. Salah satu efek negatif yang ditimbulkan adalah kematian biota di dalam air (Wijaya & Trihadiningrum, 2019).

Kabupaten Probolinggo memiliki sungai yang berjumlah 25 dimana salah satunya adalah sungai Gending. Sungai Gending sendiri memiliki peruntukan atau fungsi yang tergolong dalam kelas III (tiga) (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Probolinggo, 2020). Berdasarkan Lampiran VI PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, peruntukan sungai kelas III yaitu dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Sungai Gending yang mengalir dari darat ke laut memiliki panjang 20 km, lebar 20 m, serta debit maksimal sebesar 28,70 m³/detik dan debit minimum sebesar 14,34 m³/detik (Dinas Lingkungan Hidup, 2017) memiliki potensi untuk membawa mikroplastik dalam alirannya. Potensi tersebut dapat disebabkan karena sungai Gending melalui Kecamatan Gending yang memiliki kondisi lingkungan yang terpolusi akibat pengelolaan sampah

yang tidak tepat. Perilaku pengelolaan sampah yang masih sering dijumpai yaitu pembakaran sampah maupun pembuangan sampah ke sungai. Hal ini disebabkan karena kurangnya sarana prasarana pengelolaan sampah serta perilaku masyarakat yang kurang sadar ataupun kurangnya pengetahuan dalam melakukan pengelolaan sampah (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Probolinggo, 2020). Dari permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, sungai Gending yang berpotensi membawa mikroplastik membutuhkan adanya penelitian untuk mengidentifikasi jenis dan kelimpahan mikroplastik di sungai Gending.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Apa sajakah morfologi mikroplastik yang terdapat pada sampel air dan sedimen Sungai Gending?
2. Apa jenis polimer mikroplastik yang terdapat pada sampel air dan sedimen Sungai Gending?
3. Berapa jumlah kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Gending?
4. Apakah terdapat perbedaan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Gending?

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi morfologi mikroplastik yang terdapat pada sampel air dan sedimen Sungai Gending.
2. Mengonfirmasi jenis polimer mikroplastik yang terdapat pada sampel air dan sedimen Sungai Gending.
3. Mengetahui jumlah kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Gending.
4. Mengetahui nilai signifikansi perbedaan jumlah kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Gending.

1.4 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini, diharapkan dapat bermanfaat bagi:

1. Masyarakat

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan adanya cemaran mikroplastik di air dan sedimen Sungai Gending. Dengan memberikan informasi ini, diharapkan masyarakat dapat menahan diri untuk tidak membuang sampah di sungai.

2. Akademisi

Penelitian ini memberikan informasi berharga mengenai jenis polimer mikroplastik, karakteristik morfologi, dan kelimpahan mikroplastik yang ditemukan di air dan sedimen Sungai Gending. Diharapkan dapat menjadi landasan untuk studi lebih lanjut tentang mikroplastik.

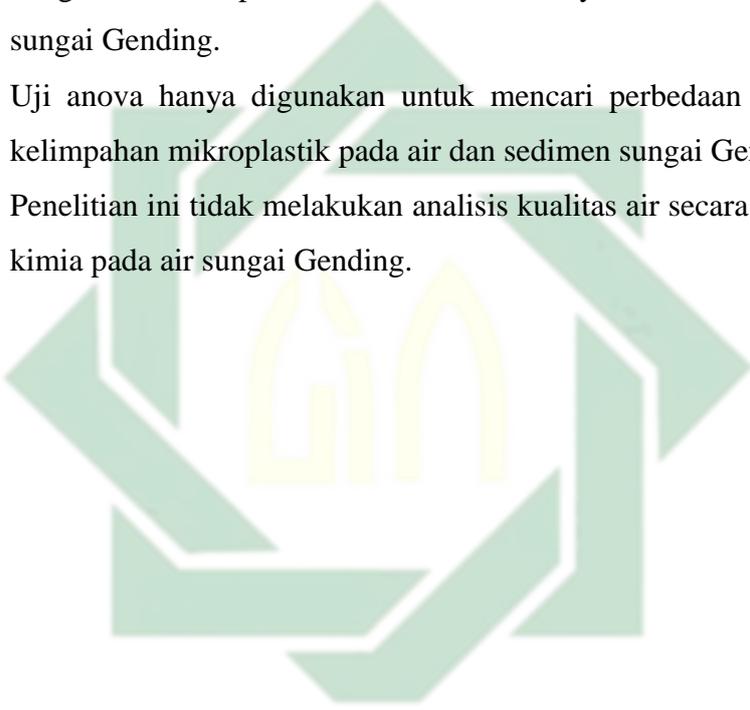
3. Instansi

Penelitian ini memberikan informasi penting kepada instansi pemerintah mengenai pencemaran mikroplastik di Sungai Gending. Diharapkan bahwa informasi ini akan memfasilitasi penerapan praktik pengelolaan limbah yang efektif, mencegah penumpukan sampah di sungai, dan menjadi acuan untuk menetapkan baku mutu air sungai.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki batasan-batasan tertentu dalam menentukan permasalahannya, diantaranya yaitu:

1. Pengambilan sampel air pada setiap lokasi diambil di tengah dan tepi sungai.
2. Pengambilan sampel sedimen pada setiap lokasi diambil di tengah dan tepi sungai.
3. Pengambilan sampel dilakukan di 3 lokasi, yaitu hulu, tengah, dan hilir sungai Gending.
4. Uji anova hanya digunakan untuk mencari perbedaan antara jumlah kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen sungai Gending.
5. Penelitian ini tidak melakukan analisis kualitas air secara fisika maupun kimia pada air sungai Gending.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air adalah elemen penting untuk menopang kehidupan, karena memainkan peran penting dalam berbagai proses biologis. Meskipun air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui, ketersediaannya tetap, tidak bertambah atau berkurang. Namun, bentuk dan letak air sering mengalami perubahan. Perubahan ini terjadi melalui siklus hidrologi, yang meliputi transformasi air menjadi padat, cair, dan gas. Air sangat penting untuk mendukung kehidupan, dan signifikansinya melampaui kuantitas belaka untuk mencakup kualitas juga. Ketersediaan air berhubungan erat dengan pola iklim, khususnya curah hujan. Selain itu, air dan hutan saling terkait erat, mempengaruhi kuantitas dan kualitas air. Aktivitas manusia adalah faktor berpengaruh lainnya yang mempengaruhi kuantitas dan kualitas air yang tersedia (Sahabuddin, 2015).

Di Indonesia, ketersediaan air bersih seringkali menjadi tantangan. Pesatnya pertumbuhan di berbagai sektor dan tingginya laju pertumbuhan penduduk memerlukan jumlah air yang signifikan, yang seringkali tidak mencukupi. Saat ini, kualitas air menimbulkan masalah tersendiri. Kontaminan yang memasuki sumber air membahayakan kesesuaiannya untuk berbagai keperluan, termasuk keperluan minum (Sahabuddin, 2015).

Pencemaran air adalah peristiwa masuknya zat, energi, unsur, atau komponen lainnya ke dalam air, sehingga menyebabkan kualitas air terganggu. Kualitas air yang terganggu ditandai dengan perubahan bau, rasa, dan warna. Ditinjau dari asal polutan dan sumber pencemarannya, pencemaran air dapat dibedakan berdasarkan limbah pertanian, limbah rumah tangga, limbah industri, serta penangkapan ikan menggunakan racun (Sahabuddin, 2015).

2.2 Sedimen

Sedimen mengacu pada partikel yang dihasilkan dari pelapukan batuan, tanah, proses biologis, dan aktivitas manusia yang kemudian mengendap di sungai, danau, dan lautan. Berdasarkan ukurannya, sedimen dapat dikategorikan sebagai kerikil ($> 256 \text{ mm}$), pasir ($0,063 - 0,2 \text{ mm}$), lumpur ($0,2 - 0,063 \text{ mm}$), dan lempung ($< 0,002 \text{ mm}$). Sedimen ini mengandung berbagai mineral, termasuk kuarsa, feldspar, mineral silikat campuran, gips, kalsium karbonat, dan banyak lagi (Lihawa, 2017).

Sedimen juga dapat didefinisikan sebagai material yang dihasilkan melalui pelapukan batuan, yang diangkut oleh sungai dalam bentuk partikel padat (*solid load*) atau partikel terlarut (*solute load*) (Lihawa, 2017). Dari perspektif pengangkutan, partikel sedimen padat dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

a. *Suspended load*

Merupakan butiran sedimen pasir halus yang terus-menerus didukung oleh air dan memiliki interaksi terbatas dengan dasar sungai karena dorongan ke atas yang disebabkan oleh turbulensi aliran.

b. *Bed load*

Merupakan butiran sedimen yang bergerak di dasar sungai dengan cara menggelinding (*rolling*), menggeser (*sliding*), atau meloncat (*jumping*).

Transpor sedimen mengacu pada proses perpindahan sedimen dari sumber aslinya ke daerah yang lebih rendah, akhirnya masuk ke badan sungai dan mengalir ke muara. Proses transpor sedimen sangat kompleks, dipengaruhi oleh berbagai faktor. Banyaknya sedimen yang dibawa oleh aliran air ditentukan oleh interaksi beberapa faktor, antara lain jumlah sedimen yang masuk ke badan air, karakteristik saluran, kondisi aliran permukaan, dan sifat fisik sedimen itu sendiri (Lihawa, 2017).

Pencemaran sedimen di perairan dapat menyebabkan air menjadi keruh, sehingga mengurangi jarak penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan. Hal ini akan menyebabkan kemampuan fotosintesis ganggang dan tumbuhan air menurun, sehingga populasinya berkurang, dan akan mengakibatkan penurunan populasi biota air lainnya. Sedimen juga dapat menyumbat aliran air, membawa endapan senyawa toksin, dan menutupi terumbu karang, serta makhluk hidup lain di dasar perairan (Sahabuddin, 2015).

Karena kepadatannya yang lebih rendah daripada air laut, mikroplastik dalam sedimen sering mengapung, yang menyebabkannya terbawa oleh arus laut, gelombang, dan pasang surut yang akhirnya menumpuk di sedimen pesisir. Mikroplastik yang telah tersimpan dalam waktu yang sangat lama biasanya menyebabkan sedimen (Zhao dkk., 2018). Mikroplastik lebih sering ditemukan di perairan dan sedimen dibandingkan pada lingkungan lainnya. Jumlah mikroplastik di sedimen lebih tinggi daripada jumlah mikroplastik di perairan. Hal ini disebabkan karena lambatnya proses transmisi mikroplastik di perairan, oleh karena itu mayoritas mikroplastik mengendap di dasar sedimen (Putro, 2021).

2.3 Sungai

Sumber daya air tawar di Indonesia mayoritas diperoleh dari sungai, danau, dan waduk. Indonesia adalah rumah bagi sekitar 200 sungai besar. Namun, potensi air aliran permukaan per kapita sangat bervariasi, dan tidak semuanya dapat dimanfaatkan secara efektif. Untuk mengatur kelebihan air dan mengontrol pelepasannya pada tingkat yang diinginkan, waduk telah dibangun dengan membendung sungai (Sahabuddin, 2015).

Polusi air akan memberikan pengaruh yang luas pada aliran sungai dan laut, ada juga yang terdeposit di dasar air dalam bentuk materi berbahaya dan memiliki pengaruh jangka panjang karena setelah beberapa tahun materi ini dapat menimbulkan gangguan pada kesehatan manusia. Air tercemar yang mengandung zat berbahaya (B3) seperti detergen, nitrat, fosfat, bakteri, dan virus dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan.

Pencemaran air yang lazim terjadi di banyak daerah, biasanya disebabkan oleh masuknya limbah manusia yang membawa kuman penyebab penyakit ke badan air. Keberadaan bakteri *fecal coliform* dapat digunakan sebagai indikator untuk mendeteksi adanya kontaminasi tersebut. Bagi penduduk yang mengandalkan air sungai dan waduk untuk minum, mandi, dan mencuci, penggunaan air yang terkontaminasi menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan (Sahabuddin, 2015).

Kemampuan sungai untuk mendukung kehidupan air berkurang karena penguraian polutan, yang menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut di dalam air. Meskipun penurunan kadar oksigen tidak secara langsung berdampak pada kesehatan manusia, namun memiliki efek negatif yang besar pada industri perikanan air tawar. Limbah rumah tangga, limbah industri, dan penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dalam pertanian berkontribusi terhadap masalah ini. Meskipun penurunan kadar oksigen terlarut tidak menimbulkan ancaman langsung bagi manusia seperti pencemaran *fecal coliform*, pemantauan yang dilakukan dari tahun 2009 hingga 2011 mengungkapkan bahwa sekitar 36,82% sampel air sungai di Jawa, Sumatera, dan Kalimantan menunjukkan kadar oksigen terlarut di bawah 3 mg/ L, yang dapat merugikan kehidupan air (Sahabuddin, 2015).

2.4 Mikroplastik

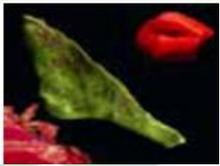
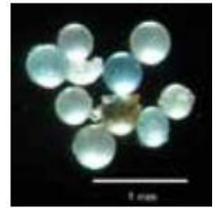
Mikroplastik adalah pecahan plastik kecil yang membutuhkan alat khusus untuk mendeteksinya. Partikel-partikel ini berukuran antara 0,06 mm dan 0,5 mm yang merupakan partikel kecil dari plastik yang tersebar di seluruh lingkungan (GESAMP, 2015).

2.4.1 Morfologi Mikroplastik

Morfologi mikroplastik terdiri dari pecahan, serat, bola, film, dan lembaran. Mikroplastik dengan bentuk fragmen memiliki bentuk yang tidak beraturan pinggirannya dari plastik kaku dengan warna yang bervariasi. Mikroplastik dengan bentuk filamen dapat memiliki ukuran pendek atau panjang atau tipis dan memiliki warna berbeda. Mikroplastik bentuk film adalah plastik tipis dan lembut yang

biasanya transparan. Pelet berbentuk bulat dan ukurannya agak lebih besar dengan diameter sekitar 5 mm (Athawuda dkk., 2020). Kemudian mikroplastik bentuk busa adalah bahan lunak dimana sebagian besar berasal dari *styrofoam* yang berbentuk hampir bulat atau granular, yang mudah berubah bentuk di bawah tekanan dan dapat menjadi sebagian elastis, tergantung pada keadaan pelapukan (GESAMP, 2019). Berikut ini adalah morfologi mikroplastik yang dijelaskan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Morfologi Mikroplastik

Bentuk	Deskripsi Alternatif	Contoh
Fragmen	Granul, serpihan	
Busa	EPS, PUR	
Film	Lembaran	
Garis	Serat, filamen, untai	
Pelet	Manik-manik resin, air mata putri duyung	

Sumber: GESAMP (2019)

2.4.2 Jenis Mikroplastik

Pada produksi komersial, terdapat ratusan jenis polimer dan campuran polimer yang berbeda, akan tetapi pasar didominasi oleh 6 jenis kelas plastik yaitu: *polyethylene* (PE, kepadatan tinggi dan rendah), *polypropylene* (PP), *polyvinyl chloride* (PVC), *polystyrene* (PS, termasuk EPS yang diperluas), *polyurethane* (PUR) serta *polyethylene terephthalate* (PET). Plastik pada umumnya disintesis dari bahan bakar fosil, tetapi biomassa juga dapat digunakan sebagai bahan baku (GESAMP, 2015). Beberapa jenis polimer dan penggunaannya dapat dilihat dalam tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Jenis Mikroplastik

Jenis	Penggunaan	Spesifik Gravitasi
Low density polyethylene (LDPE)	Wadah, tabung, tas, cincin <i>sixpack</i> , pembungkus	0.92-0.93
Polyethylene (PE)	Kantong plastik, wadah penyimpanan, <i>microbeads</i> dalam produk perawatan pribadi	0.94-0.95
High density polyethylene (HDPE)	Botol (susu dan deterjen), pipa, geomembran	0.94
Polypropylene (PP)	Tali, tutup botol, alat tangkap, <i>strapping</i> , kemasan, karpet, sedotan minuman, <i>microbeads</i> dalam produk perawatan pribadi	0.90-0.92
Polystyrene (PS)	Peralatan, wadah, kemasan komersial, peralatan medis, <i>microbeads</i> di produk perawatan pribadi	1.04-1.09
Polystyrene acrylonitrile (PSA)	Bahan kemasan, wadah, botol	1.06-1.07
Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)	Printer, monitor komputer, musik instrumen, pipa drainase	1.06-1.08
Polyamide (PA)	Jaring ikan, tali, tekstil, bulu sikat gigi, industri otomotif, <i>microbeads</i>	1.13-1.15

Jenis	Penggunaan	Spesifik Gravitasi
Polymethyl methacrylate (PMMA)	Lembaran transparan, alternatif kaca, <i>abrasive microbead</i> dalam produk perawatan pribadi, produk pembersih, cairan pengeboran dan media peledakan udara	1.14-1.2
Polyvinyl chloride (PVC)	Film, pipa, wadah, bingkai jendela, lantai, tirai mandi	1.16-1.30
Polylactic acid (PLA)	Pencetakan 3D, cetakan, film dan lembaran, perangkat medis <i>biodegradable</i>	1.24
Polycarbonate (PC)	CD dan DVD, elektronik, lensa, industri konstruksi	1.19-1.25
Polyethylene terephthalate (PET)	Botol, <i>strapping</i> , kemasan makanan, termal isolasi, <i>microbeads</i>	1.34-1.39
Polyoxymethylene (POM)	Teknik mesin dan listrik, komponen kendaraan dan furnitur	1.35-1.44
Polyester (Poly)	Tekstil, bahan abrasif dalam produk pembersih, cairan pengeboran dan media peledakan udara	1.4
Cellulose acetate	Filter rokok	1.22-1.24

Sumber: Coyle dkk. (2020)

2.4.3 Sumber Mikroplastik

Mikroplastik terbagi atas primer dan sekunder. Perbedaan yang mendasar antara mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder yakni apakah partikel diproduksi dengan ukuran tersebut (mikroplastik primer) atau apakah partikel diproduksi sebagai hasil dari penguraian objek yang lebih besar (mikroplastik sekunder). Ini adalah perbedaan yang bermanfaat karena dapat digunakan untuk menemukan kemungkinan sumber dan memilih strategi mitigasi untuk mengurangi dampak lingkungannya (GESAMP, 2015).

Perairan, sedimen, serta biota di ekosistem laut dan pesisir banyak ditemukan mikroplastik primer dan sekunder. Serat dari pasta, kosmetik, cat, gel, dan tekstil adalah beberapa sumber utama mikroplastik. Ketika tekstil diproduksi, digunakan, dan dibuang pada akhir masa pakainya, serat dilepaskan ke lingkungan. Poliester, poliamida, dan akrilik termasuk di antara polimer organik berbasis minyak bumi yang membentuk sekitar dua pertiga dari semua produk tekstil sintetik (Henry dkk., 2019).

Mikroplastik primer banyak juga digunakan di berbagai industri manufaktur. Bidang terapeutik (pemberian obat-obatan, alat diagnostik, biomaterial yang dapat disuntikkan), ilmu makanan, dan pengelupas dalam produk perawatan pribadi dan kosmetik hanyalah beberapa contoh dari banyak sektor manufaktur yang menggunakan mikroplastik primer secara luas. Bahkan *glitter*, yang berbentuk pelet dan bubuk dari proses pembuatan dan akhirnya mencemari lingkungan selama penanganan dan pengangkutan, sering digunakan dalam produk kosmetik dan sektor kertas (e Silva & de Sousa, 2021).

Mikroplastik sekunder, juga dikenal sebagai partikel yang terbentuk sebagai hasil dari fragmentasi benda yang lebih besar, adalah zat yang muncul sebagai akibat dari keausan zat plastik yang lebih besar yang ditemukan di lingkungan. Terbentuknya zat plastik yang lebih besar ini terjadi karena pengaruh cahaya, panas, oksidasi, dan gaya fisik pada sampah plastik yang ada di lingkungan. Kantong plastik sekali pakai, yang dikenal karena daya tahannya yang terbatas dan kerentanannya terhadap degradasi air laut dan sinar matahari merupakan sumber sekunder yang signifikan. Jaring dan tali pancing, sampah pengepakan, dan barang-barang konsumen sekali pakai adalah sumber mikroplastik sekunder yang lain (Coyle dkk., 2020). Penyimpanan mikroplastik sekunder dalam sistem sanitasi dipersulit karena ukurannya yang membuat pengendalian kontaminasi menjadi lebih sulit, yang menyebabkan limbah terkontaminasi (e Silva & de Sousa, 2021).

2.4.4 Dampak Mikroplastik

Kehadiran mikroplastik dalam air dapat berdampak buruk bagi lingkungan akuatik dan manusia. Partikel mikroplastik dapat ditemukan di berbagai lokasi dalam tata air, termasuk permukaan air, kolom air (dari permukaan hingga sedimen di dasar), serta mengendap pada sedimen atau substrat. Distribusi mikroplastik dipengaruhi oleh berat jenisnya, dengan partikel yang lebih ringan mengambang di permukaan air dan partikel dengan berat jenis lebih tinggi tenggelam dan melekat pada sedimen (Wahdani dkk., 2020).

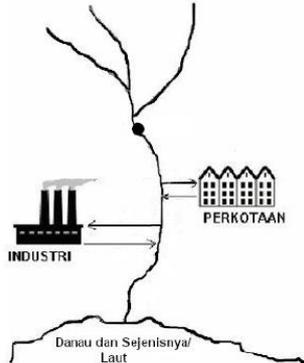
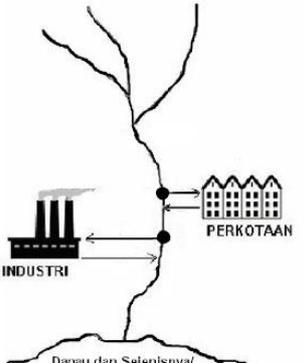
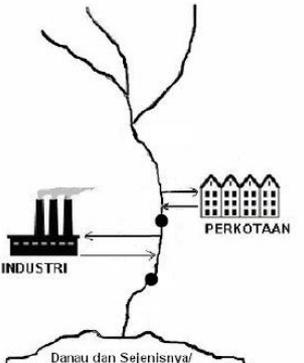
Zat beracun yang ada dalam mikroplastik memiliki dampak berbahaya bagi sungai dan ekosistemnya. Efek negatif ini termasuk kematian organisme air seperti ikan yang disebabkan oleh konsumsi mikroplastik dan akumulasi selanjutnya di organ pencernaannya. Ini disebabkan oleh karakteristik mikroplastik yang mudah dicerna, termasuk warna dan ukurannya oleh organisme (Wijaya & Trihadiningrum, 2019).

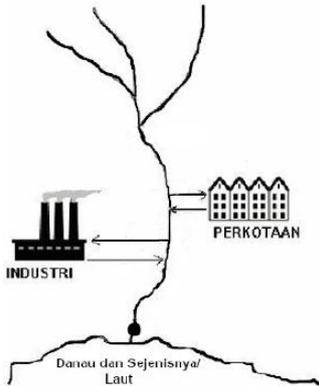
Menurut Ismi dkk. (2019), biota terancam punah oleh sungai yang tercemar mikroplastik. Masuknya mikroplastik ke dalam tubuh biota dapat merusak fungsi organ seperti saluran pencernaan, memperlambat laju pertumbuhan, mencegah produksi enzim, menurunkan kadar hormon steroid, memengaruhi reproduksi, dan menyebabkan paparan adiktif plastik lebih besar sifat toksiknya. Sepanjang rantai makanan, kontaminasi mikroplastik dapat mencapai makhluk laut seperti ikan dan bivalvia sebelum mencapai manusia. Hal ini ditunjukkan dengan ditemukannya serat, potongan, filamen, dan granul mikroplastik pada kotoran manusia (Budiarti, 2021).

2.5 Penentuan Lokasi *Sampling*

Lokasi dan titik pengambilan sampel uji bergantung pada tujuan pengambilan sampel uji dan badan air yang dilakukan pengambilan sampel uji. Pengambilan sampel uji air sungai, anak sungai, dan sejenisnya umumnya dilakukan di lokasi sesuai pada tabel berikut ini (SNI 8995:2021, 2021).

Tabel 2.3 Lokasi Pengambilan Sampel Uji Pada Sungai

No	Lokasi Pengambilan Sampel Uji	Titik Lokasi Pengambilan Sampel Uji
1.	Sumber air alamiah, yaitu lokasi yang diperkirakan belum terjadi pencemaran	 <p>The diagram shows a river flowing from top to bottom. On the left bank, there is an industrial facility labeled 'INDUSTRI' with three smokestacks. On the right bank, there is a residential area labeled 'PERKOTAAN' with several houses. A sampling point, represented by a black dot, is located on the river upstream of both the industrial and urban areas. Below the river, the text 'Danau dan Sejenisnya/ Laut' is written.</p>
2.	Sumber air yang dimanfaatkan, yaitu lokasi tempat pemanfaatan air	 <p>The diagram is similar to the first one, showing a river with an industrial facility ('INDUSTRI') on the left and a residential area ('PERKOTAAN') on the right. The sampling point (black dot) is located on the river between the industrial and urban areas, representing a location where water is utilized.</p>
3.	Sumber air tercemar, yaitu lokasi yang telah menerima air limbah	 <p>The diagram is similar to the first one, showing a river with an industrial facility ('INDUSTRI') on the left and a residential area ('PERKOTAAN') on the right. The sampling point (black dot) is located on the river downstream of both the industrial and urban areas, representing a location that has received wastewater.</p>

No	Lokasi Pengambilan Sampel Uji	Titik Lokasi Pengambilan Sampel Uji
4.	Lokasi masuknya air sungai ke danau dan sejenisnya/laut	

Sumber: (SNI 8995:2021)

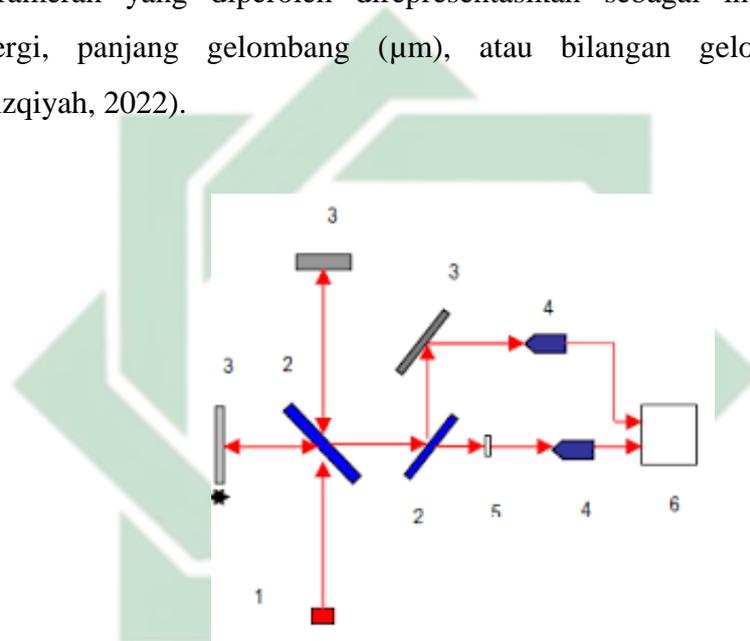
Berdasarkan SNI 8995:2021, untuk menentukan jumlah titik pengambilan sampel uji air sungai, anak sungai, dan sejenisnya dilakukan pengukuran debit air sungai yang dapat dilakukan dengan cara:

1. Lakukan pengumpulan data karakteristik sungai, anak sungai, dan sejenisnya seperti lebar sungai, kedalaman sungai, dan debit rata-rata tahunan dari instansi yang berwenang;
2. Jika data pada langkah 1 tidak tersedia, lakukan survei pendahuluan di lokasi pengambilan sampel uji;
3. Lakukan pengukuran debit air secara representatif berdasarkan lebar, kedalaman, dan kecepatan aliran sungai;
4. Tentukan jumlah titik pengambilan sampel uji berdasarkan hasil pengukuran debit air

2.6 *Fourier Transform Infra Red (FT-IR)*

Instrumen yang memanfaatkan prinsip spektroskopi adalah *Fourier Transform Infra Red* atau yang biasa disebut dengan FT-IR. Spektroskopi inframerah menggunakan transformasi *fourier* untuk mendeteksi dan menafsirkan temuan spektrum. Karena spektrum sangat rumit dan memiliki begitu banyak puncak, spektroskopi inframerah berguna untuk mengidentifikasi zat organik. Selain itu, cahaya inframerah diserap oleh masing-masing gugus fungsi pada frekuensi yang berbeda (Rizqiyah, 2022).

Untuk tujuan analisis dan deteksi spektrum, spektroskopi FT-IR menggunakan cahaya infra merah dan transformasi Fourier. *Interferometer Michelson*, alat untuk memeriksa frekuensi dalam sinyal gabungan adalah inti spektroskopi FT-IR. Dengan membiarkan cahaya mengalir melalui sampel, mengukur intensitas cahaya dengan detektor, dan mengontraskannya dengan intensitas cahaya tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang, spektrum inframerah dihasilkan. Setelah itu, spektrum inframerah yang diperoleh direpresentasikan sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm), atau bilangan gelombang (cm^{-1}) (Rizqiyah, 2022).



Gambar 2.1 Skema Alat FT-IR

Sumber: Rizqiyah (2022)

- Keterangan:
- (1) Sumber inframerah
 - (2) Pembagi berkas (*beam splitter*)
 - (3) Kaca pemantul
 - (4) Sendor inframerah
 - (5) Sampel
 - (6) *Display*

2.7 ANOVA

ANOVA (*Analysis of Variance*) adalah teknik statistik yang digunakan untuk analisis komparatif yang melibatkan banyak variabel. Metode analisis komparatif, seperti uji "t" yang meneliti perbedaan antara dua rata-rata hanya cocok apabila ada dua variabel. Untuk mengatasi keterbatasan ini, teknik analisis komparatif yang lebih efektif disebut *Analysis of Variance* (ANOVA) digunakan (Payne, 2015).

ANOVA digunakan untuk membandingkan rata-rata populasi yang berbeda daripada variannya. Ini membutuhkan data nominal atau ordinal untuk variabel bebas. Jika data untuk variabel bebas berupa interval atau rasio, maka harus diubah menjadi kategori ordinal atau nominal. Di sisi lain, variabel dependen harus berupa data interval atau rasio bebas (Payne, 2015).

Ada asumsi tertentu yang perlu dipenuhi untuk analisis ANOVA, yaitu:

1. Normalitas

Distribusi data harus normal, dan meningkatkan jumlah sampel dapat membantu mencapainya.

2. Homogenitas Varian

Setiap kelompok yang dibandingkan harus memiliki variasi yang serupa. Jika jumlah sampel sama untuk setiap kelompok, asumsi varian yang sama dapat diabaikan. Namun, ketika jumlah sampel berbeda penting untuk mempertimbangkan kesamaan dalam variasi populasi.

3. Independensi Pengamatan

Sampel harus dipilih secara acak untuk memastikan bahwa setiap pengamatan memberikan informasi yang independen.

Menurut Payne (2015), ANOVA dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis, yakni:

1. Klasifikasi 1 arah (*One Way ANOVA*): ANOVA jenis ini berfokus pada satu kriteria atau faktor yang menyebabkan variasi.
2. Klasifikasi 2 arah (*Two Way ANOVA*): ANOVA Dua Arah melibatkan pengamatan terhadap dua kriteria atau faktor yang berkontribusi terhadap variasi.
3. Klasifikasi banyak arah (*MANOVA*): ANOVA banyak arah mencakup pengamatan beberapa kriteria.

2.8 Integrasi Keislaman

Satu-satunya faktor yang mempengaruhi perkembangan manusia dan hewan adalah lingkungan. Berdasarkan Pasal 1 UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.

Manusia tidak dapat hidup dalam ruang hampa, oleh karena itu lingkungan merupakan komponen penting dalam kehidupan manusia. Lingkungan hidup harus dipandang sebagai salah satu komponen ekosistem yang memiliki nilai dan harus dihormati, dihargai, dan dilestarikan karena sangat penting untuk menjaga keutuhan kehidupan manusia. Manusia juga diwajibkan oleh integritas ini untuk memperlakukan makhluk hidup lainnya dengan hormat.

Tuhan hanya memberi manusia wewenang untuk mengatur lingkungan, maka manusia harus senantiasa melindungi dan melestarikannya untuk mencegah kerusakan dan pencemaran. Hal ini sesuai dengan firman Allah dalam QS. Al-Ahzab (33) : 72 berikut.

إِنَّا عَرَضْنَا الْأَمَانَةَ عَلَى السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَالْجِبَالِ فَأَبَيْنَ أَنْ يَحْمِلْنَهَا وَأَشْفَقْنَ مِنْهَا وَحَمَلَهَا الْإِنْسَانُ إِنَّهُ
كَانَ ظَلُومًا جَهُولًا

Artinya: “Sesungguhnya Kami telah menawarkan amanat kepada langit, bumi dan gunung-gunung; tetapi semuanya enggan untuk memikul amanat itu dan mereka khawatir tidak akan melaksanakannya (berat), lalu dipikullah amanat itu oleh manusia. Sungguh, manusia itu sangat zalim dan sangat bodoh.”

Amanat mengacu pada tugas dan amanah yang diberikan Allah SWT. kepada manusia sebagai makhluk intelektual dalam konteks ayat di atas. Oleh karena itu, menjadi tanggung jawab setiap orang untuk menjaga lingkungan, melestarikan kelestarian lingkungan, serta mengurangi pencemaran dan kerusakan lingkungan. Karena Al-Qur'an dan Hadits merupakan aturan hidup bagi umat manusia, maka manusia harus menaatinya agar tugas dan kewajibannya dalam mengelola lingkungan hidup dapat berjalan efektif dan benar-benar mencapai kebahagiaan dan kesuksesan.

Agar tidak terjadi kerusakan pada sumber daya alam di bumi kita, manusia harus mampu bertindak dengan baik dan bijaksana dalam kapasitasnya sebagai *khalifatullah fil ardh*. Manusia juga harus memperhatikan lingkungan. Alhasil, kelestarian bumi dan sekitarnya tetap terjaga. Ketika manusia mengabaikan atau bahkan kurang peduli terhadap alam, mereka akan menderita kerugian bahkan malapetaka.

Kepedulian terhadap lingkungan ini sesuai dengan peran manusia bagai *khalifatullah fil ard* (QS. Al-Baqarah [2]: 30), kekhilafahan menuntut manusia untuk memelihara, membimbing dan mengarahkan segala sesuatu agar mencapai maksud dan tujuan penciptaan-Nya.

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰٓئِكَةِ اِنِّيْ جَاعِلٌ فِى الْاَرْضِ خَلِيْفَةًۭۙ قَالُوْۤا اَتَجْعَلُ فِيْهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيْهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَآءَ
وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَۗ قَالَ اِنِّيْۤ اَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُوْنَ

Artinya: “Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, “Aku hendak menjadikan khalifah di bumi.” Mereka berkata, “Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?” Dia berfirman, “Sungguh, Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.””

Dalam konteks ayat di atas, kata “Khalifah” mengacu pada amanat yang diberikan kepada umat manusia untuk mengemban misi ekologis untuk mengatur alam secara lestari. Tuhan sebagai pengelola potensial lingkungan dan manusia sebagai pengelola lingkungan yang sesungguhnya. Tuhan dan manusia dapat bekerja sama untuk mengelola bumi dengan cara ini.

Diyakini bahwa mereka yang merusak lingkungan telah mencemarkan esensi agama yang otentik dan secara tidak langsung menyangkal akal manusia. Mengeksploitasi lingkungan dengan sengaja dan tanpa mempertimbangkan akibatnya jelas bertentangan dengan prinsip-prinsip Islam.

Hatim Ghazali juga mengklaim bahwa orang yang merusak bumi otomatis kehilangan statusnya sebagai khalifah karena penghancuran alam merupakan penolakan terhadap ajaran agama. Bencana alam dan malapetaka semacam ini, serta ketidakstabilannya, disebabkan oleh aktivitas manusia.

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan upaya untuk mencari perbandingan yang digunakan sebagai dasar teori untuk penyusunan kerangka penelitian. Beberapa hasil riset yang berkaitan dengan penelitian ini antaranya:

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Joseph Tibbetts, Stefan Krause, Iseult Lynch dan Gregory H. Sambrook Smith (2018)	<i>Abundance, Distribution, and Drivers of Microplastic Contamination in Urban River Environments</i>	Penelitian ini dilakukan di sungai Tame, West Midlands. Sungai ini menerima berbagai polutan seperti dari <i>Waste Water Treatment Work</i> (WWTW) dan kegiatan lain di lokasi industri. Pengambilan sampel dilakukan di 6 titik, 3 titik di hulu (T1-T3) sungai yang berada dalam kawasan kota Birmingham dan 3 titik di hilir sungai (T4-T6) yang mewakili daerah pedesaan. Selain 6 titik tersebut, penelitian ini juga mengambil sampel dari

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			<p>4 anak sungai Tame. Partikel mikroplastik ditemukan di semua lokasi pengambilan sampel dengan total 1507 partikel mikroplastik. Kelimpahan partikel mikroplastik 65% lebih tinggi di bagian yang lebih perkotaan dari Sungai Tame (rata-rata 24 partikel 100 g⁻¹) dibandingkan dengan lokasi pedesaan di Sungai Tame (rata-rata 9 partikel 100 g⁻¹). Fragmen adalah bentuk partikel yang paling banyak ditemukan di wilayah studi terhitung 49% dari total mikroplastik yang ditemukan. Fiber adalah jenis partikel terbanyak kedua dan menyumbang 22% dari total jumlah plastik. Kelimpahan busa, film, bola tidak beraturan, dan fragmen komersial tidak pernah melebihi lebih dari 15% komposisi total di sepanjang Sungai Tame. Polimer yang teridentifikasi meliputi <i>Polyethylene</i> (PE 50%), <i>polivinilklorida</i> (PVC 30%), dan <i>polimetil metakrilat</i> (akrilat 20%).</p>
2.	Andi Muhammad Syafie (2019)	Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Air, Sedimen dan Kerang <i>Tellina palatam</i> di Pulau Gili Ketapang, Kabupaten Probolinggo	<p>Penelitian ini mengambil sampel dari 4 titik yang berada di sekitar pulau Gili Ketapang. Pengambilan data kualitas air berdasarkan SNI 2004 sedangkan analisis sampel dilakukan berdasarkan National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Namun dalam penelitian ini masih belum dilakukannya analisis mikroplastik menggunakan FT-IR. Rentang suhu yang diperoleh berkisar 29,13 °C – 29,43 °C dan masih tergolong suhu yang normal di perairan Indonesia.</p>

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			Hasil pengukuran salinitas berkisar antara 31 – 31,67 ppt dan masih berada dalam batas normal. Pengukuran DO mendapatkan hasil sebesar 4,20 – 4,33 mg/L dimana hasil tersebut masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan. Sedangkan untuk pH mendapatkan hasil 8,13 – 8,17 dan tergolong dalam pH normal. Jenis mikroplastik yang ditemukan yaitu pellet, fragmen, fiber, dan film. Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada air sebesar 2.388,898 partikel/m ³ .
3.	Refki Reza Syachbudi (2020)	Identifikasi Keberadaan Dan Bentuk Mikroplastik Pada Sedimen Dan Ikan Di Sungai Code, D.I Yogyakarta	Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan di 6 titik yang mempresentasikan hulu, tengah, dan hilir sungai. Mikroplastik yang teridentifikasi memiliki bentuk fragmen, fiber, film dan pellet dengan warna merah, jingga, kuning, hitam, biru, nila, ungu, transparan, hijau, dan abstrak. Jumlah total dari partikel mikroplastik yang teridentifikasi pada air adalah 174 partikel dengan komposisi partikel fiber sebanyak 66 partikel, fragmen 203 partikel, pellet 11 partikel dan film 12 partikel. Kelimpahan air pada titik hulu sebanyak 3.15 partikel/liter; titik tengah sebanyak 5.8 partikel/liter; titik hilir sebanyak 5.85 partikel/liter. Pada penelitian ini juga masih belum dilakukan uji FT-IR.
4.	Narainrit Chinfak, Penjai Sompong-	<i>Abundance, composition, and fate of</i>	Penelitian ini dilakukan di Sungai Tapi-Phumduang dan Teluk Bandon di Provinsi Surat Thani Thailand. Dilakukan

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
	chaiyakul, Chawalit Charoenpong, Huahong Shi, Thamasak Yeemin, Jing Zhang (2021)	<i>microplastics in water, sediment, and shellfish in the Tapi-Phumduang River system and Bandon Bay, Thailand</i>	pengambilan sampel di 15 stasiun yang berbeda. Kelimpahan mikroplastik tertinggi ditemukan sebanyak 2.81 ± 0.14 item/L di TP1 yang merupakan stasiun yang berada tepat di hilir pertemuan sungai. Setelah persimpangan ini, air mengalir melalui pusat kotamadya Surat Thani dan menuju Teluk Bandon. Kelimpahan mikroplastik saat air surut 3 kali lipat lebih tinggi dibandingkan saat air pasang. Dibuktikan dengan penemuan berbagai warna mikroplastik yang diamati saat air surut meliputi putih (38%), hitam (12%), biru (27%), merah (15%), dan hijau (8%). Namun, saat air pasang mikroplastik berwarna hitam (38%), biru (33%), dan putih (29%). Hasil ini menunjukkan bahwa debit sungai merupakan faktor penting dalam analisa kelimpahan mikroplastik.
5.	Kharisma Haidar Hanif, Jusup Suprijanto, Ibnu Pratikto (2021)	Identifikasi Mikroplastik di Muara Sungai Kendal, Kabupaten Kendal	Penelitian ini mengambil sampel di 4 titik yang berbeda. Pengolahan sampel dilakukan dengan 3 tahap, yaitu pendegradasian bahan organik menggunakan H_2O_2 , pemisahan densitas menggunakan $ZnCl_2$, dan penyaringan. Identifikasi bentuk mikroplastik pada sampel air laut menggunakan mikroskop stereo, didapatkan 4 macam bentuk mikroplastik yaitu fragmen, fiber, film, dan <i>foam</i> . Identifikasi jenis polimer mikroplastik pada 4 stasiun menggunakan FTIR didapatkan bahwa terdapat beberapa puncak panjang gelombang yang

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			menunjukkan ikatan suatu senyawa. Berdasarkan pembacaan nilai puncak panjang gelombang, dapat diidentifikasi bahwa terdapatnya 3 jenis polimer mikroplastik yaitu <i>polyethylene</i> (PE), <i>polypropylene</i> (PP), dan <i>polyamide</i> .
6.	Inggita Utami dan Myda Liani (2021)	Identifikasi Mikroplastik pada Air Sumur Gali di sekitar TPA Piyungan Yogyakarta	Studi ini meneliti jumlah mikroplastik di tiga sumur gali yang terletak 0-1, 1-2, dan 2-3 kilometer dari TPA Piyungan di barat laut dan utara. Kontur ke bawah TPA Piyungan dan arah aliran air menuju sungai Opak dan Gadjahwong digunakan untuk memperkirakan arah. Air sumur 0 s/d 1 km dari TPA Piyungan memiliki kelimpahan tertinggi dari semua sampel air sumur di tiga lokasi yang diteliti, dengan 146 ± 109 partikel/L. Konsentrasi mikroplastik tertinggi kedua terdapat di air sumur Desa Banyakan Tiga yang berjarak 1 s/d 2 km dengan jumlah 116 ± 31 partikel/L. Dengan konsentrasi mikroplastik yang tinggi yaitu 77 ± 23 partikel/L, air sumur di Desa Potorono yang berjarak 2 km s/d 3 km menempati urutan terakhir. Tiga sampel air sumur yang representatif mengandung polimer Polystyrene (PS) dan Polyvinyl Chloride (PVC), menurut temuan uji FTIR.
7.	Pedro H.S. e Silva dan Fabiula D.B. de Sousa (2021)	<i>Microplastic pollution of Patos Lagoon, south of Brazil</i>	Penelitian ini mengambil sampel di 2 titik Patos Lagoon, yakni di dekat efluen sistem sanitasi kota Pelotas. Pada penelitian ini sampel diambil menggunakan gallon yang telah diberikan filter. Dalam prosedurnya, galon

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			<p>ditenggelamkan 15 cm dari permukaan air dan setelah diisi dengan air dari <i>lagoon</i>, galon ditutup dan dikumpulkan partikel yang mengambang. Kemudian galon dibalik sehingga air melewati filter. Diketahui bahwasanya filter yang digunakan sebanyak 40 jenis dimana total penyaringan 10 L air per filter, dan apabila dikalkulasi maka air yang disaring sebanyak 400 L. Hasilnya menggambarkan pencemaran <i>lagoon</i> oleh mikroplastik dengan ditemukannya 0,0846 g mikroplastik dalam 400 L air yang disaring. Dalam analisis beberapa partikel menunjukkan bahwa partikel-partikel mikroplastik tersebut terdiri dari HDPE, LDPE, dan PFTE.</p>
8.	Irsyadillah Faqih (2022)	Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan & Pencernaan Ikan Wader Cakul (<i>Barbodes binotatus</i>) di Sungai Pekalen Kabupaten Probolinggo	<p>Pada penelitian ini tidak dilakukannya analisis terhadap kualitas air. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode <i>purposive sampling</i>. Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun yang berbeda, namun identifikasi mikroplastik masih belum dilakukan sampai sungai bagian hilir serta hanya dilakukan pada hulu dan tengah sungai. Sampel yang telah diambil diuji menggunakan metode modifikasi dari NOAA. Kelimpahan mikroplastik pada air permukaan pada stasiun 1, 2, dan 3 berturut-turut adalah 230 partikel/m³, 1065 partikel/m³, dan 2330 partikel/m³. Polimer plastik yang teridentifikasi pada mikroplastik sampel air permukaan</p>

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			diantaranya <i>Polypropylene</i> , <i>Polyethylene terephthalate</i> , <i>Nylon</i> , <i>Acrylonitrile butadiene styrene</i> , <i>Polyvinyl chloride</i> , <i>Polymethyl metacrylate</i> , <i>Polytetrafluorethylene</i> , <i>Polycarbonate</i> , <i>Ethylene vinyl acetate</i> , dan <i>Low Density Polyethylene</i> .
9.	Ramzy Setya Mahadika (2022)	Identifikasi Mikroplastik di Perairan dan Pesisir Laut Kabupaten Purworejo	Penelitian ini melakukan <i>sampling</i> pada 2 lokasi yang berbeda dengan 8 titik pengambilan sampel di setiap lokasinya. Pengambilan sampel air laut dilakukan di 3 titik bibir pantai sesuai koordinat yang telah ditentukan menggunakan alat <i>swing sampler</i> . Sedangkan air sungai diambil menggunakan <i>horizontal water sampler</i> sebanyak 3 kali (tepi kiri, tengah, dan kanan sungai). Mikroplastik hadir dalam enam kategori warna berbeda, termasuk hitam, biru, putih, merah, tembus cahaya, dan hijau. Transparan memiliki persentase 41,58%, menjadikannya warna yang paling umum dalam sampel, dan hijau memiliki proporsi 2,08%. Lima bentuk mikroplastik yang berbeda, termasuk pelet, serat/filamen, fragmen, dan busa, ditemukan. Dengan persentase 41,38%, jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan adalah fragmen, dan pelet memiliki proporsi 0,66%. Komponen kimia penyusun gugus fungsi mikroplastik, seperti <i>tencel</i> , TALC, $\text{Na}_6\text{A}_{16}\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_4$, dan Cr_2O_3 , kemudian ditemukan dalam sampel. <i>Tencel</i> dan <i>bemberg</i> merupakan gugus fungsi yang

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			paling banyak ditemukan, diikuti oleh TiO ₂ (<i>Rutile</i>), (TiMnSb)O ₄ , <i>paraformaldehyde</i> , dan rayon.
10.	Ziadatur Rizqiyah (2022)	Identifikasi Morfologi, Kelimpahan dan Polimer Mikroplastik Pada Air, Sedimen dan Daging Ikan (<i>Moolgarda Seheli</i> , <i>Mystus Nigriceps</i> dan <i>Chanos Chanos</i>) Di Tiga Muara Bengawan Solo	Hitam, biru, putih, merah, transparan, hijau, dan lima warna lainnya termasuk di antara enam kategori warna mikroplastik yang berbeda yang ditemukan. Warna yang paling dominan pada sampel adalah transparan (41,58%), diikuti oleh warna hijau (2,08%). Ditemukan lima jenis mikroplastik yang berbeda, termasuk pelet, serat/filamen, potongan, dan busa. Jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan adalah fragmen, yang mencapai 41,38%, sedangkan pelet mencapai 0,66%. Sampel kemudian diketahui mengandung kandungan kimia gugus fungsi mikroplastik, antara lain <i>tencel</i> , TALC, Na ₆ A ₁₆ Si ₆ O ₂₄ S ₄ , dan Cr ₂ O ₃ . Gugus fungsi yang paling umum adalah rayon, <i>tencel</i> , (TiMnSb)O ₄ , (TiO ₂ (<i>Rutile</i>), dan (TiMnSb)O ₄ , dalam urutan tersebut.
11.	Sahlu Mhired Gela and Tadele Assefa Aragaw (2022)	<i>Abundance and Characterization of Microplastics in Main Urban Ditches Across the Bahir Dar City, Ethiopia</i>	Penelitian ini mengambil sampel dari 4 drainase yang mempresentasikan kota Bahir Dar. Pengambilan sampel air limbah dilakukan di 12 lokasi berbeda (hulu, tengah, dan hilir) dari 4 drainase. Sampel air dikumpulkan sebanyak 1 L di setiap titiknya menggunakan ember <i>stainless steel</i> . Dalam penelitian ini, diperoleh 104 partikel mikroplastik dalam sampel air limbah dengan 38 item untuk ukuran partikel >0,5 mm dan 66 item

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			<p>untuk ukuran partikel <0,5 mm</p> <p>Kelimpahan mikroplastik tertinggi pada air limbah sebanyak $3,00 \pm 1,00$ item/50 mL. Dari jumlah tersebut, diperoleh sebesar 61,09% partikel mikroplastik berukuran <0,5 mm dengan bentuk dominan fragmen dan warna transparan. Sebanyak 19 (50%) dari sampel air limbah dipilih untuk ukuran partikel >0,5 mm untuk estimasi komposisi polimer. Namun, mikroplastik dengan ukuran partikel <0,5 mm tidak dipilih karena belum tersedianya instrumen μ-FTIR yang dapat memetakan jenis polimer secara tepat. Mikroplastik yang teridentifikasi adalah PE, PP, dan PS. Teridentifikasi 8 mikroplastik berjenis PE, 6 mikroplastik berjenis PP, 3 mikroplastik berjenis PS, 4 mikroplastik berjenis PA.</p>

Sumber: *Diolah dari berbagai sumber (2023)*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui morfologi, jenis polimer, serta jumlah kelimpahan mikroplastik pada sampel air dan sedimen sungai Gending Kabupaten Probolinggo. Data jumlah kelimpahan mikroplastik yang didapatkan kemudian akan di analisis menggunakan uji statistik *one way* ANOVA untuk mengetahui perbedaan jumlah kelimpahan mikroplastik pada air maupun sedimen sungai Gending. Selain itu, uji FT-IR juga dilakukan dengan tujuan mengetahui polimer plastik apa saja yang mencemari air dan sedimen sungai Gending. *Purposive sampling* digunakan untuk menentukan lokasi pengambilan sampel. Teknik pemilihan lokasi non-acak berdasarkan pertimbangan dan informasi yang didapatkan peneliti disebut dengan “*purposive sampling*” (Sugiyono, 2012). Penentuan lokasi pengambilan sampel air maupun sedimen disesuaikan dengan SNI 8995:2021 tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air Untuk Pengujian Fisika dan Kimia.

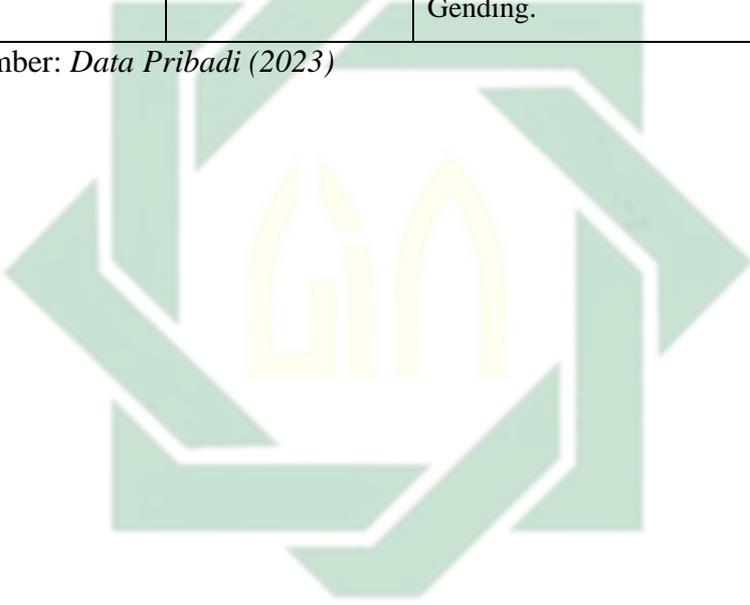
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Sungai Gending, Kecamatan Gending, dan Kabupaten Probolinggo adalah tempat penelitian ini. Sampel diambil di tiga lokasi yang berbeda, yaitu hulu, tengah, dan hilir yang diharapkan dapat mewakili keseluruhan sungai yang diteliti. Lokasi sampling telah dijelaskan pada tabel 3.1. Laboratorium Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya digunakan untuk mengidentifikasi jenis dan kelimpahan mikroplastik menggunakan mikroskop serta untuk melakukan analisis FT-IR.

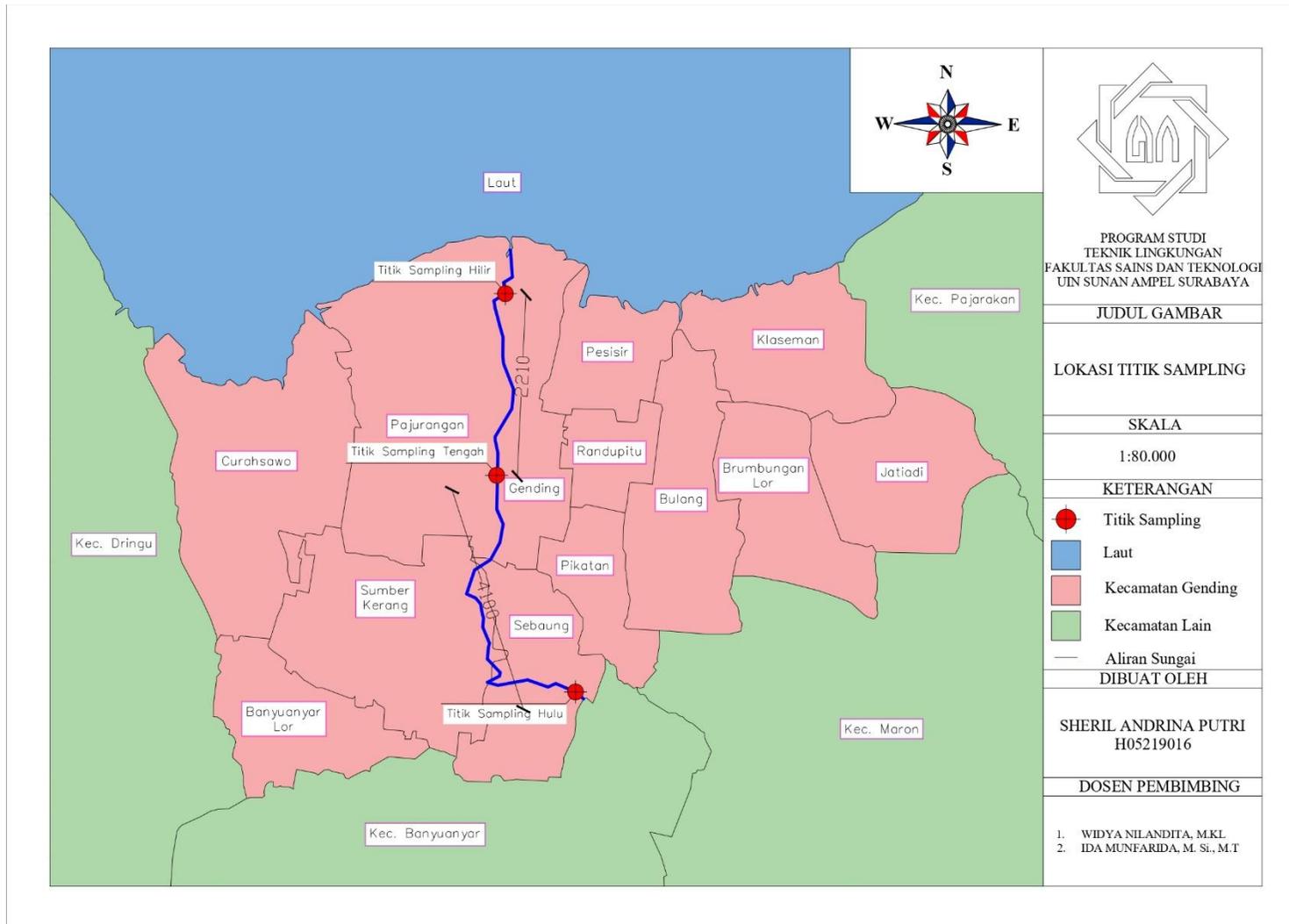
Tabel 3.1 Lokasi *Sampling*

Nama Lokasi	Koordinat	Deskripsi
Hulu	7°48'57.5" LS 113°19'08.8" BT	Lokasi ini berada di dekat pintu air dimana aliran air pada lokasi ini cukup deras.
Tengah	7°47'32.4"LS 113°18'33.6"BT	Lokasi ini berada di bawah jembatan dengan aliran air tenang. Lokasi ini berada di dekat permukiman warga.
Hilir	7°46'26.7"LS 113°18'36.5"BT	Lokasi ini memiliki aliran yang tenang serta berada cukup dekat dengan permukiman warga. Lokasi ini juga dekat dengan muara sungai Gending.

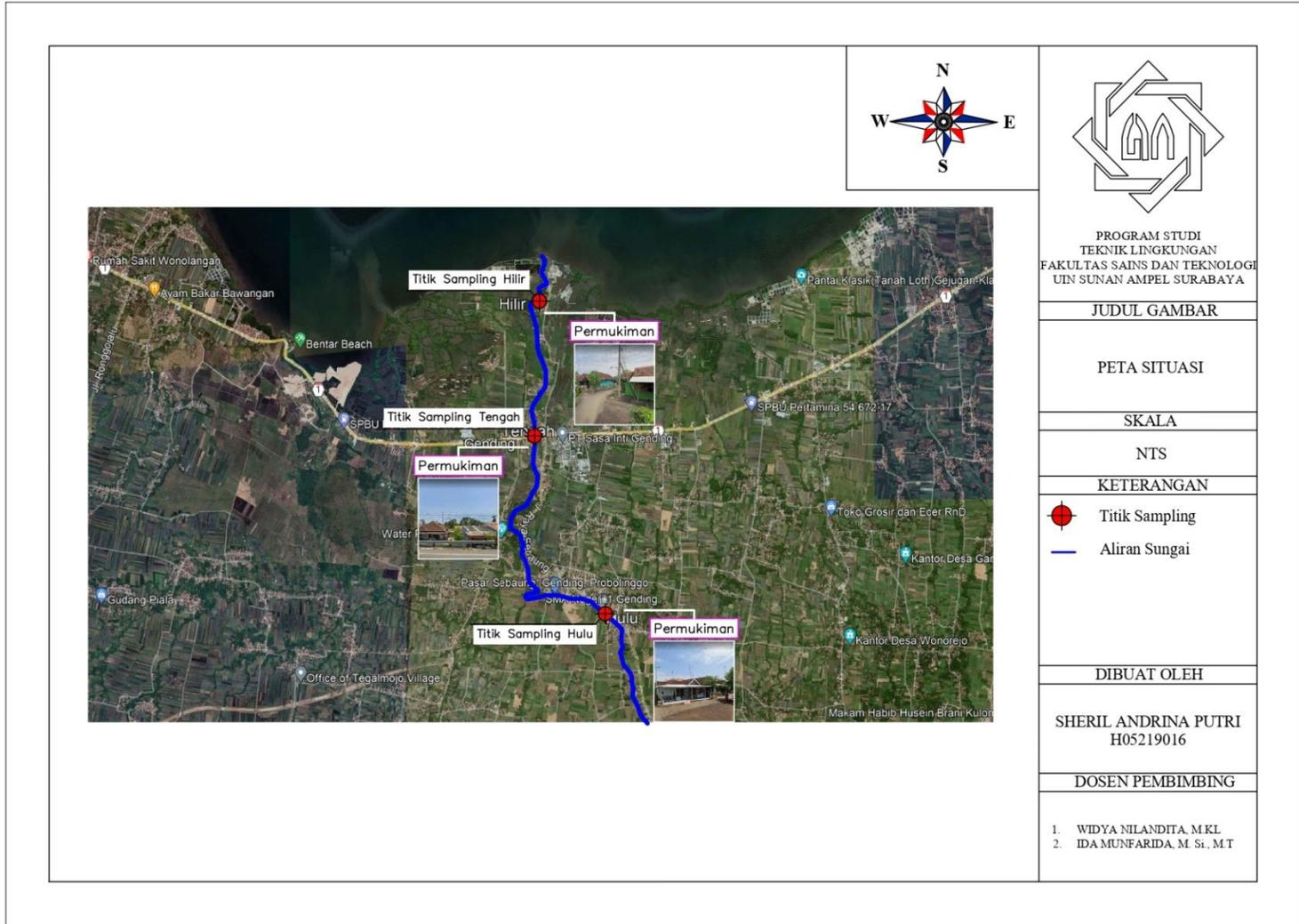
Sumber: *Data Pribadi (2023)*



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 3.1 Peta Lokasi *Sampling*
 Sumber: *Hasil Analisis*, (2023)



Gambar 3.2 Peta Situasi Lokasi *Sampling*
 Sumber: *Hasil Analisis*, (2023)

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi 2, yakni yang akan digunakan dalam pengambilan sampel dan alat untuk mengidentifikasi mikroplastik di laboratorium. Berikut merupakan alat yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3.2 Alat Penelitian

No	Alat	Fungsi	Sumber
1.	<i>Plankton net</i>	Pengambilan sampel air	(Rizqiyah, 2022)
2.	Botol kaca	Wadah menyimpan sampel air	(SNI 8995:2021, 2021)
3.	Ember	Pengambilan sampel air	(SNI 6989.59:2008, 2008)
4.	<i>Coolbox</i>	Penyimpanan sampel	(Syafie, 2019)
5.	Mikroskop	Mengidentifikasi mikroplastik	(Masura dkk., 2015)
6.	FT-IR	Mengidentifikasi mikroplastik	(Rizqiyah, 2022)
7.	Botol semprot	Menyimpan aquades	(Masura dkk., 2015)
8.	<i>Beaker glass</i>	Wadah sampel	(Masura dkk., 2015)
9.	Neraca analitik	Menimbang berat sampel	(Masura dkk., 2015)
10.	<i>Hotplate</i>	Memanaskan larutan	(Masura dkk., 2015)
11.	<i>Stir bar</i>	Menghomogenkan sampel	(Masura dkk., 2015)
12.	Oven	Mengeringkan sampel	(Masura dkk., 2015)
13.	<i>Mesh</i>	Penyaringan sampel	(Masura dkk., 2015)
14.	Kaca arloji	Menutup gelas beaker	(Masura dkk., 2015)
15.	<i>Ponar grab</i>	Mengambil sampel sedimen	(Nuryanti, 2022)
16.	Plastik	Menyimpan sampel sedimen	(Syafie, 2019)
17.	Pinset	Mengambil mikroplastik	(Masura dkk., 2015)

Sumber: (Masura dkk., 2015; Nuryanti, 2022; Rizqiyah, 2022; SNI 6989.59:2008, 2008; SNI 8995:2021, 2021; Syafie, 2019)

3.3.2 Bahan

Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini yakni sebagai berikut.

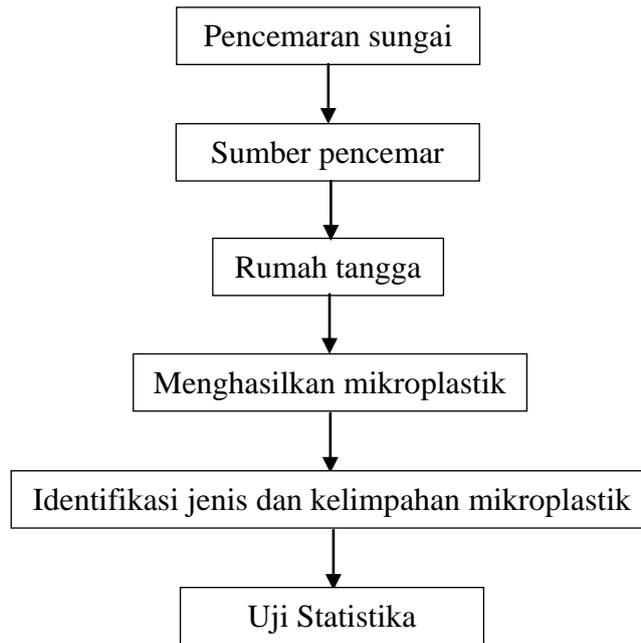
Tabel 3.3 Bahan Penelitian

No	Bahan	Fungsi	Sumber
1.	Sampel air	Bahan uji	(Masura dkk., 2015)
2.	Aquades	Mengkalibrasi alat	(Masura dkk., 2015)
3.	H ₂ O ₂	Melarutkan zat organik	(Masura dkk., 2015)
4.	NaCl	Pemisahan densitas	(Masura dkk., 2015)
5.	FeSO ₄	Memisahkan bahan organik	(Masura dkk., 2015)
6.	Kertas saring Whatman	Menyaring sampel	(Masura dkk., 2015)
7.	Alumunium foil	Menutup sampel	(Masura dkk., 2015)
8.	Sampel sedimen	Bahan uji	(Masura dkk., 2015)

Sumber: (Hanif dkk., 2021; Masura dkk., 2015)

3.4 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir ini berisikan alur dalam pelaksanaan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan hasil optimal sesuai dengan tujuan identifikasi. Kerangka pikir ini digunakan sebagai konsep pikir yang merupakan gambaran awal pada pelaksanaan penelitian sehingga dapat memudahkan dalam penelitian dan penulisan laporan. Berikut merupakan kerangka pikir pada penelitian ini yang terdapat pada gambar 3.3.

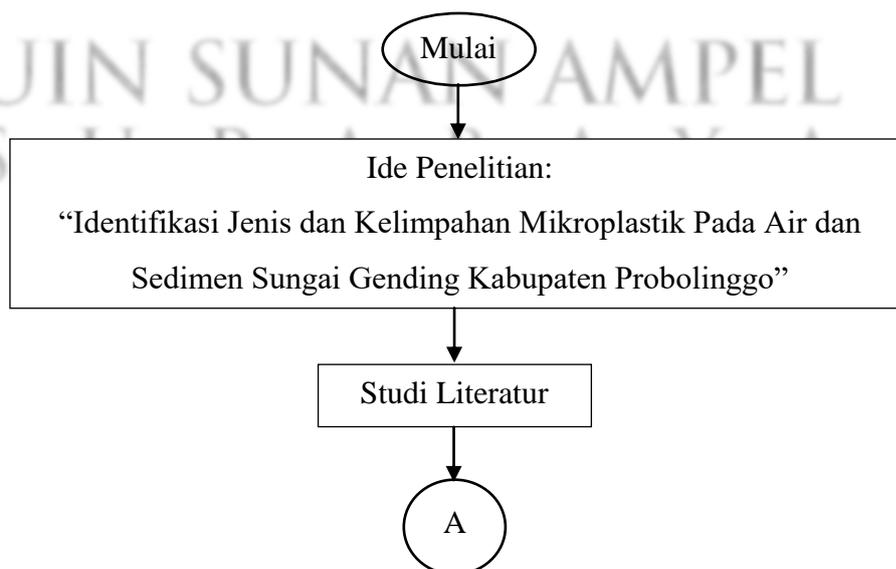


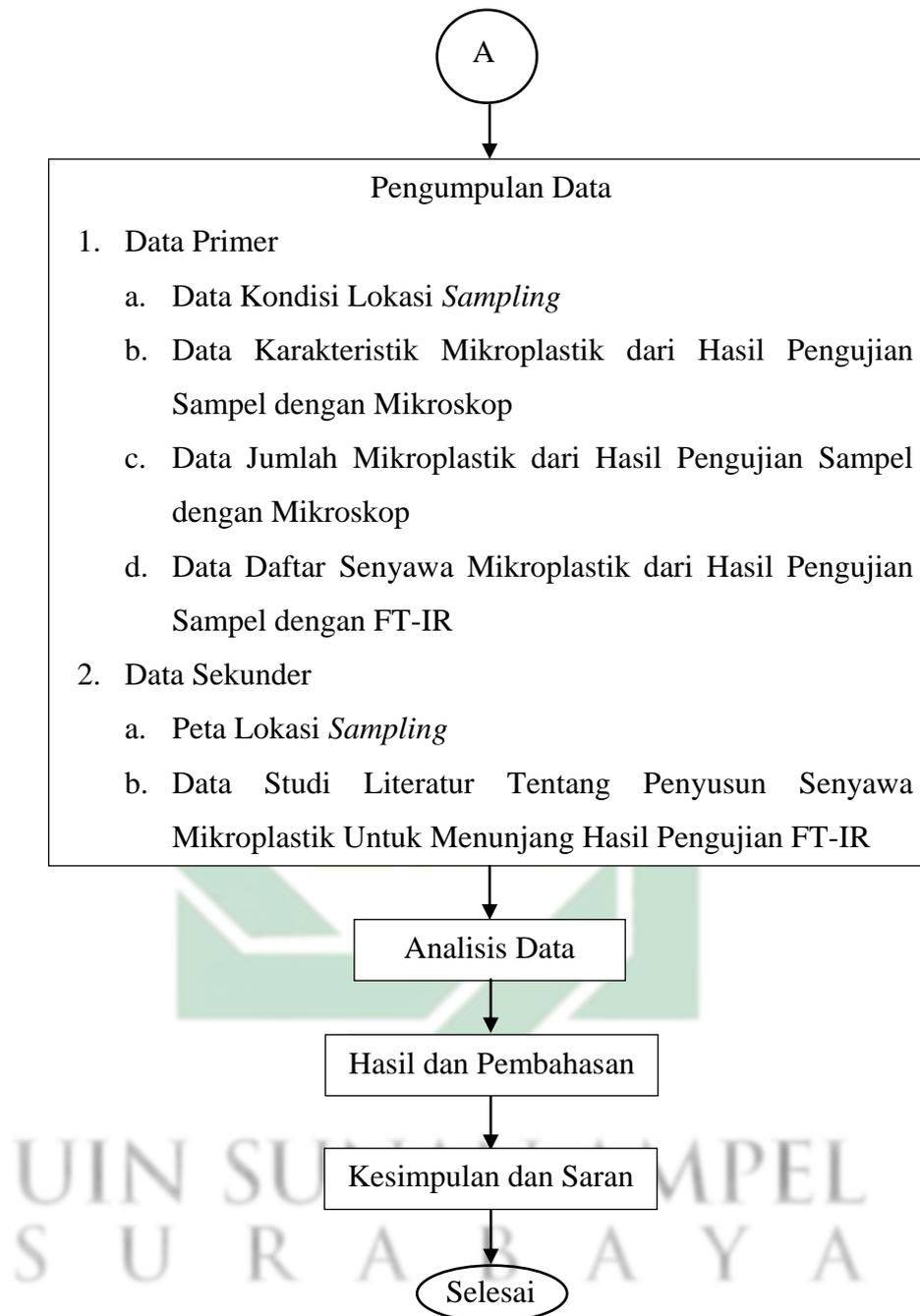
Gambar 3.3 Kerangka Pikir Penelitian

Sumber: *Hasil Analisis, (2023)*

3.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini meliputi tahapan atau langkah-langkah yang akan diselesaikan selama penelitian. Tujuan tahap ini adalah untuk menyederhanakan dan memberikan penjelasan melalui bahasa yang detail. Tahapan penelitian digambarkan pada Gambar 3.4 di bawah ini.





Gambar 3.4 Kerangka Penelitian

Sumber: *Hasil Analisis*, (2023)

3.5.1 Tahap Persiapan Penelitian

Tahap ini sendiri merupakan tahap awal seperti melakukan pengumpulan studi literatur berkaitan dengan tema penelitian dilanjutkan observasi lokasi penelitian yang akan digunakan.

3.5.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

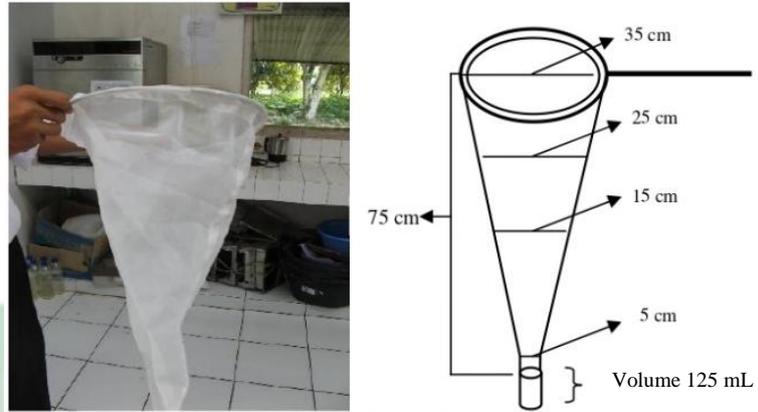
1. Pengambilan Sampel

a. Sampel Air

Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan metode *integrated samples* atau sampel gabungan tempat. Berdasarkan SNI 6989.59:2008, sampel gabungan tempat merupakan campuran sampel yang diambil dari titik yang berbeda pada waktu yang sama dengan volume yang sama. Pada metode ini, tiga sampel air yang masing-masing memiliki volume yang sama diambil dari tepi kanan, tengah, dan tepi kiri sungai pada setiap lokasi pengambilan sampel digabungkan. Air yang telah diambil menggunakan ember berukuran 10 L disaring menggunakan jaring atau *plankton net* untuk menurunkan volume sampel air. Berdasarkan SNI 8995:2021, sampel dapat diambil menggunakan alat pengambil sampel sederhana berupa ember plastik yang dilengkapi dengan tali atau gayung plastik yang bertangkai panjang. *Sampling* secara vertikal sangat dimungkinkan dengan penggunaan *plankton net*. Ukuran *plankton net* yang sangat kecil memungkinkan untuk mengumpulkan sampel dari perairan terbuka. Setelah mengumpulkan sampel air di satu lokasi, *plankton net* dibersihkan dengan air untuk mencegah penumpukan mikroplastik pada lokasi pengambilan sampel berikutnya (Löder & Gerdts, 2015).

Perairan diambil sampel mikroplastiknya menggunakan *plankton net* dengan ukuran mata jaring 0,4 mm dan volume saringan 15 liter. *Plankton net* dibersihkan dengan air setelah semua sampel air disaring untuk memastikan tidak ada mikroplastik yang tertinggal atau menempel di jaring. Mikroplastik akan terkumpul di dalam *bucket* yang terdapat di bagian akhir ujung *plankton net* yang biasanya *bucket* ini

berbentuk tabung yang mudah di lepas dari tabungnya (Ayuningtyas, 2019). Setelah disaring, sampel dimasukkan ke dalam botol sampel (Hanif dkk., 2021).



Gambar 3.5 *Plankton Net*

Sumber: Komalawati (2018)

b. Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen juga dilakukan dengan menggunakan metode *integrated sample* atau sampel gabungan tempat. Sampel gabungan tempat merupakan campuran sampel yang diambil dari titik yang berbeda pada waktu yang sama dengan volume yang sama (SNI 6989.59:2008, 2008). Pada metode ini, tiga sampel sedimen yang masing-masing memiliki berat yang sama diambil dari tepi kanan, tengah, dan tepi kiri sungai pada setiap lokasi pengambilan sampel digabungkan.

Ponar grab dengan ukuran 20 x 20 x 15 cm digunakan untuk mengambil sampel sedimen dari dasar sungai. Dalam pengoperasiannya, *ponar grab* diikat dengan tali PE (tali *Polyethylene* atau tali tambang) 16 mm dengan panjang tali disesuaikan dengan dalamnya dasar perairan tempat pengambilan sampel sedimen, lalu turunkan secara perlahan sampai menyentuh dasar perairan dan dihentikan agar

ponar grab menutup sehingga sampel yang telah masuk ke dalam *ponar grab* tidak keluar lagi (Rahmat & Koderi, 2018). Karena sifat sedimen lama yang terdegradasi, sampel sedimen tidak diawetkan (Satriawanputri, 2022). Menurut NOAA, sampel dikumpulkan hingga 400 g di setiap lokasi, kemudian sampel ditempatkan dalam plastik berlabel dan disimpan pada suhu kamar untuk dianalisis.



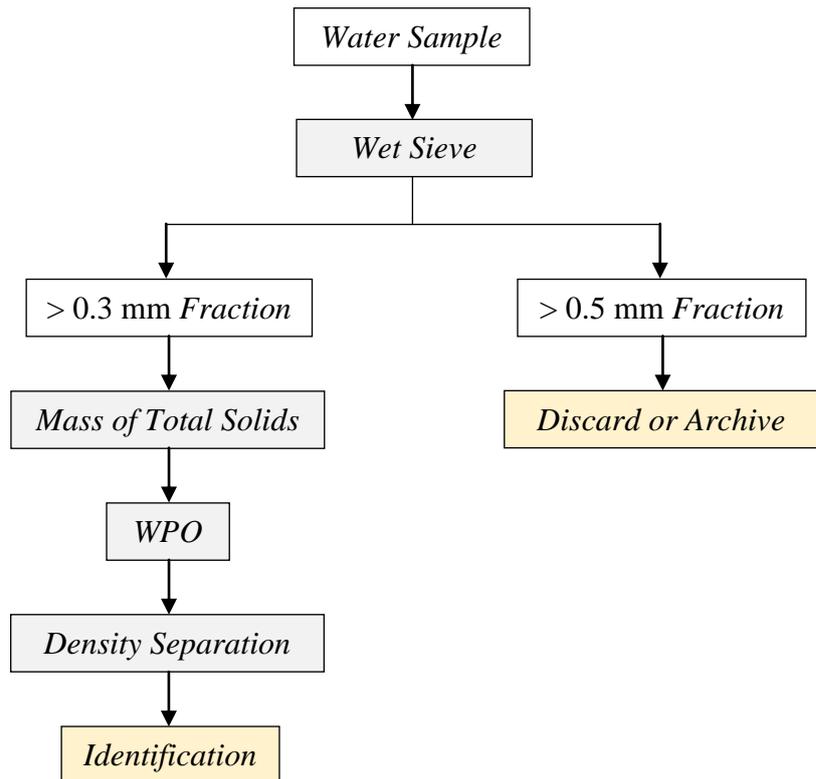
Gambar 3.6 *Ponar Grab*

Sumber: *Rahmat & Koderi (2018)*

2. Preparasi Sampel

a. Sampel Air

Setelah dilakukannya pengambilan sampel, langkah selanjutnya yakni mengidentifikasi sampel. Berdasarkan Masura dkk. (2015), untuk memisahkan sampel mikroplastik dengan bahan lain dilakukan dengan 4 tahap, yaitu tahap pengayakan basah (*wet sieving*), tahap pemindahan residu yang telah diayak (*transfer and determine mass of sieved solid*), tahap oksidasi peroksida basah (WPO), serta tahap pemisahan padatan (*density separation*). Berikut merupakan skema kerja dari identifikasi sampel yang akan dilakukan.



Gambar 3.7 Skema Kerja Preparasi Sampel Air

Sumber: Masura dkk. (2015)

1) *Wet Sieve*

Berdasarkan Masura dkk. (2015), penyaringan sampel yang telah terkumpul merupakan langkah awal yang perlu dilakukan untuk mengidentifikasi mikroplastik. Lewatkan sampel melalui susunan saringan 0,425 mm (No. 40) dan 0,3 mm (No. 50), lalu bilas dengan aquades menggunakan botol semprot untuk memindahkan sisa padatan ke saringan atau *mesh*. Setelah itu, pastikan semua komponen benar-benar dibilas, dikeringkan, dan disortir, lalu bilas saringan secara menyeluruh dengan aquades. Bila perlu, buang atau simpan padatan yang tertahan di saringan 0,425 mm.

2) *Mass of Total Solids*

500 mL gelas beaker yang bersih dan kering harus ditimbang. Dengan menggunakan spatula, pindahkan sedimen yang disaring melalui saringan 0,3 mm ke dalam gelas beaker dan kemudian bilas dengan aquades dalam botol semprot. Pastikan untuk memindahkan semua padatan ke dalam gelas beaker. Untuk mengeringkan sampel, tempatkan gelas beaker dalam oven dengan suhu 90°C selama sekitar 24 jam. Dengan timbangan analitik yang terbatas, timbang gelas beaker yang diisi dengan padatan kering. Untuk mendapatkan massa total padatan yang terkumpul di saringan, kurangi massa dari gelas beaker sebelum ditambahkan padatan (Masura dkk., 2015).

3) *Wet Peroxide Oxidation*

Oksidasi peroksida basah digunakan agar sampel dari bahan organik dipisahkan. Padatan yang dikumpulkan pada saringan berukuran 0,3 mm pertama-tama harus ditambahkan ke gelas beaker dengan 20 mL larutan FeSO_4 0,05 M, diikuti dengan 20 mL hidrogen peroksida 30%. Sebelum melanjutkan, diamkan campuran pada suhu kamar selama lima menit. Masukkan batang pengaduk ke dalam gelas beaker setelah itu, lalu letakkan kaca arloji di atasnya. Panaskan di atas *hotplate* dengan suhu 75°C. Keluarkan gelas beaker dari *hotplate* segera setelah gelembung gas muncul di permukaan dan biarkan sampai suhunya menurun. Tambahkan aquades untuk memperlambat reaksi (jika dapat menyebabkan gelas beaker meluap). Dilakukan pemanasan ulang pada suhu 75°C selama 30 menit adalah langkah selanjutnya. Tambahkan tambahan 20 mL hidrogen peroksida 30% jika bahan organik alami

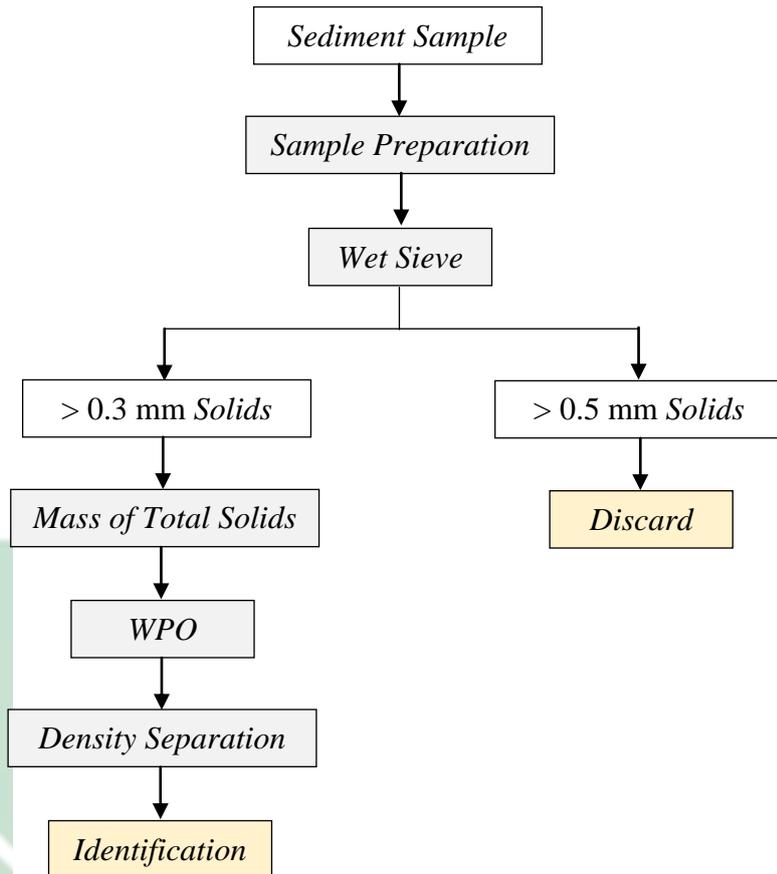
masih terlihat. Lanjutkan sampai tidak ada lagi sisa bahan organik. Untuk menaikkan densitas larutan, tambahkan 6 g (NaCl) per 20 mL sampel. Kemudian, panaskan campuran tersebut pada suhu 75°C hingga garamnya larut (Masura dkk., 2015).

4) *Density Separation*

Density separation atau pemisahan kepadatan dilakukan dengan mendiamkan sampel hingga padatan mengendap dan didapatkan supernatan yang baik. Bahan organik atau padatan yang tersisa pada sampel akan mengendap dikarenakan faktor perbedaan massa jenis antara bahan organik atau padatan dengan larutan dan partikel mikroplastik. Supernatan yang diperoleh akan disaring menggunakan kertas saring *Whatman* yang kemudian akan dibilas dengan aquades untuk memindahkan partikel mikroplastik yang ada pada kertas saring ke cawan petri untuk diidentifikasi (Masura dkk., 2015).

b. Sampel Sedimen

Langkah selanjutnya setelah pengambilan sampel sedimen adalah mengidentifikasi sampel. Menurut Masura dkk. (2015), untuk memisahkan sampel mikroplastik dari komponen lainnya, terdapat beberapa prosedur yang tidak jauh berbeda dengan perlakuan sampel air. Proses identifikasi sampel akan dilakukan sesuai dengan rencana kerja yang tercantum di bawah ini.



Gambar 3.8 Skema Kerja Preparasi Sampel Sedimen

Sumber: Masura dkk. (2015)

1) *Sediment Sample Preparation*

800 mL gelas beaker yang bersih dan kering harus ditimbang dan ditandai dengan ketelitian 0,1 mg. Sedimen basah sebanyak 400 g harus ditimbang mendekati 0,1 mg, kemudian ditambahkan ke dalam gelas beaker. Keringkan dalam oven 90°C sepanjang hari atau sampai sampel kering. Untuk menghitung berat sampel kering, timbang gelas beaker dan sedimen kering (b). Hitung massa total sedimen kering (c) dengan mengurangkan massa beaker glass (a) (rumus: $b - a = c$). Ke sampel sedimen kering, tambahkan 300 mL NaCl (300 g NaCl/1 L aquades). Kemudian aduk untuk

memisahkan mikroplastik selama beberapa menit (Masura dkk., 2015).

2) *Wet Sieving and Transfer of Sieved Solids*

Sampel harus ditempatkan dalam saringan 0,3 mm. Untuk memindahkan semua sisa padatan ke saringan, bilas gelas beaker dengan aquades. Pengulangan diperlukan. Semua bahan harus dibersihkan dengan baik, dikeringkan, dan disortir. Buang semua bahan yang lebih besar dari 0,425 mm. Gelas beaker 500 mL harus kering, bersih, dan ditimbang dengan ketelitian 0,1 mg. Dengan spatula, pindahkan sedimen yang tersisa dalam saringan 0,3 mm ke gelas beaker 500 mL lalu bilas dengan aquades dalam botol semprot. Pastikan untuk memindahkan semua padatan ke gelas beaker. Untuk sampel kering, oven gelas beaker dan padatan pada suhu 90°C selama 24 jam atau lebih. (Masura dkk., 2015).

3) *Determine the Mass of Total Solids*

Timbang massa *beaker glass* dengan padatan kering menggunakan neraca analitik hingga 0,1 mg terdekat (b). Kurangi massa dari *beaker glass* (a) untuk mendapatkan massa padatan total (c) (rumus: $b - a = c$) (Masura dkk., 2015).

4) *Wet Peroxide Oxidation (WPO)*

Oksidasi peroksida basah digunakan agar sampel dari bahan organik dipisahkan. Padatan yang dikumpulkan pada saringan berukuran 0,3 mm pertama-tama harus ditambahkan ke gelas beaker dengan 20 mL larutan FeSO_4 0,05 M, diikuti dengan 20 mL hidrogen peroksida 30%. Sebelum melanjutkan, diamkan campuran pada suhu kamar selama lima menit. Masukkan batang pengaduk ke dalam gelas beaker

setelah itu, lalu letakkan kaca arloji di atasnya. Panaskan diatas *hotplate* dengan suhu 75°C. Keluarkan gelas beaker dari *hotplate* segera setelah gelembung gas muncul di permukaan dan biarkan sampai suhunya menurun. Tambahkan aquades untuk memperlambat reaksi (jika dapat menyebabkan gelas beaker meluap). Dilakukan pemanasan ulang pada suhu 75°C selama 30 menit adalah langkah selanjutnya. Tambahkan tambahan 20 mL hidrogen peroksida 30% jika bahan organik alami masih terlihat. Lanjutkan sampai tidak ada lagi sisa bahan organik. Untuk menaikkan densitas larutan, tambahkan 6 g (NaCl) per 20 mL sampel. Kemudian, panaskan campuran tersebut pada suhu 75°C hingga garamnya larut (Masura dkk., 2015).

5) *Density Separation*

Density separation atau pemisahan kepadatan dilakukan dengan mendinginkan sampel hingga padatan mengendap dan didapatkan supernatan yang baik. Bahan organik atau padatan yang tersisa pada sampel akan mengendap dikarenakan faktor perbedaan massa jenis antara bahan organik atau padatan dengan larutan dan partikel mikroplastik. Supernatan yang diperoleh akan disaring menggunakan kertas saring *Whatman* yang kemudian akan dibilas dengan aquades untuk memindahkan partikel mikroplastik yang ada pada kertas saring ke cawan petri untuk diidentifikasi (Masura dkk., 2015).

3. Identifikasi Mikroplastik

Berdasarkan Marine & Environmental Research Institute (2015), identifikasi mikroplastik dapat dilakukan melalui beberapa cara, yaitu:

a. Inspeksi Secara Visual

Mikroskop digunakan untuk memeriksa sampel serta untuk menentukan jumlah mikroplastik yang ada berdasarkan ukuran, bentuk, dan warnanya. Untuk lebih mudah menemukan mikroplastik dalam sampel, pengujian sampel idealnya dilakukan di bawah lensa pembesaran 10x pada mikroskop. Pelet, potongan, film, dan busa adalah berbagai bentuk mikroplastik yang dapat diamati, lalu warna mikroplastik yang mungkin ditemukan seperti hitam, biru, putih, tembus cahaya, merah, atau *multicolor*.

b. Identifikasi Secara Tekstur dan Fleksibilitas

Sebagian besar potongan plastik agak fleksibel dan tidak akan pecah saat didorong. Pinset akan memungkinkan untuk mengecek setiap bagian. Potongan plastik akan sering memantul atau melompat saat didorong. Jika sebuah potongan pecah saat disentuh, maka potongan tersebut tidak dihitung sebagai plastik.

c. Identifikasi Berdasarkan Karakteristik Morfologi

Identifikasi karakteristik morfologi sebanyak mungkin dapat dilakukan untuk kategorisasi yang akurat. Berikut merupakan beberapa aturan dalam identifikasi berdasarkan karakteristik.

1) Filamen Harus Sama Tebal Di Seluruh Panjangnya

Umumnya selalu benar untuk filamen memiliki tebal yang sama. Namun, terkadang filamen terlihat membelah atau berjumbai.

2) Mikroplastik harus menunjukkan warna yang homogen seluruhnya

Beberapa mikroplastik tidak memiliki warna yang homogen, namun tidak menutup kemungkinan untuk menemukan pola atau garis.

4. FT-IR Exam

Sebelum pengujian, terlebih dahulu dilakukan preparasi sampel yang akan diuji. Sampel mikroplastik yang dijadikan sampel dan yang akan diuji berasal dari tahap identifikasi mikroplastik yang dilakukan sebelumnya. Mikroplastik akan diuji menggunakan alat FT-IR untuk mengetahui jenis polimernya. Pada setiap jenis sampel akan diambil satu partikel mikroplastik sebagai perwakilan untuk diuji menggunakan alat FT-IR. Pengujian sampel menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR) digunakan untuk mengidentifikasi komponen kimia dari mikroplastik yang terkandung dalam sampel uji. Untuk membedakan unsur kimia yang ada dalam sampel uji, FT-IR memanfaatkan variasi gugus fungsi dari setiap unsur kimia. Data dari FT-IR disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang mencantumkan komponen kimia yang terdeteksi pada sampel uji (Mahadika, 2022).

3.6 Analisis Data

3.6.1 Analisis Morfologi Mikroplastik

Data yang dianalisis adalah data hasil pemeriksaan mikroskop berupa penampakan karakteristik morfologi partikel mikroplastik yang meliputi warna (merah, biru, hijau, putih, kuning, abu-abu, hitam, pink, transparan, pigmentasi, dan lain-lain), serta bentuk partikel (fiber, film, fragment, palet) pada masing-masing sampel untuk diklasifikasi dan dikuantifikasi berdasarkan bentuk partikel mikroplastik (Syachbudi, 2020).

3.6.2 Analisis Jenis Polimer Mikroplastik

Pada penelitian ini digunakannya alat FT-IR agar dapat menganalisis jenis polimer mikroplastik dengan senyawa yang terbaca oleh alat tersebut. Alat FT-IR dapat menghasilkan grafik yang berupa grafik puncak dari gugus fungsi senyawa yang mendekati serta dapat menghasilkan daftar senyawa yang dapat terbaca pada sampel yang diuji. Hasil yang ditampilkan tersebut kemudian akan disesuaikan dengan referensi yang dapat menjelaskan penyusun dari senyawa yang muncul setelah dilakukannya uji FT-IR (Faqih, 2022).

3.6.3 Perhitungan Jumlah Kelimpahan Mikroplastik

Kelimpahan mikroplastik akan dihitung menggunakan data yang dikumpulkan dari pengamatan yang dilakukan di bawah mikroskop. Perhitungan kelimpahan mikroplastik pada air dilakukan dengan membagi jumlah air yang disaring dengan jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan (Kazour dkk., 2019). Berikut merupakan rumus yang digunakan:

$$\text{Kelimpahan Mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah partikel}}{\text{Volume air tersaring (m}^3\text{)}} \quad \text{Rumus 3.1}$$

Menurut Syafie (2019), perhitungan kelimpahan mikroplastik pada sedimen dilakukan dengan menggunakan rumus:

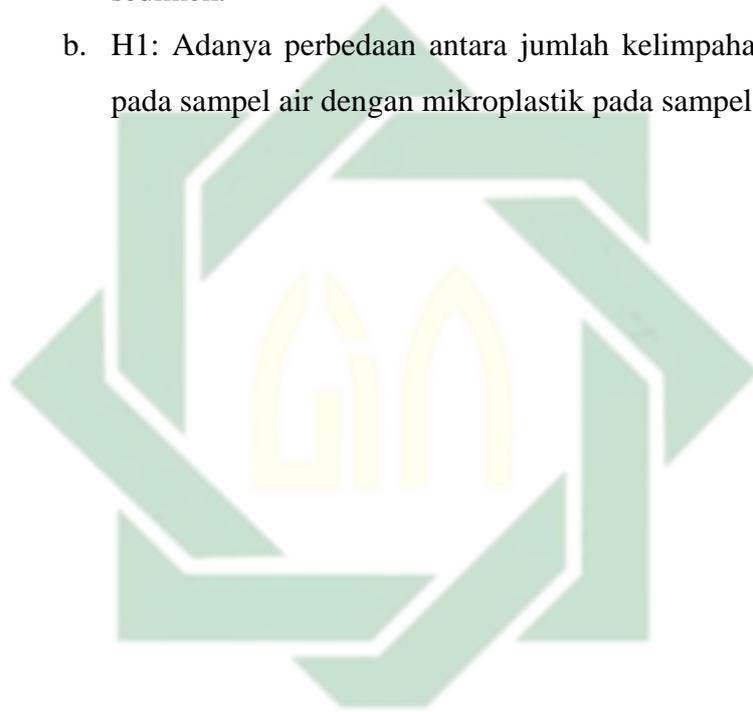
$$\text{Kelimpahan Mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah partikel}}{\text{Sedimen kering (kg)}} \quad \text{Rumus 3.2}$$

3.6.4 Analisis Perbandingan Jumlah Kelimpahan Mikroplastik

Pada penelitian ini, *one way* ANOVA digunakan untuk menganalisis perbandingan jumlah kelimpahan mikroplastik yang telah didapatkan. Uji normalitas dan homogenitas diperlukan sebelum dilakukannya uji *one way* ANOVA. Apabila data dapat berdistribusi normal dan homogen, maka dapat menggunakan *one way* ANOVA parametrik. Akan tetapi, apabila data tidak normal maka data ditransformasi kemudian diuji normalitas dan homogenitasnya kembali. Apabila data telah normal dan homogen

setelah ditransformasi, maka dapat dilanjutkan dengan uji *one way* ANOVA parametrik. Namun, jika tetap tidak terdistribusi normal dan homogen, maka data diuji dengan *one way* ANOVA non-parametrik (Wahdani dkk., 2020). Asumsi yang diuji dengan analisis ini adalah:

- a. H₀: Tidak ada perbedaan antara jumlah kelimpahan mikroplastik pada sampel air dengan sampel mikroplastik pada sedimen.
- b. H₁: Adanya perbedaan antara jumlah kelimpahan mikroplastik pada sampel air dengan mikroplastik pada sampel sedimen.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Morfologi Mikroplastik

Pengamatan mikroplastik dilakukan di Laboratorium Taksonomi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dengan menggunakan mikroskop stereo Nikon SMZ 745 dengan perbesaran hingga $5\times$ dimana menghasilkan data untuk mengidentifikasi mikroplastik. Proses identifikasi mikroplastik pada setiap sampel mengalami sedikit kendala dimana masih banyaknya bahan organik yang masih belum terurai. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh proses WPO dimana penambahan larutan H_2O_2 30% yang kurang sehingga menyebabkan sampel menjadi tidak jernih dan tidak semua bahan organik dapat terurai.

Berdasarkan hasil analisis, mikroplastik jenis fragmen, filamen, film, dan pelet ditemukan berada disekitar bahan organik yang masih belum terurai. Pada analisis ini, dilakukan tiga tahapan dalam membedakan bahan organik dan mikroplastik, yaitu:

a. Inspeksi secara visual

Sampel diperiksa dalam kondisi pencahayaan yang baik dengan bantuan mikroskop. Teknik visual digunakan untuk mengidentifikasi mikroplastik dengan memeriksa bentuk dan warnanya (Wang & Wang, 2018). Pemeriksaan secara visual dilakukan dengan melakukan perbesaran mikroskop 2×10 dan 5×10 . Perbesaran 2×10 didapatkan hasil yaitu mikroplastik jenis filamen yang memiliki ukuran cukup panjang. Sedangkan pada perbesaran 5×10 ditemukannya mikroplastik yang berukuran lebih kecil, seperti fragmen, film, dan pelet. Kemudian untuk dapat menentukan warna mikroplastik yang jelas, dibutuhkan perbesaran mikroskop 5×10 . Warna mikroplastik yang diidentifikasi pada penelitian ini yaitu hitam, coklat, merah muda, biru, dan transparan. Apabila dalam proses identifikasi terdapat partikel yang berkilauan atau dapat merefleksikan cahaya, maka partikel tersebut bukan merupakan partikel mikroplastik (Merkus, 2009).

b. Identifikasi secara tekstur dan fleksibilitas

Menurut Marine & Environmental Research Institute (2015) bahwa sebagian besar mikroplastik memiliki sifat fleksibel dan tahan hancur saat ditekan dengan pinset. Oleh karena itu, jika suatu benda yang diduga mikroplastik hancur di bawah tekanan pinset, maka tidak dapat dikategorikan sebagai salah satu dari berbagai jenis mikroplastik. Pada penelitian ini, juga dilakukannya identifikasi secara tekstur dan fleksibilitas dimana partikel yang diperkirakan merupakan mikroplastik ditekan dengan pinset. Setelah ditekan oleh pinset tersebut, terdapat beberapa partikel yang diduga mikroplastik yang hancur dimana dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa partikel tersebut bukan merupakan mikroplastik. Sedangkan partikel yang tidak hancur setelah ditekan oleh pinset merupakan partikel mikroplastik.

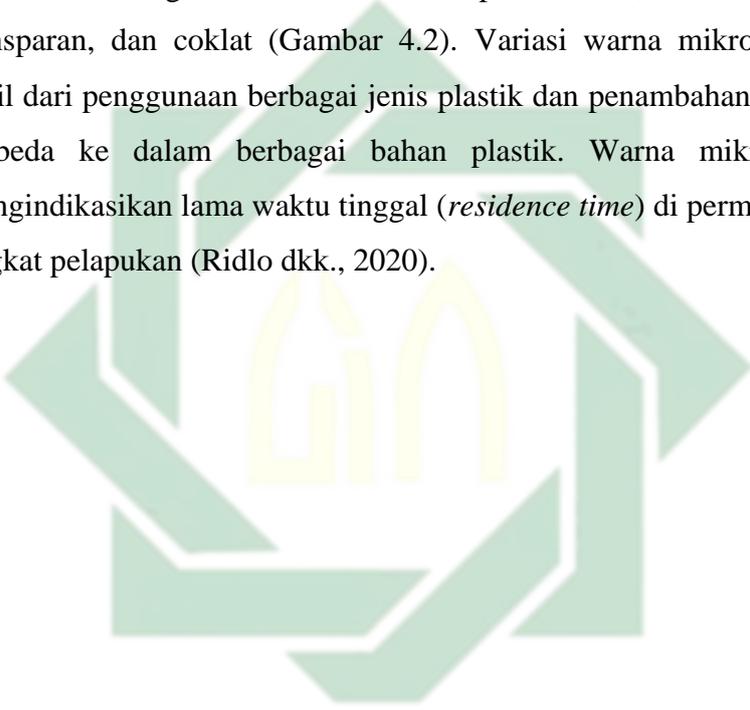
c. Identifikasi berdasarkan karakteristik morfologi mikroplastik

Berdasarkan yang telah dijelaskan oleh Marine & Environmental Research Institute (2015) bahwa pada tahap ini dilakukan perbandingan contoh gambar atau ilustrasi dari morfologi mikroplastik dengan partikel yang diduga mikroplastik, dan apabila ditemukan kesamaan maka partikel tersebut dapat dikategorikan sebagai mikroplastik. Pada penelitian ini dilakukannya perbandingan berdasarkan contoh gambar yang ada pada buku Marine & Environmental Research Institute (2015). Partikel yang diduga mikroplastik pada hasil identifikasi tahap pertama dan kedua kemudian akan dibandingkan dengan contoh gambar mikroplastik yang ada. Partikel yang ditemukan merupakan mikroplastik berdasarkan hasil perbandingan gambar dikarenakan terdapat persamaan. Persamaan tersebut meliputi persamaan secara warna dan bentuk pada mikroplastik.

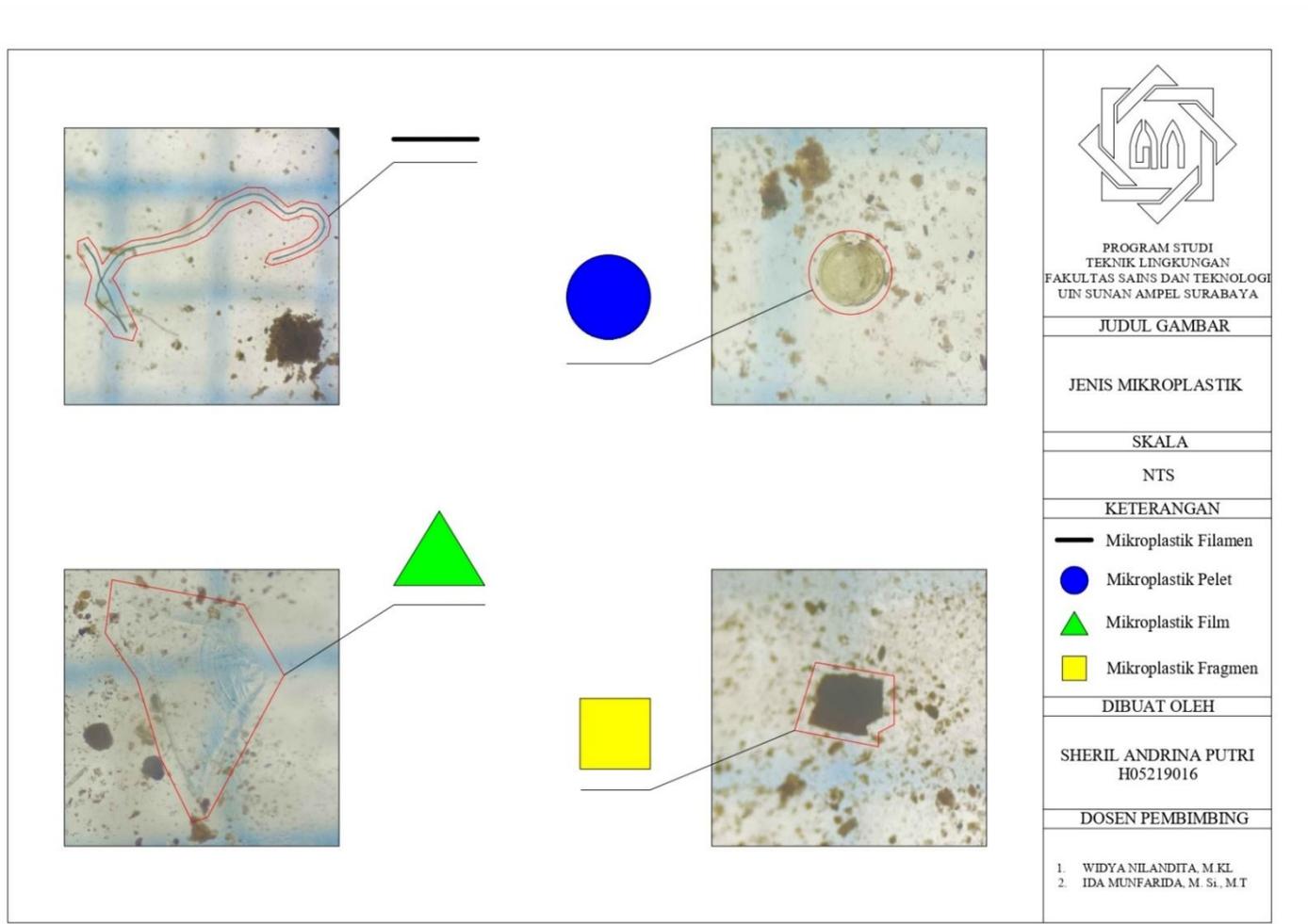
Untuk mengonfirmasi hasil identifikasi, beberapa partikel mikroplastik akan diuji FT-IR guna mengetahui gugus fungsi polimernya dan untuk memastikan bahwa partikel tersebut benar-benar merupakan partikel mikroplastik.

Hasil dari pengamatan mikroplastik yang telah dilakukan pada sampel air maupun sedimen, ditemukannya empat jenis partikel mikroplastik, yaitu filamen, film, fragmen, dan pelet (Gambar 4.1). Plastik yang terpecah menjadi berukuran < 5 mm atau yang biasa disebut mikroplastik diakibatkan oleh adanya proses fotokimia (radiasi UV), mekanis (aksi gelombang), dan biologis (aksi mikroba) (de Haan dkk., 2019).

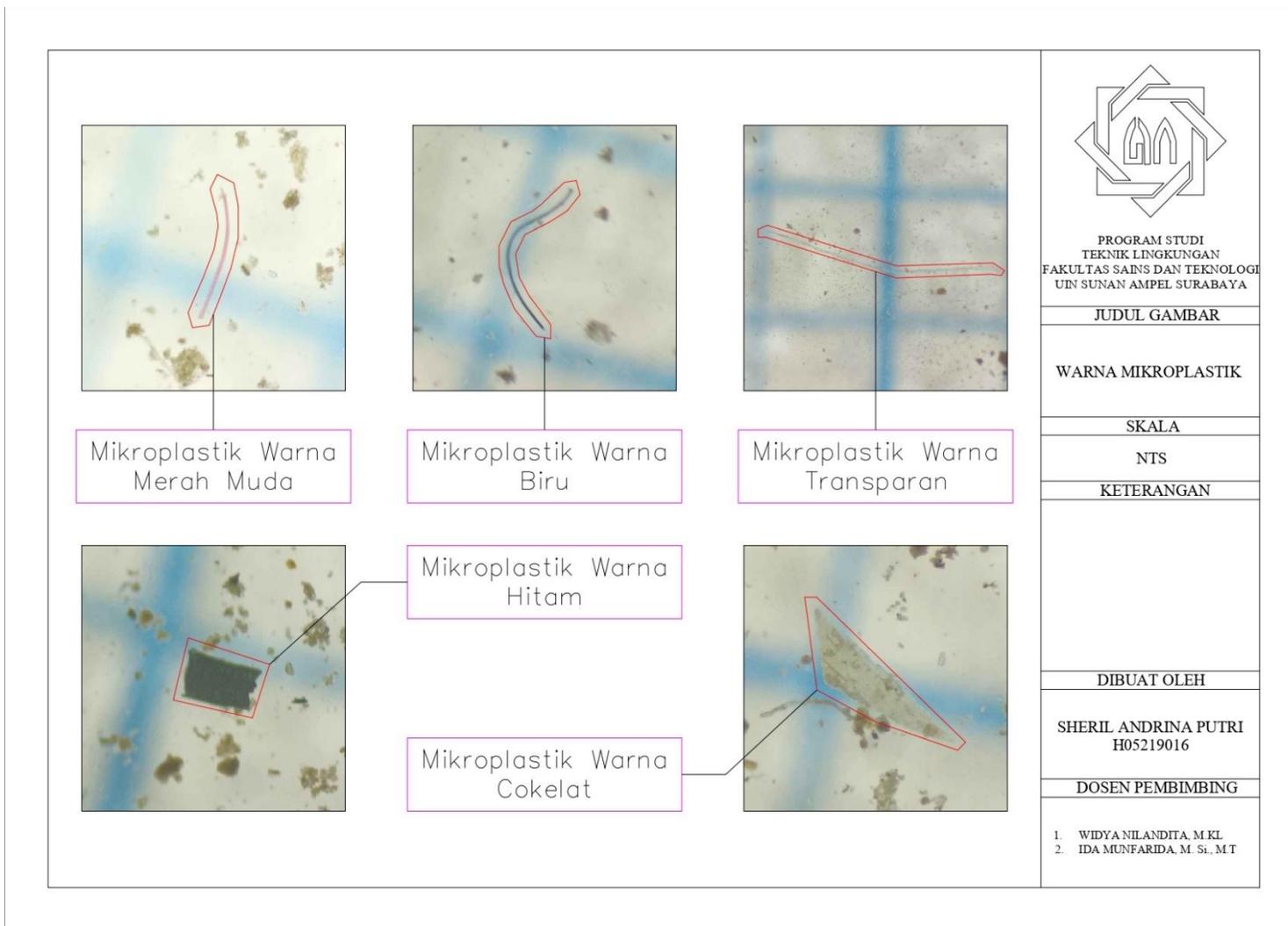
Pada pengamatan yang telah dilakukan, mikroplastik yang ditemukan memiliki berbagai macam warna seperti hitam, merah muda, biru, transparan, dan coklat (Gambar 4.2). Variasi warna mikroplastik adalah hasil dari penggunaan berbagai jenis plastik dan penambahan pewarna yang berbeda ke dalam berbagai bahan plastik. Warna mikroplastik juga mengindikasikan lama waktu tinggal (*residence time*) di permukaan air serta tingkat pelapukan (Ridlo dkk., 2020).



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 4.1 Jenis Mikroplastik yang Diperoleh
 Sumber: Hasil Analisis (2023)



Gambar 4.2 Warna Mikroplastik yang Diperoleh
 Sumber: *Dokumentasi*, (2023)

Pada penelitian ini, didapatkan hasil mikroplastik yang ditemukan dalam berbagai bentuk dan jenis pada setiap sampelnya. Pada tiga sampel air, telah ditemukannya partikel mikroplastik sebanyak 147 partikel dengan rincian sesuai pada tabel 4.1. Sedangkan pada keseluruhan sampel sedimen, telah ditemukannya partikel mikroplastik sebanyak 209 partikel yang dijelaskan pada tabel 4.2. Mikroplastik jenis fragmen merupakan mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada penelitian ini dengan warna pada mikroplastik terbanyak yang telah diidentifikasi adalah warna hitam.

Tabel 4.1 Jumlah Jenis dan Warna Mikroplastik Pada Air

Lokasi	Jenis	Warna (partikel)					Jumlah (partikel)
		Hitam	Coklat	Biru	Merah Muda	Transparan	
Hulu	Filamen	-	2	1	-	13	16
	Fragmen	11	1	-	-	-	12
	Film	-	-	-	-	8	8
	Pelet	-	-	-	-	-	0
Jumlah (partikel)							36
Tengah	Filamen	-	-	-	1	7	8
	Fragmen	22	4	-	-	-	26
	Film	-	4	-	-	12	16
	Pelet	-	-	-	-	1	1
Jumlah (partikel)							51
Hilir	Filamen	-	1	3	1	10	15
	Fragmen	15	4	-	-	-	19
	Film	-	7	-	-	18	25
	Pelet	-	-	-	-	1	1
Jumlah (partikel)							60
Jumlah Keseluruhan (partikel)							147

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Tabel 4.2 Jumlah Jenis dan Warna Mikroplastik Pada Sedimen

Lokasi	Jenis	Warna (partikel)					Jumlah (partikel)
		Hitam	Coklat	Biru	Merah Muda	Transparan	
Hulu	Filamen	-	-	3	-	6	9
	Fragmen	25	8	-	-	-	33
	Film	-	-	-	-	12	12
	Pelet	-	-	-	-	-	0
Jumlah (partikel)							54
Tengah	Filamen	-	-	4	-	21	25
	Fragmen	30	2	-	-	-	32
	Film	-	6	-	-	7	13
	Pelet	-	2	-	-	-	2
Jumlah (partikel)							72
Hilir	Filamen	2	1	2	1	3	9
	Fragmen	23	3	-	-	5	31
	Film	-	4	-	-	37	41
	Pelet	-	-	-	-	2	2
Jumlah (partikel)							83
Jumlah Keseluruhan (partikel)							209

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Berdasarkan tabel 4.1 dan 4.2, dapat diketahui bahwa ditemukannya partikel mikroplastik pada lokasi hulu yang memiliki keadaan lingkungan yang masih sedikit terpolusi. Keberadaan mikroplastik di hulu sungai yang tingkat polusinya masih rendah dapat dikaitkan dengan beberapa faktor, seperti:

1. Deposisi Atmosfer

Penelitian telah menunjukkan bahwa mikroplastik dapat diangkut dalam jarak jauh melalui atmosfer. Mereka dapat terbawa angin dan menetap di permukaan bumi, termasuk sungai dan sekitarnya. Berdasarkan penelitian Allen dkk. (2019), dijelaskan bahwa mikroplastik hadir dalam *atmospheric fallout* di lokasi terpencil serta penyebarannya yang luas melalui arus udara.

2. Limpasan dan Erosi

Bahkan di daerah dengan tingkat polusi rendah, limpasan dari daerah perkotaan, lahan pertanian, dan lokasi industri dapat membawa mikroplastik ke sungai. Air hujan dan salju yang mencair dapat mengangkut mikroplastik yang ada di permukaan seperti jalan, atap, dan ladang pertanian, yang akhirnya mencapai sungai melalui sistem drainase. Erosi tanah dan sedimen yang mengandung plastik juga dapat berkontribusi pada beban mikroplastik di sungai (de Souza Machado dkk., 2018).

Pada sampel air maupun sedimen, ditemukannya banyak mikroplastik jenis fragmen. Hal ini terjadi karena mikroplastik fragmen berasal dari pecahan produk plastik yang terdiri dari polimer sintetik yang kuat, terutama berasal dari sampah plastik yang ditemukan di sepanjang tepi sungai (Faqih, 2022). Hal tersebut dapat dibuktikannya dengan ditemukannya banyak tumpukan sampah di tepi sungai Gending di sekitar 3 lokasi pengambilan sampel. Menurut Ding dkk. (2019), fragmen mengacu pada bagian kecil atau sebagian dari plastik yang lebih besar, yang ditandai dengan bentuk tepinya yang seragam. Selain itu, permukaan fragmen ini cenderung kasar dan mengandung banyak pori. Mikroplastik jenis fragmen dapat berasal dari hasil penguraian berbagai sampah plastik, antara lain seperti alat pertanian, bahan pengemas plastik, tas anyaman plastik, dan kantong benih plastik. Berdasarkan penelitian Godoy dkk. (2019), mikroplastik jenis fragmen dapat menyerap dan mengangkut berbagai polutan dari lingkungan sekitarnya yang pada dapat menyebabkan adanya potensi pelepasan bahan kimia saat dicerna oleh organisme.

Selain jenis fragmen, jenis film juga banyak ditemukan pada penelitian ini. Film merupakan lapisan tipis dan rapuh dalam produk plastik. Selain itu, film memiliki lebih banyak struktur terlipat dan tidak memiliki bentuk yang tetap di sepanjang tepinya. Film sangat rentan terhadap faktor lingkungan, dan permukaannya sering menunjukkan bekas retakan yang terlihat, menunjukkan tingkat penuaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan empat jenis mikroplastik lainnya (Ding dkk., 2019). Banyaknya mikroplastik jenis

film pada setiap lokasi diduga akibat banyaknya tumpukan sampah plastik seperti kantong plastik pada tepi sungai Gending. Hal ini sejalan dengan penelitian Di & Wang (2018) yang menyebutkan bahwa mikroplastik jenis film dapat dihasilkan dari fragmentasi bahan kemasan dan wadah plastik yang biasa digunakan sehari-hari. Mikroplastik jenis film dapat memodifikasi komunitas mikroba dan ekosistem terkait, seperti siklus nutrisi dan dekomposisi (Zettler dkk., 2013).

Mikroplastik jenis filamen atau fiber pada penelitian ini ditemukan terbanyak ketiga. Mikroplastik jenis filamen yang ditemukan diperkirakan karena adanya kegiatan memancing ikan di Sungai Gending. Hal tersebut diperkuat dengan hasil penelitian Di & Wang (2018) yang menjelaskan bahwa mikroplastik jenis filamen memiliki tampilan panjang dan tipis yang dapat berasal dari produk plastik seperti alat pancing maupun berasal dari limbah rumah tangga yang mengandung serat dari pencucian pakaian. Menurut Katare dkk. (2022), mikroplastik jenis filamen dapat mengurangi penetrasi cahaya di badan air sehingga berdampak pada organisme fotosintetik dan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan.

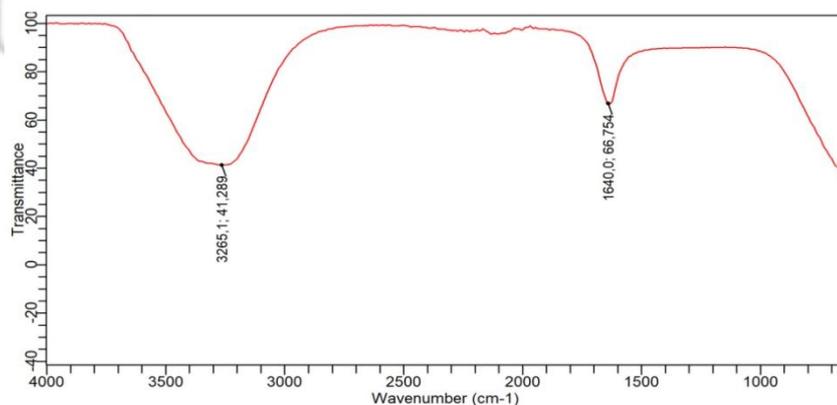
Pada penelitian ini, mikroplastik jenis pelet ditemukan dalam jumlah yang sedikit. Mikroplastik jenis pelet adalah bahan plastik yang berbentuk seperti bola bulat telur, atau berbentuk cakram maupun silinder. Banyak produk perawatan pribadi dan produk plastik yang diproduksi dapat menyebabkan polusi pelet. Oleh karena itu, produksi pada industri dan limbah rumah tangga dapat menjadi sumber potensial mikroplastik (Ding dkk., 2019). Berdasarkan penjelasan tersebut, sangat besar kemungkinan limbah industri dan limbah rumah tangga yang berada pada sekitar lokasi pengambilan sampel menjadi sumber pencemaran. Mikroplastik jenis pelet sering disalahartikan sebagai makanan oleh organisme laut, seperti ikan, burung laut, dan mamalia laut, yang menyebabkan tertelan. Menelan mikroplastik pelet dapat menyebabkan kerusakan fisik, penyumbatan, dan mengganggu proses makan dan pencernaan organisme (Fudlosid dkk., 2022).

Dari seluruh mikroplastik yang ditemukan, warna mikroplastik yang di dominasi adalah adalah warna hitam. Menurut Hiwari dkk. (2019), warna hitam dapat mengindikasikan banyaknya kontaminan yang terserap dalam mikroplastik dan partikel organik lainnya. Mikroplastik berwarna hitam juga memiliki kemampuan menyerap polutan yang tinggi, juga berpengaruh terhadap tekstur dari mikroplastik. Secara umum, warna pada mikroplastik yang ditemukan masih pekat yang berarti mikroplastik belum mengalami perubahan warna (*discolouring*) yang signifikan. Ditemukannya juga mikroplastik dengan warna transparan yang mengindikasikan lamanya mikroplastik tersebut mengalami fotodegradasi oleh sinar UV. Warna ini disebabkan oleh warna plastik asal atau akibat degradasi fisik atau oksidatif, paparan sinar UV dan infra merah, cuaca, cahaya matahari (fotodegradasi), atau absorpsi bahan kimia (Ridlo dkk., 2020).

4.2 Konfirmasi Jenis Polimer Mikroplastik

4.2.1 Mikroplastik Pada Air

Uji *Fourier Transform Infrared Spectrophotometry* (FTIR) dilakukan untuk mengetahui jenis polimer dari mikroplastik yang ditemukan pada sampel air. Uji ini dilakukan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared Spectrophotometry* (FTIR). Pelaksanaan uji ini dilakukan pada Laboratorium Instrumentation UINSA. Hasil uji dapat dilihat di Gambar 4.5 berikut.



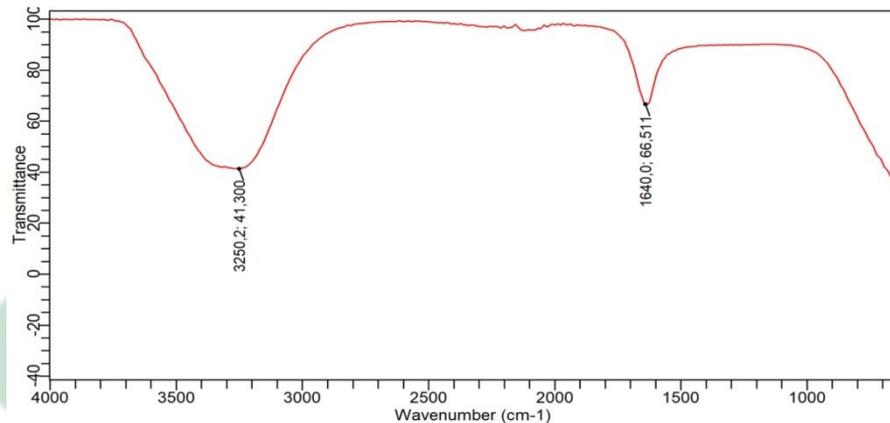
Gambar 4.3 Hasil FT-IR Mikroplastik Pada Air Sungai Gending
Sumber: *Hasil Analisis*, (2023)

Grafik hasil analisis FT-IR (Gambar 4.3) menampilkan nilai puncak gelombang dari suatu senyawa penyusun polimer mikroplastik yang terdapat pada air Sungai Gending. Nilai panjang gelombang yang diperoleh kemudian di analisis sesuai dengan nilai panjang gelombang pada grafik FT-IR. Berdasarkan gambar 4.3, dapat diketahui bahwa diperoleh panjang gelombang pada $3250,2 \text{ cm}^{-1}$ dan 1640 cm^{-1} . Menurut Stuart (2005), panjang gelombang $3300 \text{ cm}^{-1} - 3250 \text{ cm}^{-1}$ dikategorikan dalam gugus fungsi N-H *stretch* dan panjang gelombang $1650 \text{ cm}^{-1} - 1620 \text{ cm}^{-1}$ dikategorikan pada gugus fungsi NH_2 *bend*. Gugus fungsi N-H *stretch* dan NH_2 *bend* mencirikan susunan senyawa polimer *Nylon* (Jung dkk., 2018). Gugus fungsi NH pada mikroplastik identik dengan gugus fungsi penyusun *Polyamide* atau *Nylon*, akan tetapi gugus fungsi NH juga dapat menggambarkan penyusun dari *Ammonia*. Berdasarkan penelitian Melville (2014), *ammonia* memiliki panjang gelombang pada 1139 cm^{-1} , 1757 cm^{-1} , 3464 cm^{-1} , dan 3525 cm^{-1} . Sedangkan menurut Jung dkk. (2018), gugus fungsi NH pada *Nylon* terdapat pada panjang gelombang 3298 cm^{-1} , 1538 cm^{-1} , 1274 cm^{-1} , dan 687 cm^{-1} .

Berdasarkan hasil analisis, jenis polimer yang terkandung dalam mikroplastik pada air Sungai Gending adalah *nylon*. Mikroplastik jenis *nylon* tersebut dapat berasal dari benang pancing, produk pakaian, tali temali, atau bulu sikat gigi (Pamungkas dkk., 2022). Mikroplastik jenis *nylon* banyak ditemukan diperkirakan karena adanya kegiatan memancing serta dapat berasal dari limbah hasil kegiatan mencuci maupun mandi yang dilakukan oleh masyarakat sekitar. Hal ini sejalan dengan penelitian Priyambada dkk. (2023) yang menyebutkan bahwa mikroplastik jenis *nylon* banyak ditemukan pada Sungai Sagu yang berasal dari pelepasan bahan pakaian akibat dari proses pencucian yang dilakukan oleh warga yang tinggal di sepanjang Sungai Sagu.

4.2.2 Mikroplastik Pada Sedimen

Uji *Fourier Transform Infrared Spectrophotometry* (FTIR) dilakukan untuk mengetahui jenis polimer dari mikroplastik yang ditemukan pada sampel sedimen. Uji ini dilakukan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared Spectrophotometry* (FTIR). Pelaksanaan uji ini dilakukan pada Laboratorium Instrumentation UINSA. Hasil uji dapat dilihat di Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Hasil FT-IR Mikroplastik Pada Sedimen Sungai Gending
Sumber: *Hasil Analisis*, (2023)

Grafik hasil analisis FT-IR (Gambar 4.4) menunjukkan nilai puncak gelombang suatu senyawa penyusun polimer mikroplastik pada sedimen Sungai Gending. Dari hasil panjang gelombang kemudian di analisis sesuai dengan nilai panjang gelombang pada grafik FT-IR. Berdasarkan gambar 4.4, mikroplastik pada sedimen sungai gending dapat digolongkan pada jenis polimer *Nylon* atau *Polyamide* karena memiliki 2 panjang gelombang, yaitu $3250,2 \text{ cm}^{-1}$ yang mencirikan gugus fungsi N-H *stretch* dan pada panjang gelombang 1640 cm^{-1} yang mencirikan gugus fungsi NH_2 *bend*. Menurut Stuart (2005), gugus fungsi N-H *stretch* terdapat pada panjang gelombang $3300 \text{ cm}^{-1} - 3250 \text{ cm}^{-1}$, sedangkan gugus fungsi NH_2 *bend* terdapat pada panjang gelombang $1650 \text{ cm}^{-1} - 1620 \text{ cm}^{-1}$.

Benang pancing, produk pakaian, tali temali, atau bulu sikat gigi merupakan salah satu sumber dari mikroplastik jenis *Nylon* (Pamungkas dkk., 2022). Mikroplastik jenis *nylon* dapat ditemukan diperkirakan karena adanya kegiatan memancing serta dapat berasal dari limbah hasil kegiatan mencuci maupun mandi yang dilakukan oleh masyarakat sekitar. Berdasarkan penelitian Priyambada dkk. (2023), mikroplastik jenis *nylon* banyak ditemukan pada Sungai Sagu yang berasal dari pelepasan bahan pakaian akibat dari proses pencucian yang dilakukan oleh warga yang tinggal di sepanjang Sungai Sagu.

4.3 Kelimpahan Mikroplastik

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada air dan sedimen Sungai Gending Kabupaten Probolinggo terdapat kontaminasi mikroplastik. Rata-rata kelimpahan mikroplastik pada air maupun sedimen di tiga lokasi pengambilan sampel (hulu, tengah, hilir) berturut-turut adalah 4900 partikel/m³ dan 263,3 partikel/kg.

4.3.1 Kelimpahan Mikroplastik Pada Air

Perhitungan kelimpahan mikroplastik pada air dilakukan dengan membagi jumlah air yang disaring (m³) dengan jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan (Kazour dkk., 2019). Berdasarkan hasil analisis, kelimpahan mikroplastik pada air tertinggi ada pada lokasi hilir Sungai Gending dengan nilai kelimpahan sebesar 6000 partikel/m³ (Gambar 4.5). Hasil tersebut didapatkan setelah dilakukan perhitungan kelimpahan mikroplastik seperti dibawah ini:

Perhitungan kelimpahan mikroplastik pada air lokasi hulu

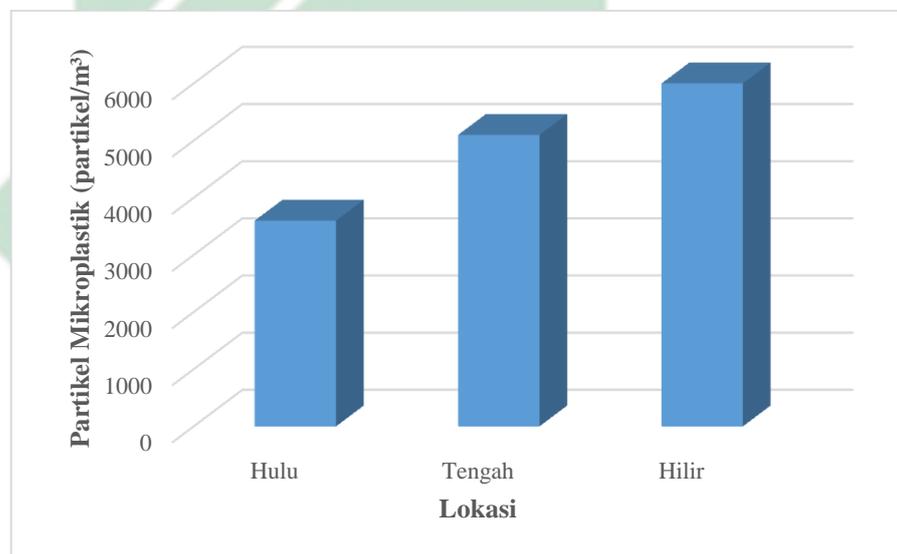
$$\begin{aligned} \text{Kelimpahan Mikroplastik Filamen} &= \frac{\text{Jumlah partikel}}{\text{Volume air tersaring (m}^3\text{)}} \\ &= \frac{16 \text{ partikel}}{0,01 \text{ m}^3} \\ &= 1600 \text{ partikel/m}^3 \end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel kelimpahan mikroplastik pada air yang terdapat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Sungai Gending

Lokasi	Kelimpahan Mikroplastik Pada Air (partikel/m ³)				Total (partikel/m ³)
	Filamen	Fragmen	Film	Pelet	
Hulu	1600	1200	800	0	3600
Tengah	800	2600	1600	100	5100
Hilir	1500	1900	2500	100	6000

Sumber: *Hasil Analisis (2023)*



Gambar 4.5 Diagram Kelimpahan Mikroplastik Pada Air

Sumber: *Hasil Analisis (2023)*

Berdasarkan diagram diatas, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kelimpahan pada tiga lokasi pengambilan sampel di Sungai Gending. Perbedaan tersebut dapat disebabkan karena adanya faktor perbedaan keadaan lingkungan. Pada lokasi hulu ditemukannya sedikit sampah plastik yang mengapung di permukaan air. Pada lokasi tengah dan hilir ditemukannya tumpukan sampah plastik di tepi Sungai Gending.

Kelimpahan mikroplastik juga dapat dikaitkan dengan banyaknya faktor yang berkontribusi terhadap degradasinya. Degradasi mikroplastik dalam air dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Ketika plastik terkena sinar matahari di permukaan air, ia mengalami degradasi foto-oksidasi karena adanya oksigen, terutama dalam air dengan sifat hidrolitik. Proses ini membuat permukaan plastik rapuh dan terfragmentasi. Selain itu, penurunan intensitas cahaya di dalam air menghambat laju pertumbuhan organisme air (Whitacre, 2014).

Kelimpahan mikroplastik pada lokasi hilir merupakan kelimpahan mikroplastik tertinggi jika dibandingkan dengan dua lokasi lainnya. Peningkatan kelimpahan yang diamati di lokasi hilir dikaitkan dengan akumulasi mikroplastik dari lokasi sebelumnya. Menurut Utami dkk. (2022), daerah hilir sungai yang menandai akhir dari setiap aliran sungai merupakan lokasi penting di mana akumulasi mikroplastik dari daerah aliran sungai sebelumnya dapat ditemukan. Selain itu, bagian hilir sungai biasanya menunjukkan lingkungan yang tercemar karena adanya berbagai sumber pencemar dimana seringkali berasal dari limbah rumah tangga atau kegiatan industri.

4.3.2 Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen

Pada sampel sedimen, untuk menentukan kelimpahan mikroplastik dilakukan perhitungan dengan membagi jumlah partikel yang diperoleh dengan berat sedimen kering (kg) (Syafie, 2019). Berat basah dari ketiga sampel adalah 400 gram, sedangkan berat kering pada setiap lokasi ditunjukkan pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Berat Basah dan Berat Kering Sampel Sedimen

Lokasi	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Berat Kering (kg)
Hulu	400	275,8	0,276
Tengah	400	265	0,265
Hilir	400	257,4	0,257

Sumber: *Hasil Analisis (2023)*

Berdasarkan tabel 4.4, berat kering pada lokasi hulu, tengah, dan hilir berturut-turut sebanyak 0,276 kg, 0,265 kg, serta 0,257 kg. Berat kering sedimen tersebut didapatkan setelah adanya proses pengeringan dengan menggunakan oven pada suhu 90°C selama 24 jam. Perbedaan berat kering pada ketiga sampel sedimen dipengaruhi oleh kadar air, kandungan bahan organik, dan ukuran partikel (Hudk., 2021). Setelah diketahui berat kering pada ketiga sampel sedimen, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan kelimpahan mikroplastik seperti dibawah ini:

Perhitungan kelimpahan mikroplastik pada sedimen lokasi hulu

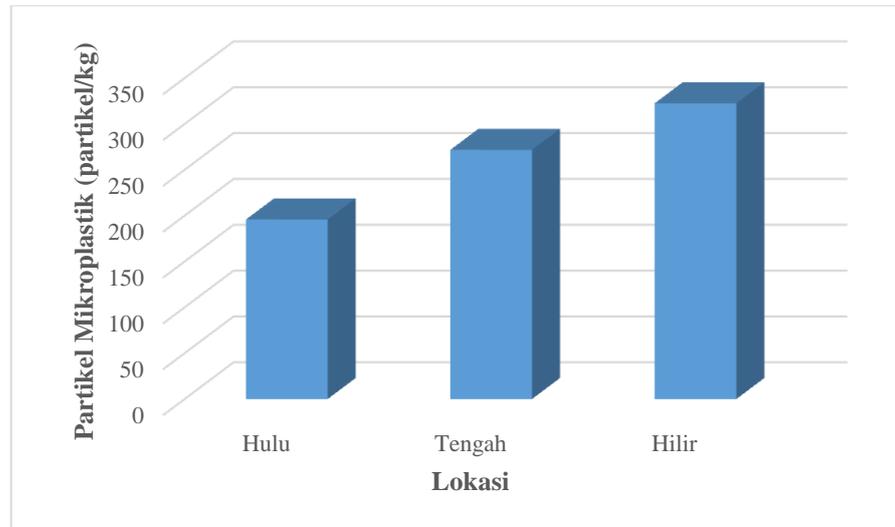
$$\begin{aligned} \text{Kelimpahan Mikroplastik Filamen} &= \frac{\text{Jumlah partikel}}{\text{Sedimen kering (kg)}} \\ &= \frac{9 \text{ partikel}}{0,276 \text{ kg}} \\ &= 32,6 \text{ partikel/kg} \end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel kelimpahan mikroplastik pada sedimen yang terdapat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Sungai Gending

Lokasi	Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen (partikel/kg)				Total (partikel/kg)
	Filamen	Fragmen	Film	Pelet	
Hulu	32,6	119,7	43,5	0,0	195,8
Tengah	94,3	120,8	49,1	7,5	271,7
Hilir	35,0	120,4	159,3	7,8	322,5

Sumber: Hasil Analisis (2023)



Gambar 4.6 Diagram Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen

Sumber: *Hasil Analisis (2023)*

Berdasarkan hasil analisis yang terdapat pada tabel 4.5, lokasi hulu mempunyai nilai kelimpahan sebesar 195,8 partikel/kg, pada lokasi tengah memiliki nilai kelimpahan sebesar 271,7 partikel/kg, dan pada lokasi hilir memiliki nilai kelimpahan mikroplastik yang paling tinggi yaitu 322,5 partikel/kg.

Faktor lingkungan dapat menjelaskan variasi nilai kelimpahan mikroplastik yang diamati di berbagai lokasi. Selain itu, keberadaan dan jumlah mikroplastik dalam sedimen dapat dipengaruhi oleh jenis dan ukuran substrat, dengan sedimen lunak memiliki potensi lebih besar dalam menyerap sampah plastik (Almahdahlhizah, 2019). Substrat merupakan susunan dasar perairan yang tersusun dari dua komponen, yaitu biotik dan abiotik. Contoh dari komponen biotik yang menyusun dasar perairan adalah karang, sedangkan contoh komponen abiotik yang menyusun dasar perairan adalah pasir dan lumpur (Luthfi dkk., 2019).

Dibandingkan dengan lokasi lain, daerah hilir menunjukkan kelimpahan mikroplastik tertinggi. Pasalnya, mikroplastik yang ditemukan di lokasi hilir merupakan akumulasi dari lokasi sebelumnya di sepanjang aliran sungai. Selain itu, bagian hilir sungai biasanya merupakan lingkungan dengan tingkat polutan tinggi yang berasal dari berbagai sumber seperti limbah rumah tangga atau kegiatan industri (Utami dkk., 2022).

Nilai kelimpahan mikroplastik yang diperoleh dari sampel sedimen pada penelitian ini melebihi yang diperoleh dari sampel air. Hal tersebut disebabkan karena adanya pengaruh gaya gravitasi dan jumlah massa jenis plastik yang lebih besar dari massa jenis air menyebabkan plastik tenggelam dan terakumulasi di dalam sedimen. Partikel mikroplastik yang umumnya terdapat pada sedimen dominan memiliki kerapatan yang lebih besar daripada kerapatan air, sedangkan mikroplastik yang memiliki kerapatan rendah akan ditemukan di permukaan perairan (Amin dkk., 2021).

4.4 Perbedaan Kelimpahan Mikroplastik

Analisis statistika pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Gending. Data kelimpahan yang diperoleh akan dianalisis menggunakan metode *One Way* ANOVA dengan aplikasi SPSS 20. Sebelum dilakukannya analisis, data kelimpahan mikroplastik pada air maupun sedimen terlebih dahulu dilakukan persamaan satuan. Keseragaman satuan yang digunakan dalam data (uniformitas data) ini dimaksudkan untuk menghindari kesalahan-kesalahan dalam pengolahan dan analisis data (Wijayanti, 2015). Uji normalitas dan homogenitas diperlukan sebelum dilakukannya uji *One Way* ANOVA. Untuk menguji apakah distribusi data berjalan normal atau tidak, dilakukan uji normalitas. Uji *Shapiro-Wilk* digunakan sebagai metode untuk menilai normalitas data. Jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka data dianggap berdistribusi normal

dan menunjukkan homogenitas. Berikut merupakan hasil uji normalitas dan homogenitas yang terdapat pada tabel 4.6 dan tabel 4.7.

Tabel 4.6 Hasil Uji Normalitas Kelimpahan Mikroplastik Pada Sungai Gending

Jenis Sampel		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Kelimpahan Mikroplastik	Air	,980	3	,726
	Sedimen	,987	3	,783

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Tabel 4.7 Hasil Uji Homogenitas Kelimpahan Mikroplastik Pada Sungai Gending

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5,703	1	4	,075

Sumber: Hasil Analisis (2023)

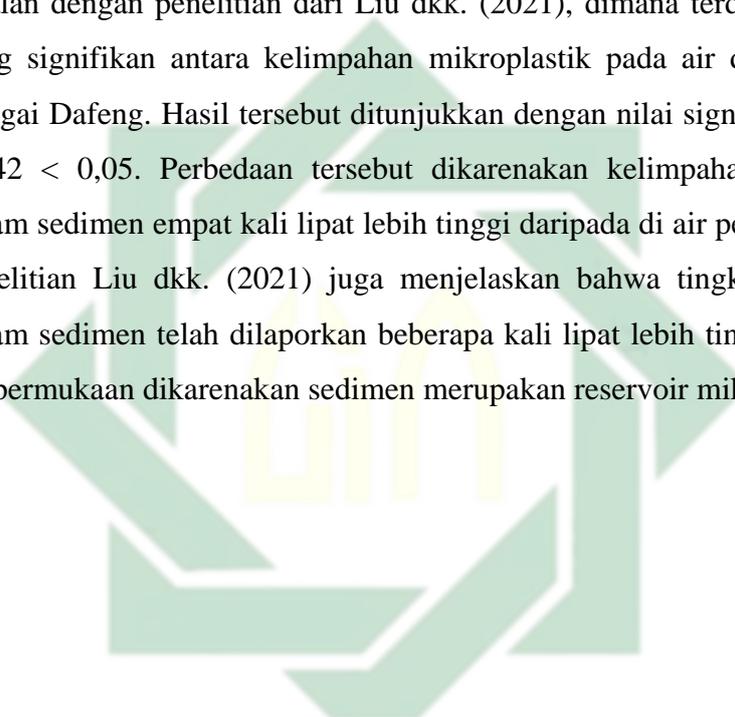
Berdasarkan hasil analisis, didapatkan nilai signifikansi pada uji normalitas pada air (tabel 4.6) sebesar 0,726 dan pada sedimen sebesar 0,783. Data kelimpahan mikroplastik di air dan sedimen yang terkumpul di ketiga lokasi tersebut berdistribusi normal yang ditunjukkan dengan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Selain itu, hasil uji homogenitas (tabel 4.7) menunjukkan nilai signifikansi 0,075 terhadap kelimpahan mikroplastik di Sungai Gending. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa data kelimpahan mikroplastik di Sungai Gending bersifat homogen mengingat nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05. Setelah dilakukan uji normalitas dan homogenitas pada data kelimpahan mikroplastik di air dan sedimen, selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan uji *One Way ANOVA*. Hasil dari uji *One Way ANOVA* dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Hasil Uji *One Way ANOVA* Kelimpahan Mikroplastik Pada Sungai Gending

	df	F	Sig.
<i>Between Groups</i>	1	49,263	,002
<i>Within Groups</i>	4		
<i>Total</i>	5		

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Berdasarkan hasil dari uji *One Way* ANOVA, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,002. Apabila nilai signifikansi $> 0,05$ maka asumsi H_1 ditolak dan asumsi H_0 diterima. Dapat diketahui bahwasanya hasil yang diperoleh $< 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen. Perbedaan tersebut disebabkan karena jumlah kelimpahan mikroplastik pada sedimen lebih banyak jika dibandingkan dengan kelimpahan mikroplastik pada air. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Liu dkk. (2021), dimana terdapat perbedaan yang signifikan antara kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen di Sungai Dafeng. Hasil tersebut ditunjukkan dengan nilai signifikansi sebesar $0,042 < 0,05$. Perbedaan tersebut dikarenakan kelimpahan mikroplastik dalam sedimen empat kali lipat lebih tinggi daripada di air permukaan. Pada penelitian Liu dkk. (2021) juga menjelaskan bahwa tingkat pencemaran dalam sedimen telah dilaporkan beberapa kali lipat lebih tinggi daripada di air permukaan dikarenakan sedimen merupakan reservoir mikroplastik.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada air dan sedimen Sungai Gending didapatkan empat jenis partikel mikroplastik, yaitu fragmen, filamen, fiber, dan pelet. Warna partikel mikroplastik yang ditemukan cukup bervariasi, yaitu warna hitam, coklat, biru, merah muda, dan transparan.
2. Jenis polimer mikroplastik yang teridentifikasi pada air maupun sedimen Sungai Gending adalah *Nylon*.
3. Kelimpahan mikroplastik pada air Sungai Gending pada lokasi hulu, tengah, dan hilir berturut-turut adalah 3600 partikel/m³, 5100 partikel/m³, 6000 partikel/m³. Sedangkan kelimpahan mikroplastik pada sedimen Sungai Gending pada lokasi hulu, tengah, dan hilir berturut-turut yakni 195,8 partikel/kg, 271,7 partikel/kg, dan 322,5 partikel/kg.
4. Terdapat perbedaan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Gending dikarenakan nilai signifikansi pada uji *One Way ANOVA* $0,002 < 0,05$.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, adapun saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Dilakukan penambahan H₂O₂ 30% lebih banyak pada sampel agar semua bahan organik dapat terurai.
2. Untuk memperluas informasi yang tersedia, perlu dilakukan penelitian tambahan dengan variabel yang berbeda seperti biota air.
3. Penelitian tambahan perlu dilakukan untuk menganalisis potensi risiko mikroplastik terhadap kesehatan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, S., Allen, D., Phoenix, V. R., Le Roux, G., Durántez Jiménez, P., Simonneau, A., Binet, S., & Galop, D. (2019). Atmospheric Transport And Deposition Of Microplastics In A Remote Mountain Catchment. *Nature Geoscience*, 12(5), 339–344. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0335-5>
- Almahdahulhizah, V. (2019). Analisis Kelimpahan dan Jenis Mikroplastik Pada Air dan Sedimen Di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur. *Skripsi*, 1–91.
- Amin, B., Febriani, I. S., Nurrachmi, I., & Fauzi, M. (2021). The Occurrence and Distribution of Microplastic in Sediment of the Coastal Waters of Bengkalis Island Riau Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 695(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/695/1/012041>
- Athawuda, A. M. G. A. D., Jayasiri, H. B., Thushari, G. G. N., & Guruge, K. P. G. K. P. (2020). Quantification and morphological characterization of plastic litter (0.30–100 mm) in surface waters of off Colombo, west coast of Sri Lanka. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(8). <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08472-2>
- Ayuningtyas, W. C. (2019). Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 41–45. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5>
- Azizah, P., Ridlo, A., & Suryono, C. A. (2020). Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 326–332. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.28197>
- Basri, S. K. (2021). *Identifikasi Mikroplastik dan Pengukurannya* (Issue June).
- Budiarti, E. C. (2021). Identifikasi Mikroplastik pada Feses Manusia. *Environmental Pollution Journal*, 1, 84–100. <http://ecotonjournal.id/index.php/epj/article/view/11>
- Chinfak, N., Sompongchaiyakul, P., Charoenpong, C., Shi, H., Yeemin, T., & Zhang, J. (2021). Abundance, composition, and fate of microplastics in water, sediment, and shellfish in the Tapi-Phumduang River system and Bandon Bay, Thailand. *Science of the Total Environment*, 781, 146700. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146700>

- Coyle, R., Hardiman, G., & Driscoll, K. O. (2020). Microplastics in the marine environment: A review of their sources, distribution processes, uptake and exchange in ecosystems. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100010>
- de Haan, W. P., Sanchez-Vidal, A., & Canals, M. (2019). Floating Microplastics and Aggregate Formation In The Western Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 140, 523–535. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.053>
- de Souza Machado, A. A., Kloas, W., Zarfl, C., Hempel, S., & Rillig, M. C. (2018). Microplastics As An Emerging Threat To Terrestrial Ecosystems. *Global Change Biology*, 24(4), 1405–1416. <https://doi.org/10.1111/gcb.14020>
- Di, M., Liu, X., Wang, W., & Wang, J. (2019). Manuscript prepared for submission to environmental toxicology and pharmacology pollution in drinking water source areas: Microplastics in the Danjiangkou Reservoir, China. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 65(August 2018), 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2018.12.009>
- Di, M., & Wang, J. (2018). Microplastics In Surface Waters and Sediments Of The Three Gorges Reservoir, China. *Science of the Total Environment*, 616–617, 1620–1627. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.150>
- Dinas Lingkungan Hidup. (2017). Ringkasan Eksekutif Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Probolinggo Tahun 2017. In *Laporan Pengelolaan Lingkungan Kab. Probolinggo* (Issue 16).
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Probolinggo. (2020). *Buku II Laporan Utama Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Probolinggo*.
- Ding, L., Mao, R. fan, Guo, X., Yang, X., Zhang, Q., & Yang, C. (2019). Microplastics In Surface Waters and Sediments Of The Wei River, In The Northwest of China. *Science of the Total Environment*, 667, 427–434. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.332>
- e Silva, P. H. S., & de Sousa, F. D. B. (2021). Microplastic pollution of Patos Lagoon, south of Brazil. *Environmental Challenges*, 4(March), 100076.

<https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100076>

- Faqih, I. (2022). Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan & Pencernaan Ikan Wader Cakul (*Barbodes binotatus*) di Sungai Pekalen Kabupaten Probolinggo. *Skripsi*.
- Frias, J., Pagter, E., Nash, R., O'Connor, I., Carretero, O., Filgueiras, A., Viñas, L., Gago, J., Antunes, J., Bessa, F., Sobral, P., Goruppi, A., Tirelli, V., Pedrotti, M. L., Suaria, G., Aliani, S., Lopes, C., Raimundo, J., Caetano, M., ... Gerdt, G. (2018). Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. *JPI-Oceans BASEMAN Project, May*, 33. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36256.89601/1>
- Fudlosid, S., Ritchie, M. W., Muzzatti, M. J., Allison, J. E., Provencher, J., & MacMillan, H. A. (2022). Ingestion of Microplastic Fibres, But Not Microplastic Beads, Impacts Growth Rates in the Tropical House Cricket *Gryllobates sigillatus*. *Frontiers in Physiology*, 13(May), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.871149>
- GESAMP - Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environment Protection. (2015). *Sources, Fate And Effects Of Microplastics In The Marine Environment: A Global Assessment* (P. Kershaw (ed.)). International Maritime Organization. www.imo.org
- GESAMP - Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environment Protection. (2019). Guidelines on the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean. In P. Kershaw, A. Turrab, & F. Galgani (Eds.), *United Nations Environment Programme (UNEP)* (Vol. 99). <http://gesamp.org>
- Giyatmi, & Irianto, H. E. (2021). *Inovasi Teknologi Pangan Menuju Indonesia Emas Kumpulan Pemikiran Anggota PATPI* (M. Mahendradatta, W. P. Rahayu, U. Santoso, Giyatmi, Ardiansyah, D. L. N. Fibri, F. Kusnandar, & Y. Witono (eds.)). IPB Press.
- Godoy, V., Blázquez, G., Calero, M., Quesada, L., & Martín-Lara, M. A. (2019). The Potential Of Microplastics As Carriers Of Metals. *Environmental Pollution*, 255. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113363>
- Hanif, K. H., Suprijanto, J., & Pratikto, I. (2021). Identifikasi Mikroplastik di

- Muara Sungai Kendal, Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*, 10(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i2.26832>
- Henry, B., Laitala, K., & Klepp, I. G. (2019). Microfibres from apparel and home textiles: Prospects for including microplastics in environmental sustainability assessment. *Science of the Total Environment*, 652, 483–494. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.166>
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. (2019). Kondisi Sampah Mikroplastik Di Permukaan Air Laut Sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*, 5, 165–171. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050204>
- Hu, Z., Huang, B. Q., Liu, L. J., & Wang, N. (2021). Spatiotemporal Patterns Of Sediment Deposition On The Northern Slope Of The South China Sea In The Last 150,000 Years. *Journal of Palaeogeography*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s42501-021-00102-3>
- Ismi, H., Amalia, A. R., Sari, N., Gesriantuti, N., & Badrum, Y. (2019). Dampak Mikroplastik Terhadap Makrozoobentos; Suatu Ancaman Bagi Biota di Sungai Siak, Pekanbaru. *Prosiding Sains TeKes*, 1, 92–104.
- Jung, M. R., Horgen, F. D., Orski, S. V., Rodriguez C., V., Beers, K. L., Balazs, G. H., Jones, T. T., Work, T. M., Brignac, K. C., Royer, S. J., Hyrenbach, K. D., Jensen, B. A., & Lynch, J. M. (2018). Validation Of ATR FT-IR To Identify Polymers Of Plastic Marine Debris, Including Those Ingested By Marine Organisms. *Marine Pollution Bulletin*, 127(January 2018), 704–716. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.061>
- Katara, Y., Singh, P., Sankhla, M. S., Singhal, M., Jadhav, E. B., Parihar, K., Nikalje, B. T., Trpathi, A., & Bhardwaj, L. (2022). Microplastics in Aquatic Environments: Sources, Ecotoxicology, Detection & Remediation. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 12(3), 49–54. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10729-0_8
- Kazour, M., Jemaa, S., Issa, C., Khalaf, G., & Amara, R. (2019). Microplastics Pollution Along The Lebanese Coast (Eastern Mediterranean Basin): Occurrence In Surface Water, Sediments And Biota Samples. *Science of the Total Environment*, 696. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133933>

- Komalawati, N. (2018). Metode Pembuatan Plankton Net Sederhana. *Integrated Lab Journal*, 04(01), 57–62.
- Lihawa, F. (2017). *Daerah Aliran Sungai Alo Erosi, Sedimentasi dan Longsor*. Deepublish.
- Liu, S., Chen, H., Wang, J., Su, L., Wang, X., Zhu, J., & Lan, W. (2021). The distribution of microplastics in water, sediment, and fish of the Dafeng River, a remote river in China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 228, 113009. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.113009>
- Löder, M. G. J., & Gerds, G. (2015). Marine anthropogenic litter Chapter 8 Methodology Used for the Detection and Identification of Microplastics—A Critical Appraisal. In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>
- Luthfi, O. M., Akbar, D., Ramadhan, M. G., Rohman, M., & Wahib, N. K. (2019). Studi Komparatif Tutupan Living dan Non Living Substrat Dasar Perairan Pulau Sempu Kabupaten Malang Menggunakan Metode Reef Check. *JFMR- Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(2), 1–8. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.02.1>
- Mahadika, R. S. (2022). Identifikasi Mikroplastik di Perairan dan Pesisir Laut Kabupaten Purworejo. *Tugas Akhir*.
- Marine & Environmental Research Institute. (2015). *Guide to Microplastics Identification*. Marine & Environmental Research Institute. http://sfyl.ifas.ufl.edu/media/sfylifasufledu/flagler/sea-grant/pdf-files/microplastics/MERI_Guide-to-Microplastic-Identification.pdf
- Masura, J., Baker, J., Foster, G., & Arthur, C. (2015). *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments* (Issue July). National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Marine Debris Division.
- Melville, J. (2014). Infrared Spectroscopy and Interferometry as Methods for Structural Determination of Ammonia. In *UC Berkeley College of Chemistry*.
- Merkus, H. G. (2009). Particle Size Measurement Fundamentals, Practice, Quality. In *Dechema Monogr* (Vol. 79, Issues 1589–1615). Springer. <https://doi.org/10.4011/shikizai1937.43.333>

- Mhired Gela, S., & Aragaw, T. A. (2022). Abundance and Characterization of Microplastics in Main Urban Ditches Across the Bahir Dar City, Ethiopia. *Frontiers in Environmental Science*, 10(February), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.831417>
- Nuryanti, A. (2022). Identifikasi Kelimpahan Particle Suspected as Microplastic (PSM) Pada Sedimen Kawasan Konservasi Hutan Mangrove Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya. *Tugas Akhir*. <http://digilib.uinsby.ac.id/52115/>
- Pamungkas, N. A. G., Hartati, R., Redjeki, S., Riniatsih, I., Suprijanto, J., Supriyo, E., & Widianingsih, W. (2022). Karakteristik Mikroplastik pada Sedimen dan Air laut di Muara Sungai Wulan Demak. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(3), 421–431. <https://doi.org/10.14710/jkt.v25i3.14923>
- Park, H., & Park, B. S. (2021). Review of microplastic distribution, toxicity, analysis methods, and removal technologies. *Water (Switzerland)*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/w13192736>
- Payne, R. (2015). *Anova and Design*. VSN International. <http://cdn.vsnl.co.uk/downloads/genstat/release18/doc/AnovaGuide.pdf>
- Priyambada, G., Kurniawan, B., Sitompul, R. G., & Darmayanti, L. (2023). The Abundance Of Microplastics In Siak Tributary Sediments In The Watershed Area, Pekanbaru City, Riau (Case Study Sago River). *Materials Today: Proceedings*, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.207>
- Putro, D. H. W. (2021). Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Sedimen Di Sungai Winongo Yogyakarta. *Tugas Akhir*.
- Rahmat, E., & Koderi. (2018). Teknik Pengambilan Contoh Sedimen Di Laut Cina Selatan Dengan Menggunakan Ponar Grab. *Buletin Teknik Litkayasa*, 16(1), 27–31.
- Ridlo, A., Ario, R., Al Ayyub, A. M., Supriyantini, E., & Sedjati, S. (2020). Mikroplastik pada Kedalaman Sedimen yang Berbeda di Pantai Ayah Kebumen Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3), 325–332. <https://doi.org/10.14710/jkt.v23i3.7424>
- Rizqiyah, Z. (2022). *Identifikasi Morfologi, Kelimpahan dan Polimer Mikroplastik Pada Air, Sedimen dan Daging Ikan (Moolgarda Seheli, Mystus*

Nigriceps dan Chanos Chanos) Di Tiga Muara Bengawan Solo.

- Safaat, A. I. F. W. (2021). Identifikasi Mikroplastik Udara Dari Polutan Total Suspended Particulate (TSP) Jalan Arteri Divided Di Kota Makassar. *Tugas Akhir.*
- Sahabuddin, E. S. (2015). Filosofi Cemaran Air. In B. K (Ed.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). PTK Press.
- Satriawanputri, I. S. A. (2022). Analisis Karakteristik Fisik Kimia Mikroplastik Pada Sedimen Di Sungai Winongo Yogyakarta. *Tugas Akhir.*
- Silva, A. L. P., Prata, J. C., Duarte, A. C., Soares, A. M. V. M., Barceló, D., & Rocha-Santos, T. (2021). Microplastics in Landfill Leachates: The Need for Reconnaissance Studies and Remediation Technologies. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 3(December 2020). <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100072>
- SNI 6989.59:2008. (2008). *SNI 6989.59:2008 Air dan air limbah – Bagian 59: Metoda pengambilan contoh air limbah* (Vol. 59). Badan Standarisasi Nasional. http://ciptakarya.pu.go.id/plp/upload/peraturan/SNI_-6989-59-2008-_Metoda-Pengambilan-Contoh-Air-Limbah.pdf
- SNI 8995:2021. (2021). *SNI 8995 Tahun 2021 Tentang Metode pengambilan contoh uji air untuk pengujian fisika dan kimia Metode pengambilan contoh uji air untuk pengujian fisika dan kimia*. Badan Standarisasi Nasional.
- Stuart, B. H. (2005). Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. In *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. <https://doi.org/10.1002/0470011149>
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta Bandung.
- Syachbudi, R. R. (2020). Identifikasi Keberadaan Dan Bentuk Mikroplastik Pada Sedimen Dan Ikan Di Sungai Code, D.I Yogyakarta. *Tugas Akhir*, 67.
- Syafie, A. M. (2019). Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Air, Sedimen dan Kerang Tellina palatam di Pulau Gili Ketapang, Kabupaten Probolinggo. *Skripsi.*
- Tibbetts, J., Krause, S., Lynch, I., & Smith, G. H. S. (2018). Abundance, distribution, and drivers of microplastic contamination in urban river

- environments. *Water*, *10*(11). <https://doi.org/10.3390/w10111597>
- Utami, I., & Liani, M. (2021). Identifikasi Mikroplastik pada Air Sumur Gali di sekitar TPA Piyungan Yogyakarta. *Jurnal Riset Daerah*, *21*(3), 4003–4014.
- Utami, I., Resdianningsih, K., & Rahmawati, S. (2022). Temuan Mikroplastik pada Sedimen Sungai Progo dan Sungai Opak Kabupaten Bantul. *Jurnal Riset Daerah*, *XXII*(1), 4175–4184. <https://ojs.bantulkab.go.id/index.php/jrd/article/view/21%0Ahttps://ojs.bantulkab.go.id/index.php/jrd/article/download/21/53>
- Wahdani, A., Yaqin, K., Rukminasari, N., . S., . N., Inaku, D. F., & Fachruddin, L. (2020). Konsentrasi Mikroplastik Pada Kerang Manila Venerupis philippinarum di Perairan Maccini Baji, Kecamatan Labakkang, Kabupaten Pangkajene Kepulauan, Sulawesi Selatan. *Maspari Journal : Marine Science Research*, *12*(2), 1–14. <https://doi.org/10.56064/maspari.v12i2.12809>
- Wang, W., & Wang, J. (2018). Investigation Of Microplastics In Aquatic Environments: An Overview Of The Methods Used, From Field Sampling To Laboratory Analysis. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, *108*, 195–202. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.08.026>
- Whitacre, D. M. (2014). *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* (Vol. 227). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-01327-5>
- Wijaya, B. A., & Trihadiningrum, Y. (2019). Meso- and microplastics pollution in Surabaya River on Driyorejo to Karang Pilang Segment (in Bahasa). *Jurnal Teknik ITS*, *8*(2), 211–216.
- Wijayanti, A. (2015). *Teknik Dasar Pengolahan Data Kuantitatif dengan Program SPSS For Windows Versi 17*.
- Zettler, E. R., Mincer, T. J., & Amaral-Zettler, L. A. (2013). Life In The “Plastisphere”: Microbial Communities On Plastic Marine Debris. *Environmental Science and Technology*, *47*(13), 7137–7146. <https://doi.org/10.1021/es401288x>
- Zhao, J., Ran, W., Teng, J., Liu, Y., Liu, H., Yin, X., Cao, R., & Wang, Q. (2018). Microplastic pollution in sediments from the Bohai Sea and the Yellow Sea, China. *Science of the Total Environment*, *640–641*, 637–645. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.346>