

**IDENTIFIKASI KELIMPAHAN DAN JENIS MIKROPLASTIK PADA
AIR DAN SEDIMEN DI KALI JAGIR SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi 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:

Shabrina Nadiva

NIM. H05219015

Dosen Pembimbing:

Ida Munfarida, M.Si, M.T.

Ir. Sulistiya Nengse, S.T, M.T.

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

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Shabrina Nadiva
Nim : H05219015
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul **“IDENTIFIKASI KELIMPAHAN DAN JENIS MIKROPLASTIK PADA AIR DAN SEDIMEN DI KALI JAGIR SURABAYA”**. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan tindakan plagiat maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 14 Juli 2023

Yang Menyatakan



(SHABRINA NADIVA)

NIM. H05219015



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

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

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031 - 8410298 Fax. 031 - 8413300

E-Mail : saintek@uinsby.ac.id Website : www.uinsby.ac.id

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING
SIDANG TUGAS AKHIR**

Nama : Shabrina Nadiva
NIM : H05219015
Judul Tugas Akhir : Identifikasi Kelimpahan dan Jenis Mikkroplastik pada Air dan Sedimen di Kali Jagir Surabaya

Telah disetujui untuk pendaftaran Sidang Tugas Akhir

Surabaya, 26 Juni 2023

Dosen Pembimbing 1

Ida Munfarida, M.Si, M.T.

NIP. 198411302015032001

Dosen Pembimbing 2

Ir. Sulistiva Nengse, S.T., M.T.

NIP. 199010092020122019

PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG AKHIR

Nama : Shabrina Nadiva
NIM : H05219015
Judul : Identifikasi Kelimpahan dan Jenis Mikroplastik pada Air dan Sedimen di
Kali Jagir Surabaya

Telah dipertahankan di depan tim penguji Skripsi

Di Surabaya, 5 Juli 2023

Mengesahkan,
Dewan Penguji,

Penguji I



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

Penguji II



Ir. Sulistiya Nengse, S.T., M.T.
NIP. 199010092020122019

Penguji III



Ir. Teguh Taruna Utama, S.T., M.T.
NUP. 201603319

Penguji IV



Yusrianti, S.T., M.T.
NIP. 198210222014032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



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



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

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

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : SHABRINA NADIVA
NIM : H05219015
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : shabrina.nadivaa@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 KELIMPAHAN DAN JENIS MIKROPLASTIK

PADA AIR DAN SEDIMEN

DI KALI JAGIR SURABAYA

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

(SHABRINA NADIVA)

IDENTIFIKASI KELIMPAHAN DAN JENIS MIKROPLASTIK PADA AIR DAN SEDIMEN DI KALI JAGIR SURABAYA

ABSTRAK

Sampah plastik yang dibuang langsung ke lingkungan akan berdampak pada wilayah perairan. Karena ukuran sangat kecil itu pula, keberadaan mikroplastik sulit dideteksi, sehingga jumlah mikroplastik akan meningkat terutama di dalam perairan. Dengan adanya limbah yang dihasilkan dari berbagai aktivitas domestik dan non-domestik di DAS Kali Jagir dapat berpotensi mengakibatkan terbentuknya mikroplastik. Oleh sebab itu, diperlukan adanya penelitian ini untuk mengetahui jenis-jenis mikroplastik dan kelimpahannya di Kali Jagir Surabaya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis mikroplastik, menganalisis kelimpahan mikroplastik, mengonfirmasi jenis polimer mikroplastik, menganalisis perbedaan kelimpahan mikroplastik antar zona pengambilan data air dan sedimen Sungai Kali Jagir, Surabaya, Jawa Timur. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan 3 zona pengambilan data, sampel yang diambil adalah *random* air sebanyak 10 L dan sedimen sebanyak 1 kg per titik pengambilan data. Metode untuk menganalisis keberadaan mikroplastik adalah dengan pengeringan, pengurangan densitas, penghilangan bahan organik dan logam, penyaringan, dan pengamatan visual. Uji konfirmasi jenis polimer mikroplastik dengan menggunakan FTIR. Uji perbedaan kelimpahan mikroplastik antar zona menggunakan metode One-Way Anova. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah ditemukannya mikroplastik dengan bentuk fiber, film, dan fragmen dengan jenis fiber yang mendominasi. Kelimpahan tertinggi pada sampel air maupun sedimen terdapat di zona 3 atau bagian hilir Kali Jagir, kelimpahan pada sampel air zona 3 sebesar 29,4 partikel/m³ dan kelimpahan pada sampel sedimen zona 3 sebesar 0,0092 partikel/gram. Jenis polimer pada jenis fiber adalah *nylon* dengan ikatan NH *stretch* dan NH *bend*. Hasil statistika pada sampel air menunjukkan nilai Sig. >0,125 dan pada sampel sedimen menunjukkan nilai Sig. >0,565 sehingga dapat dinyatakan bahwa kepadatan mikroplastik pada air dan sedimen setiap zona tidak terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan.

Kata kunci: Air dan Sedimen, Kali Jagir, Mikroplastik

IDENTIFICATION OF ABUNDANCE AND TYPE OF MICROPLASTICS IN WATER AND SEDIMENT IN JAGIR RIVER SURABAYA

ABSTRACT

Plastic waste disposed directly into the environment will impact water areas. Because of their minimal size, the presence of microplastics is challenging to detect, so the number of microplastics will increase, especially in water. The presence of waste generated from various domestic and non-domestic activities in the Jagir River watershed can potentially lead to the formation of microplastics. Therefore, this research is needed to determine the types of microplastics and their abundance in Jagir River Surabaya. The purposes of this study were to determine the types of microplastics, analyze the abundance of microplastics, confirm the type of microplastic polymer, and analyze the differences in microplastic abundance between water and sediment data collection zones of Jagir River, Surabaya, East Java. This quantitative descriptive research has 3 data collection zones; the samples taken are random water of as much as 10 L and sediment of as much as 1 kg per data collection point. Methods for analyzing microplastic presence are drying, reducing density, removing organic matter and metals, screening, and visual observation. Confirmation test of microplastic polymer type using FTIR. Test for differences in microplastic abundance between zones using the One-Way Anova method. The results obtained from this study were the discovery of microplastics in the form of fibres, films, and fragments, with fibre types dominating. The highest abundance in water and sediment samples was in zone 3 or the downstream part of Jagir River, the abundance in zone 3 water samples was 29,4 particles/m³, and the abundance in zone 3 sediment samples was 0,0092 particles/gram. The type of polymer in the fibre type is nylon with NH stretch and NH bend bonds. Statistical results on water samples showed Sig. >0,125, and the sediment sample shows the value of Sig. >0,565 so that the density of microplastics in water and sediment in each zone does not have a significant average difference.

Keyword: Jagir River, Microplastics, Water and sediment

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	13
1.1. Latar Belakang	13
1.2. Rumusan Masalah	16
1.3. Tujuan Penelitian.....	16
1.4. Manfaat Penelitian.....	17
1.5. Batasan Masalah.....	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1. Mikroplastik	18
2.1.1. Jenis Mikroplastik	20
2.1.2. Warna Mikroplastik	23
2.1.3. Sumber Mikroplastik.....	25
2.2. Sungai	26
2.3. Sedimen	27
2.4. Mikroplastik dalam Perairan	29
2.4.1. Mikroplastik dalam Air	29
2.4.2. Mikroplastik dalam Sedimen	30
2.5. Kelimpahan Mikroplastik dalam Perairan.....	31
2.6. Bahaya Mikroplastik dalam Perairan	32
2.7. Uji Statistik One Way Anova.....	32
2.8. Fourier-transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)	34
2.9. Integrasi Keislaman	37

2.10. Penelitian Terdahulu	38
BAB III METODE PENELITIAN	47
3.1. Rancangan Penelitian	47
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian	47
3.3. Alat dan Bahan	54
3.4. Tahapan Penelitian	55
3.4.1. Tahapan Persiapan	58
3.4.2. Tahapan Pengambilan Data	58
3.4.3. Tahapan Pengolahan dan Analisis Data	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	67
4.1. Analisis di Laboratorium	67
4.1.1. Analisis Laboratorium Mikroplastik dalam Air	67
4.1.2. Analisis Laboratorium Mikroplastik dalam Sedimen	70
4.2. Identifikasi Bentuk mikroplastik Sungai Kali Jagir	73
4.2.1. Bentuk Mikroplastik pada Air Sungai Kali Jagir	74
4.2.2. Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Sungai Kali Jagir	81
4.3. Kelimpahan mikroplastik Sungai Kali Jagir	87
4.3.1. Kelimpahan Mikroplastik pada air Sungai Kali Jagir	87
4.3.2. Kelimpahan Mikroplastik pada sedimen Sungai Kali Jagir	89
4.4. Hasil Uji Konfirmasi Polimer Mikroplastik Sungai Kali Jagir	92
4.5. Perbedaan kelimpahan mikroplastik antar zona Sungai Kali Jagir	93
BAB V PENUTUP	97
5.1. Kesimpulan	97
5.2. Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mikroplastik Jenis Foam	21
Gambar 2. 2 Mikroplastik Jenis Fragmen	21
Gambar 2. 3 Mikroplastik Jenis Film.....	22
Gambar 2. 4 Mikroplastik Jenis Fiber.....	23
Gambar 3. 1 Kerangka Pikir Penelitian.....	47
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian	49
Gambar 3. 3 Peta Situasi Lokasi Sampling.....	50
Gambar 3. 4 Titik Sampling Zona 1.....	51
Gambar 3. 5 Titik Sampling Zona 2.....	52
Gambar 3. 6 Titik Sampling Zona 3.....	53
Gambar 3. 7. Diagram Alir Penelitian	57
Gambar 3. 8 Plankton Net.....	59
Gambar 3. 9 Ponar Grab Sampler	60
Gambar 4. 1. Wet Sieving Sampel Air.....	67
Gambar 4. 2. Pengeringan Sampel Air.....	68
Gambar 4. 3. Penghilangan Bahan Organik pada Sampel Air.....	69
Gambar 4. 4. Pemisahan Densitas Sample Air	70
Gambar 4. 5. Pengeringan Sampel Sedimen.....	70
Gambar 4. 6. Pengurangan Densitas	71
Gambar 4. 7. Penghilangan Bahan Organik.....	72
Gambar 4. 8. Pemisahan Densitas Sampel Sedimen.....	73
Gambar 4. 9. Bentuk Mikroplastik pada Air Zona 1	75
Gambar 4. 10. Peta Sebaran Bentuk Mikroplastik pada Air Zona 1	76
Gambar 4. 11. Bentuk Mikroplastik pada Air Zona 2.....	77
Gambar 4. 12. Peta Sebaran Bentuk Mikroplastik pada Air Zona 2.....	78
Gambar 4. 13. Bentuk Mikroplastik pada Air Zona 3.....	79
Gambar 4. 14. Peta Sebaran Bentuk Mikroplastik pada Air Zona 3.....	80
Gambar 4. 15. Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Zona 1	81
Gambar 4. 16. Peta Sebaran Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Zona 1	82
Gambar 4. 17. Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Zona 2.....	83
Gambar 4. 18. Peta Sebarann Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Zona 2	84

Gambar 4. 19. Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Zona 3.....	85
Gambar 4. 20. Peta Sebaran Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Zona 3	86
Gambar 4. 21. Jumlah Mikroplastik pada Air Kali Jagir	89
Gambar 4. 22. Jumlah Mikroplastik pada Sedimen Kali Jagir	90
Gambar 4. 23. Hasil Uji FTIR.....	93



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Warna-warna Mikroplastik	24
Tabel 2. 2 Jenis Plastik, Pengaplikasian, dan Berat Jenis Mikroplastik	31
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	38
Tabel 3. 2 Titik Koordinat Sampling	48
Tabel 3. 3 Alat dan Bahan.....	54
Tabel 4. 1. Kelimpahan Mikroplastik pada air Sungai Kali Jagir.....	88
Tabel 4. 2. Jumlah Mikroplastik pada Sedimen Kali Jagir	90
Tabel 4. 3. Hasil Uji Normalitas	94
Tabel 4. 4. Uji One Way Anova Sampel Air	94
Tabel 4. 5. Uji One Way Anova Sampel Sedimen.....	94



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Plastik memiliki sifat sintetis dan tahan lama, namun degradasi fisik dan kerusakan oksidatif yang terjadi akibat terpapar sinar UV secara terus menerus dapat mendegradasi sampah plastik menjadi partikel kecil yang ukurannya berkisar dari mikrometer hingga nanometer (Hasibuan, dkk., 2020). Jumlah sampah plastik meningkat seiring dengan bertambahnya penggunaan plastik yang tidak diimbangi dengan peningkatan pengolahan. Dengan rata-rata timbulan sampah plastik sebesar 4 juta ton per tahun, Indonesia menempati urutan kedua setelah China sebagai negara yang menyumbang sampah plastik terbanyak ke saluran air (Utami, dkk., 2022).

Sampah plastik yang tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu dan dibuang langsung ke lingkungan akan berakhir masuk ke dalam wilayah perairan. Hujan dapat berkontribusi pada tingkat akumulasi mikroplastik menjadi lebih tinggi karena sampah plastik dari daratan dapat terbawa hujan menuju ke perairan. Partikel plastik dengan diameter kurang dari 5 mm disebut sebagai mikroplastik. Ukuran yang kecil dan warna transparan membuat mikroplastik sering dianggap sebagai makanan bagi spesies akuatik dan darat. Karena ukuran sangat kecil itu pula, keberadaan mikroplastik sulit dideteksi, sehingga jumlah mikroplastik akan meningkat terutama di dalam perairan (Almahdahlizah, 2019).

Kelimpahan dan konsentrasi mikroplastik dalam air cenderung lebih tinggi di lautan, namun 70% hingga 80% mikroplastik berasal dari darat dan sungai yang akhirnya mengalir ke laut (Almahdahlizah, 2019). Berdasarkan penelitian Fitriyah, dkk (2022) mengidentifikasi adanya pencemaran mikroplastik pada Kali Mas Surabaya, pada hulu sungai adalah sebesar 0,049 item/m³, tengah sungai sebesar 0.053 item/m³ dan hilir sungai adalah sebesar 0.095 item/m³. Dalam penelitian Nuryanti (2022) telah ditemukan mikroplastik dengan jenis paling banyak fiber sebesar

780,0 partikel/kg di pesisir pantai Wonorejo yang merupakan muara dari sungai kali Jagir.

Keberadaan mikroplastik dalam perairan akan masuk ke dalam badan air dan akan mengendap sebagai sedimen (Fachrul & Tazkiaturrizki, 2021). Biofouling, aktivitas mikroorganisme, dan keberadaan partikel lain yang menempel dengan mikroplastik juga dapat menyebabkan mikroplastik mengendap di substrat dasar dan sedimen. Karena mikroplastik dalam sedimen akan terus mengendap, maka senyawa kimia pada mikroplastik yang berada di kedalaman tertentu dapat digunakan sebagai penentu seberapa lama mikroplastik tersebut telah terbentuk (Lusher, dkk., 2017).

Mikroplastik memasuki ekosistem perairan melalui air sungai, di mana sungai merupakan jalur utama dari darat ke laut. Mikroplastik biasanya dihasilkan oleh aktivitas masyarakat di sepanjang sungai dan di sepanjang garis pantai. Limbah cucian, produk kosmetik, dan sampah rumah tangga merupakan sumber potensial mikroplastik di area pemukiman (Wicaksono, dkk., 2021). Mikroplastik seperti *microbeads* dan benang sintesis kecil pakaian merupakan mikroplastik yang sengaja dibentuk untuk alasan industri (Utami, dkk., 2022). Selain itu, sampah plastik di dalam air yang berasal dari aktivitas pariwisata, limbah pelabuhan, dan limbah dari aktivitas nelayan dapat berkontribusi terhadap keberadaan mikroplastik (Seprandita, dkk., 2022). Warga bantaran sungai kerap membuang sampah rumah tangganya ke sungai. Selain itu, aktivitas masyarakat di aliran sungai seperti industri sering membuang sampahnya ke sungai dan seringkali melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah (Pradiptaadi & Fallahian, 2022).

Kerusakan yang ada di muka bumi ini disebabkan oleh perbuatan manusia dan dampak dari terjadinya kerusakan bumi tersebut akan berdampak juga pada manusia sebagaimana telah dijelaskan dalam Al-Quran yaitu dalam surat Ar-Rum ayat 41:

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

yang artinya “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”

Dari ayat di atas, kita sebagai manusia seharusnya memiliki kesadaran untuk menjaga kelestarian dan kesehatan lingkungan sekitar. Pencemaran air yang bersumber dari pembuangan limbah rumah tangga maupun limbah industri langsung ke badan sungai akan berdampak buruk bagi ekosistem perairan, maka hal tersebut harus ditangani dengan baik (Nurulloh, 2019).

Sungai Jagir merupakan salah satu dari dua anak Sungai Surabaya, yaitu Kali Mas dan Kali Jagir Wonokromo. Oleh karena itu bagian hulu Sungai Jagir adalah Kali Mas, yang mengalir melalui Surabaya dan bermuara di pantai utara Surabaya (Marsyalita, dkk., 2012). Ada berbagai sumber daya di Sungai Jagir termasuk ikan air tawar, salah satunya dikenal sebagai ikan keting dan udang (Purnamasari, 2017). Sungai Kali Jagir membentang sepanjang 13,77 KM, melewati lingkungan pemukiman padat penduduk, kawasan perkantoran, kawasan industri, kawasan perdagangan, dan hotel (Maghfiroh, 2016).

Dengan adanya limbah yang dihasilkan dari berbagai aktivitas domestik dan non-domestik di DAS Kali Jagir yang dapat berpotensi mengakibatkan terbentuknya mikroplastik dan belum adanya informasi terkini tentang mikroplastik di Sungai Kali Jagir. Keberadaan mikroplastik dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi biota akuatik dan manusia (Puspita., dkk, 2019). Oleh sebab itu, diperlukan adanya penelitian ini untuk mengetahui jenis-jenis mikroplastik dan kelimpahannya di Kali Jagir Surabaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis mikroplastik dan membandingkan kelimpahan rata-rata jenis mikroplastik di antara zona pengumpulan data. Metode analisis data yang digunakan adalah *One Way Anova* dengan menggunakan program SPSS 20. Hal ini dimaksudkan agar penelitian ini dapat memberikan gambaran awal pencemaran mikroplastik yang terjadi pada sungai yang melewati kota

Surabaya dan diharapkan dapat meningkatkan kualitas pengelolaan sampah plastik terpadu di Kota Surabaya.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka terdapat rumusan masalah pada penelitian kali ini, antara lain:

1. Bagaimana jenis mikroplastik berdasarkan bentuk pada air dan sedimen Sungai Kali Jagir, Surabaya, Jawa Timur?
2. Bagaimana kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Kali Jagir, Surabaya, Jawa Timur?
3. Bagaimana jenis polimer mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Kali Jagir, Surabaya, Jawa Timur?
4. Bagaimana perbedaan kelimpahan mikroplastik antar zona pengambilan sampel air dan sedimen menggunakan metode one way ANOVA Sungai Kali Jagir, Surabaya, Jawa Timur?

1.3. Tujuan Penelitian

Dari latar belakang di atas, maka terdapat rumusan masalah pada penelitian kali ini, antara lain:

1. Mengetahui jenis mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Kali Jagir, Surabaya, Jawa Timur.
2. Menganalisis kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Kali Jagir, Surabaya, Jawa Timur.
3. Mengonfirmasi jenis polimer mikroplastik Sungai Kali Jagir, Surabaya, Jawa Timur.
4. Menganalisis perbedaan kelimpahan mikroplastik antar zona pengambilan data air dan sedimen Sungai Kali Jagir, Surabaya, Jawa Timur.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini untuk beberapa pihak terkait antara lain:

1. Bagi Peneliti lain/akademisi

Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi dan bahan pertimbangan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut di bidang mikroplastik dan lingkungan.

2. Bagi Instansi

Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi dan bahan pertimbangan untuk dasar penetapan kebijakan atau dasar hukum dalam penanggulangan pencemaran atau kerusakan lingkungan bagi pemerintah Kota Surabaya, Dinas Lingkungan Hidup, dan Balai Besar Wilayah Sungai Brantas.

3. Bagi Masyarakat

Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi tentang dampak pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh mikroplastik.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian kali ini, antara lain:

1. Zona pengambilan data terdiri dari 3 zona, yaitu zona I (hulu Kali jagir); zona II (tengah Kali Jagir); zona III (hilir Kali jagir).

2. Identifikasi mikroplastik meliputi jenis dan kelimpahan.

3. Jenis mikroplastik diuji menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectrophotometry* (FTIR).

4. Analisis perbedaan kelimpahan mikroplastik antar zona pengambilan data menggunakan metode uji korelasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mikroplastik

Mikroplastik secara umum digolongkan berdasarkan karakter morfologisnya, yang meliputi ukuran, bentuk, dan warna (Lusher, dkk., 2017). Partikel plastik diklasifikasikan berdasarkan ukurannya, yaitu makroplastik merupakan partikel yang berdiameter lebih besar dari 2,5 cm; mesoplastik merupakan partikel yang berdiameter 5 mm hingga 2,5 cm; dan mikroplastik berdiameter kurang dari 5 mm (Wijaya & Trihadiningrum, 2019). Kemudian, ukuran mikroplastik dikategorikan lagi, yaitu kategori besar dengan ukuran 1 mm hingga 5 mm dan kategori kecil sebesar kurang dari 1 mm. Mikroplastik sendiri merupakan potongan plastik yang memiliki ukuran kurang dari 5 mm. Mikroplastik sendiri umumnya berasal dari sampah plastik yang mengalami degradasi. Masalah yang umum yang dibawa oleh sampah mikroplastik adalah bahan dari mikroplastik yang mengandung bahan pencemar sehingga dapat merusak ekosistem (Storck, dkk., 2015).

Pada umumnya, proses dekomposisi plastik berlangsung sangat lambat. Diperlukan waktu hingga ratusan tahun agar plastik terdegradasi menjadi mikroplastik dan nanoplastik melalui berbagai proses fisik, kimiawi, maupun biologis. Mikroplastik merupakan partikel plastik yang diameternya berukuran kurang dari 5 mm. Batas bawah ukuran partikel yang termasuk dalam kelompok mikroplastik belum didefinisikan secara pasti namun kebanyakan penelitian mengambil objek partikel dengan ukuran minimal $300 \mu\text{m}^3$. Mikroplastik terbagi lagi menjadi kategori ukuran, yaitu besar (1-5 mm) dan kecil (<1 mm). mikroplastik terbentuk dalam bermacam-macam kelompok yang sangat bervariasi dalam hal ukuran, bentuk, warna, komposisi, massa jenis, dan sifat-sifat lainnya (Lolodo, 2019).

Mikroplastik tersusun dari serabut tak beraturan hingga serat bulat dan panjang. Ukuran dan bentuk mikroplastik pada umumnya dipengaruhi oleh berapa lama mikroplastik tersebut berada di laut serta berapa lama proses

fragmentasinya. Semakin lama plastik tersebut berada di perairan maka ukuran plastik akan mengecil, begitupun juga sebaliknya. Proses fragmentasi mikroplastik juga dapat dipengaruhi oleh radiasi sinar ultraviolet dan gaya mekanik yang kuat dari gelombang dan arus air. Perbedaan jenis dan bentuk mikroplastik juga berdasarkan faktor berapa lama mikroplastik tersebut terfragmentasi. (Laksono, dkk., 2021).

Radiasi sinar UV dalam sinar matahari dapat mengakibatkan oksidasi pada matriks polimer yang menyebabkan pembelahan ikatan polimer. mikroplastik setelah 3 bulan terpapar radiasi sinar UV mengalami keretakan serta terdapat serpihan pada bagian permukaannya. Retakan dan serpihan tersebut merupakan hasil dari degradasi akibat radiasi sinar UV. Polimer dapat mengalami degradasi secara mekanik akibat gerakan air, angin, maupun abrasi oleh padatan. Plastik akan semakin rentan mengalami fragmentasi akibat turbulensi aliran air. Plastik yang memiliki retakan dan/atau serpihan pada permukaannya rentan mengalami fragmentasi lebih lanjut akibat adanya degradasi secara mekanik. Retakan dan serpihan yang dihasilkan meningkat jumlahnya seiring dengan lamanya paparan radiasi sinar UV (Susanto & Yulinah, 2020).

Kecepatan aliran air disebabkan oleh perbedaan densitas air laut, pasang surut, dan tiupan angin yang menghasilkan gerakan ombak. Kecepatan aliran air tersebut membawa pasir/batuan yang dapat menyebabkan abrasi pada mikroplastik, yang dapat diikuti dengan terjadinya proses degradasi secara mekanik (Song, dkk., 2019).

Berdasarkan rumus bilangan Reynold, kecepatan aliran air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi turbulen atau tidaknya suatu aliran. Turbulensi aliran air dapat mengakibatkan hydro-abrasion serta meningkatkan kadar oksigen dalam air. Ketersediaan oksigen merupakan salah satu syarat terjadinya proses fotooksidasi. Sehingga kondisi aliran air yang turbulen dapat mempercepat terjadinya fragmentasi pada mikroplastik (Maurer, 2020).

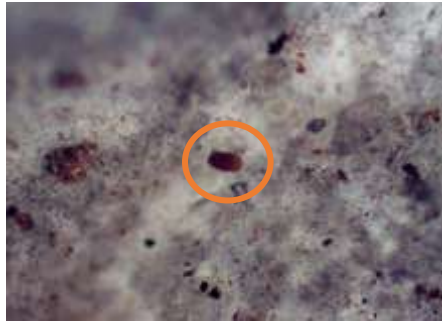
Mekanisme degradasi secara mekanik tidak seperti mekanisme degradasi lainnya seperti fotodegradasi dan biodegradasi yang menghasilkan kerusakan pada ikatan kimia tertentu. Mekanisme degradasi secara mekanik diawali dengan perubahan serta rapuhnya sifat mekanik material akibat proses degradasi oksidatif atau hidrolisis hingga menghasilkan mikroplastik (Andy, dkk., 2018).

2.1.1. Jenis Mikroplastik

Mikroplastik yang ditemukan diklasifikasikan menjadi enam jenis. Antara lain *fragment*, *film*, *fiber*, *foam*, dan *granule* atau pelet (Mahadika, 2022). Bentuk-bentuk tersebut dapat berasal dari polimer berukuran makro yang terpecah menjadi plastik berukuran mikro. Bentuk *fragmen* dan *film* dapat berasal dari plastik keras, seperti wadah plastik, kantong plastic, maupun mainan. *Fiber* dapat ditemukan karena adanya aktivitas penangkapan ikan di wilayah tersebut yang menggunakan jaring arad, yang menyebabkan serat dari alat tangkap tersebut terdegradasi saat digunakan. *Fiber* juga bisa berasal dari aktivitas manusia di darat, seperti sisa cucian pakaian. *Granule* adalah partikel kecil yang digunakan dalam pembuatan produk industri. *Granule* juga biasa ditemukan dalam barang-barang kosmetik (*microbeads*) seperti scrub, lulur, dan produk lain (Nuryanti, 2022).

A. Jenis Mikroplastik Foam

Foam merupakan jenis mikroplastik yang berbentuk lonjong berongga dan terlihat memiliki volume seperti pada gambar 2.1. Mikroplastik jenis foam ini biasanya berasal dari *styrofoam* yang sering digunakan dalam kegiatan manusia, misal kemasan gelas mie instan, kotak makanan dan sering juga digunakan dalam pengemasan alat- alat rumah tangga. Mikroplastik jenis foam lebih sulit terdegradasi dibandingkan dengan mikroplastik jenis lainnya (Mahadika, 2022).



Gambar 2. 1 Mikroplastik Jenis Foam

(Sumber: Mahadika, 2022)

Mikroplastik berbentuk foam dapat berasal dari pelapis kapal dengan ciri memiliki struktur berongga. *Foam* dapat berasal dari komponen pelapis kapal yang digunakan dalam aktivitas nelayan untuk menangkap ikan di daerah tersebut (Hanif, dkk., 2021).

B. Jenis Mikroplastik Fragmen

Mikroplastik jenis fragment merupakan mikroplastik yang tampak memiliki area yaitu panjang dan lebar serta memiliki ketebalan yang cukup tebal. Ciri khusus yang dapat dilihat dari MPs jenis fragment ini yaitu bentuknya yang menyerupai pecahan dari satuan bentuk yang lebih besar, seperti pada Gambar 2.2 dapat dilihat mikroplastik jenis fragment berwarna biru pekat dengan pinggiran yang tidak rata menggambarkan bahwa mikroplastik ini merupakan jenis fragment atau plastik yang mengalami degradasi menjadi ukuran mikron.



Gambar 2. 2 Mikroplastik Jenis Fragmen

(Sumber: Mahadika, 2022)

Mikroplastik jenis fragmen berasal dari limbah rumah tangga atau pertokoan yang ada dilingkungan seperti botol minuman plastik dan kemasan-kemasan makanan siap saji yang terbangun ke perairan dan mengalami penguraian menjadi sebuah serpihan-serpihan kecil membentuk fragmen (Dewi, dkk., 2015).

C. Jenis Mikroplastik Film

Mikroplastik jenis film merupakan mikroplastik yang memiliki area luas atau dapat dikatakan lebar dan tipis (Guo, dkk., 2018). Dari Gambar 2.3 terlihat mikroplastik jenis film berwarna merah dengan bentuk lebar dan tipis.



Gambar 2. 3 Mikroplastik Jenis Film

(Sumber: Mahadika, 2022)

Sumber mikroplastik jenis film berasal dari kantong plastik serta kemasan makanan dan minuman yang berbahan dasar plastik tipis. Kemasan plastik digunakan dalam bisnis makanan dan minuman disebabkan oleh harganya yang murah dan ketahanan dari plastik yang tidak mudah rusak. Akan tetapi hal ini tidak diikuti dengan pengelolaan sampah yang baik dan benar, sehingga sampah menumpuk bahkan dibuang sembarangan yang menyebabkan akumulasi sampah plastik yang sangat banyak,

ditambah plastik merupakan bahan yang membutuhkan waktu lama untuk terdegradasi (Mahadika, 2022).

D. Jenis Mikroplastik Fiber

Mikroplastik jenis fiber/filament merupakan jenis mikroplastik yang memiliki bentuk cenderung panjang dan tipis (Guo, dkk., 2018). Dari Gambar 2.4 terlihat mikroplastik jenis fiber berwarna merah dengan bentuk panjang dan tipis.



Gambar 2. 4 Mikroplastik Jenis Fiber

(Sumber: Mahadika, 2022)

Fiber merupakan material yang berasal dari alat pancing dan pakaian. Selain itu juga berasal dari pakaian sintetis. Fiber merupakan serat yang memiliki bentuk memanjang dan berasal dari degradasi beberapa benda yaitu jaring ikan, tali dan kain sintesis. Seperti yang dikemukakan Septian, dkk. (2018) bahwa mikroplastik jenis fiber dapat berasal dari degradasi jaring nelayan, serat pakaian, perahu, dan aktifitas rumah tangga.

2.1.2. Warna Mikroplastik

Mikroplastik ditemukan dalam berbagai berbagai warna, seperti coklat, kuning, hitam, ungu, biru, merah, dan transparan. Variasi warna dan bentuk mikroplastik dapat terjadi sebagai akibat dari beberapa faktor seperti berapa lama mikroplastik terpapar sinar matahari dan berapa lama mikroplastik terfragmentasi (Laksono,

dkk., 2021). Warna lain dari mikroplastik terdapat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Warna-warna Mikroplastik

Warna	Singkatan
Any Colour	ALL
All opaque	AO
All Transparent	AP
Amber	AM
Beige	BG
Black	BK
Blue	BL
Brown	BN
Bronze	BZ
Charcoal	CH
Clear	CL
Dark	DK
Gold	GD
Green	GN
Grey	GY
Ivory	IV
Light	LT
Metallic	MT
Olive	OL
Opaque	OP
Orange	OR
Pink	PK
Purple	PR
Red	RD
Silver	SV
Speckled	SP
Transparent	TP
Turquoise	TQ
Violet	VT
White	WT
Yellow	YL

(Sumber: Yuwandita, 2018)

Partikel mikroplastik biasanya mempunyai warna yang cukup mudah dikenali, hampir kebanyakan mikroplastik yang ditemukan kebanyakan berwarna hitam, warna hitam tersebut muncul karena bahan yang digunakan untuk membuat plastik

tersebut yaitu polimer *polyethylene*. Bila pada suatu partikel mikroplastik masih terdapat warna yang bisa dilihat jelas, biasanya partikel mikroplastik tersebut belum terdegradasi dalam waktu yang lama. Mikroplastik yang telah terdegradasi dalam jangka waktu yang lama biasanya akan memudar warnanya dan cukup sulit untuk dilihat secara langsung warna tersebut (Hiwari., 2019).

Pada umumnya mikroplastik yang memiliki warna pekat menggambarkan bahwa mikroplastik tersebut belum mengalami perubahan warna. Warna seperti hitam, kuning, merah, biru, hijau, orange dan warna lainnya merupakan tergolong warna pekat. Dikarenakan adanya degradasi warna mikroplastik adanya rendahnya suhu dan radiasi ultraviolet (UV). Mikroplastik yang memiliki warna pekat berasal dari polimer polyethylene (PE) (Putri, 2022).

Warna coklat disebabkan mikroplastik lama terpapar sinar matahari sehingga terjadi oksidasi polimernya. Warna hitam menunjukkan bahwa mikroplastik berasal dari jenis polistirena (PS) atau polipropilena (PP) dengan kandungan kimia PAH's (*Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*). Warna bening diakibatkan fragmentasi dari plastik belum lama terpapar oleh sinar matahari, sehingga mikroplastik dapat mengalami perubahan warna (Laksono, dkk., 2021).

2.1.3. Sumber Mikroplastik

Berdasarkan sumbernya, mikroplastik terbentuk dari dua sumber, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder (Pradiptaadi & Fallahian, 2022). Pada masukan primer, mikroplastik berasal dari pembuangan limbah rumah tangga dan industri. Pada masukan sekunder, mikroplastik berasal dari pembasuhan pakaian. Konsentrasi mikroplastik terus bertambah karena plastik mengalami proses pemutusan rantai polimer sehingga akan menjadi mikroplastik. Subbab berikut memberikan deskripsi singkat tentang mikroplastik primer dan sekunder berdasarkan jurnal referensi.

a. Mikroplastik Primer

Mikroplastik primer seringkali berbentuk *microbead* dengan bentuk bulat kecil. Pabrik sengaja membuat dan menggunakan *microbead* ini dalam kosmetik, sabun pencuci wajah, barang-barang kecantikan dan perawatan pribadi lainnya (Yuwandita, 2018). Mikroplastik sekunder juga dapat berasal dari limbah domestik yang mengandung plastik (Pradiptaadi & Fallahian, 2022).

b. Mikroplastik Sekunder

Mikroplastik sekunder berasal dari potongan plastik besar (Pradiptaadi & Fallahian, 2022). Serat atau potongan yang terbentuk dari pemutusan rantai plastik yang lebih besar adalah contoh mikroplastik sumber sekunder, yang kemungkinan terjadi pemutusan rantai plastik yang lebih besar sebelum mikroplastik memasuki ekosistem perairan. Serat atau potongan tersebut mungkin timbul dari jaring ikan, peralatan rumah tangga, kantong plastik biodegradable, bahan baku industri, limbah *laundry* yang menghasilkan serat sintesis, dan pelapukan benda-benda plastik. Sumber serat sekunder dari limbah *laundry* didominasi *acrylic*, poliamida, dan poliester, yang dapat mencakup lebih dari 100 partikel per liter (Browne, *dkk.*, 2011 dalam Yuwandita, 2018).

2.2. Sungai

Sungai adalah wadah air alami yang terbentuk di atas permukaan bumi berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya mulai dari bagian hulu sampai muara (Putri, 2022). Sungai merupakan sumber air utama bagi umat manusia yang menampung dan mengalirkan air serta material yang dibawa dari hulu menuju hilir. Aliran sungai mengalir dari dataran tinggi ke dataran rendah, akhirnya mengalir ke laut. Sungai adalah wadah air alami yang digunakan untuk memasok kebutuhan rumah tangga, industri, pariwisata, kebersihan lingkungan, pembangkit listrik, pertanian, olahraga, pertahanan, perikanan, dan transportasi. Sebagian besar sungai, terutama di kota-kota besar dijadikan sebagai tempat pembuangan kotoran dan limbah.

Sungai adalah jaringan alami alur di permukaan bumi yang berukuran mulai dari hulu kecil hingga hilir yang besar. Aliran sungai adalah pasokan air yang paling penting untuk memenuhi kebutuhan manusia, oleh karena itu sungai harus bertujuan untuk keberlanjutan, salah satunya adalah untuk menjaga kapasitas penampang sungai tetap stabil dari endapan sedimen. (Adrianto, 2018).

Sungai memainkan peran penting dalam mengangkut sampah plastik yang berasal dari darat ke laut. Sungai merupakan aliran air panjang yang melewati berbagai sempadan dengan penggunaan lahan dan populasi yang berbeda di masing-masing daerah yang dilewati sebelum memasuki lautan. Ketinggian permukaan air sungai mempengaruhi pergerakan sampah, yang mana sampah-sampah ini dapat tersangkut di zona vegetasi sekitar sempadan sungai (van Emmerik, dkk., 2019). Kebocoran sampah plastik di sempadan sungai dapat menurunkan kualitas lingkungan dan menurunkan nilai estetika lingkungan. Sampah-sampah yang telah bocor di lingkungan sungai ini pun dapat terhanyut ke aliran sungai dan tersangkut di area vegetasi sempadan hulu sungai lainnya secara alami karena adanya luapan air ketika banjir dan hempasan angin. Selain itu aktivitas manusia mempengaruhi kualitas sungai, khususnya yang berada di dekat area sungai (Utama, dkk., 2023).

2.3. Sedimen

Sedimen dapat didefinisikan sebagai pengangkutan, melayangnya (suspensi) atau mengendapnya material fragmental oleh air. Sedimentasi merupakan akibat dari adanya erosi dan memberikan dampak yang banyak di waduk-waduk, pengendapan sedimen akan mengurangi volume efektifnya. Sebagian besar jumlah sedimen dialirkan oleh sungai-sungai yang mengalir ke waduk, hanya sebagian kecil saja yang berasal dari longsor tebing karena limpasan permukaan (Lubis, 2016).

Aliran air di sungai menyebabkan angkutan sedimen berupa angkutan muatan dasar (*bed load*) dan angkutan muatan tersuspensi (*suspended load*). Sedimentasi menghasilkan pendangkalan badan air seperti sungai, waduk,

bendungan, atau pintu air, serta daerah rawan banjir di sepanjang sungai. Akibatnya, diperlukan untuk menyelidiki sedimentasi yang disebabkan oleh aliran sungai dalam periode waktu tertentu. Proses sedimentasi di sungai terdiri dari proses erosi, pergerakan, pengendapan, dan pemadatan. Siklus hidrologi menggambarkan fenomena alam yang menghubungkan erosi, sedimentasi, dan limpasan. Terjadinya erosi tergantung pada beberapa faktor, antara lain karakteristik hujan, kemiringan, tanaman penutup tanah, dan kemampuan tanah untuk menyerap dan melepaskan air ke lapisan tanah dangkal. Dampak erosi tanah dapat menyebabkan sedimentasi di sungai, yang dapat mengurangi daya dukung sungai (Sudira, dkk., 2013).

Proses pengendapan sedimen dapat diperkirakan melalui penyebaran ukuran butir sedimen. Sifat-sifat sedimen yang penting untuk diketahui antara lain ukuran partikel dan butir sedimen, rapat massa, bentuk dan juga kecepatan sedimen. Perbedaan ukuran butir sedimen berhubungan dengan asal sumber sedimen. Semakin kearah daratan atau dekat dengan muara sungai dan kawasan mangrove ukuran butir sedimen cenderung semakin halus, sedangkan ukuran butir yang berhadapan dengan laut lepas dan jauh dari muara sungai ukuran butir lebih kasar. Hal ini menunjukkan bahwa sumber sedimen berasal dari laut yang kemudian mengalami proses transportasi hingga akhirnya terendapkan menjadi sedimen di masing-masing lokasi. Selain itu ukuran butir lebih kasar diinterpretasikan merupakan hasil penggerusan beting gisik (pulau pasir) oleh gelombang kemudian tertransport pada bagian depan dasar perairan .

Arus sungai yang memasuki air laut akan mengalami perlambatan. Akibatnya kemampuan mengangkut material berkurang sehingga material tersebut mengendap pada bagian mulut muara dan depan muara sungai. Material sedimen yang berasal dari sungai didominasi ukuran halus, sehingga area sekitar muara cenderung terendapkan sedimen berukuran halus seperti lanau (Gemilang, dkk., 2018).

2.4. Mikroplastik dalam Perairan

2.4.1. Mikroplastik dalam Air

Faktor lingkungan dan antropogenik mempengaruhi jumlah dan distribusi mikroplastik. Pasang surut, arus gelombang, arah angin, siklon dan hidrodinamika sungai adalah contoh pengaruh lingkungan. Sedangkan kepadatan penduduk merupakan salah satu faktor antropogenik (Hasibuan, dkk., 2020). Mikroplastik yang masuk ke dalam perairan disebabkan oleh degradasi bahan-bahan berdasar polimer. Bahan-bahan tersebut terurai disebabkan faktor abiotik di lingkungan. Masuknya mikroplastik juga disebabkan aktivitas masyarakat yang masih belum mampu mengelola sampah plastik dengan baik (Sutrisnawati dan Purwahita, 2019). Mikroplastik yang ditemukan pada perairan Pulau Gili Labak pada penelitian oleh (Lolodo, 2019) adalah mikroplastik jenis fiber, film, fragment dan mikrofiber. Jenis mikroplastik yang paling umum ditemukan adalah jenis fiber.

Mikroplastik dapat mengapung di perairan atau tenggelam disebabkan oleh densitasnya lebih rendah atau lebih tinggi daripada densitas air. Tidak seperti *polypropylene* yang dapat mengapung dan menyebar luas di perairan, beberapa jenis mikroplastik seperti akrilik, memiliki densitas yang lebih besar daripada air laut, hal tersebut dapat memungkinkan mikroplastik tersebut terakumulasi di dasar laut dan mengganggu rantai makanan. Mikroplastik akan mengapung atau tenggelam dalam air tergantung pada kepadatan polimer. Kemampuan mikroplastik terapung berdampak pada lokasinya di air dan kontak dengan biota (Almahdahulhizah, 2019). Mikroplastik akan mengapung atau tenggelam dalam air tergantung pada kerapatan polimer. Kemampuan mikroplastik untuk mengapung menentukan posisi mikroplastik di air dan interaksi dengan biota (Lusher, dkk., 2017).

2.4.2. Mikroplastik dalam Sedimen

Sedimen merupakan partikel kasar yang beregerak di sepanjang dasar sungai secara keseluruhan dan mempengaruhi kedalaman air. Sedimen dapat memiliki pengaruh buruk di dasar sungai, muara, dan pesisir pantai jika tertimbun secara berlebihan, yaitu dapat menyebabkan pendangkalan dan penurunan kualitas air (Nursiani, dkk., 2020).

Mikroplastik yang terakumulasi dalam sedimen dari waktu ke waktu menghasilkan penumpukan mikroplastik pada lapisan sedimen yang lebih dalam, hal tersebut berpengaruh terhadap densitas mikroplastik yang disebabkan terpaparnya sinar matahari yang berkepanjangan, pelapukan alami, dan biofouling (Hidalgo-Rus, dkk., 2012 dalam Nuryanti, 2022).

Mikroplastik yang berada di sedimen berbahaya bagi biota yang tinggal di sedimen karena dapat ditelan dan terakumulasi di dalam organ pencernaan. Selain itu, pengendapan mikroplastik dalam sedimen dapat mengubah intensitas masuknya cahaya ke saluran air yang dapat mempengaruhi sifat sedimen serta komposisi bahan organik dan anorganik dalam sedimen (Laksono, dkk., 2021).

Keberadaan mikroplastik yang berada di sedimen dapat dipengaruhi oleh gravitasi, pasang surut air laut, dan kerapatan plastik yang lebih besar dari kerapatan air menyebabkan mikroplastik untuk tenggelam dan terkumpul dalam sedimen (Laila, dkk., 2020). Keberadaan mikroplastik dalam sedimen juga dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan kerapatan polimer plastik yang lebih besar dari kerapatan air (Utami, dkk., 2022).

Jenis mikroplastik *fiber*, *fragmen*, dan *filamen* merupakan jenis mikroplastik yang sering ditemukan dalam sedimen. Jenis mikroplastik *film* memiliki kerapatan yang lebih rendah daripada *fiber* sehingga lebih mudah terbawa oleh arus Jenis mikroplastik fragmen lebih banyak karena merupakan hasil dari potongan-

potongan barang plastik yang mengandung polimer sintetis yang sangat kuat. (Rahmadhani, 2019).

Tabel 2. 2 Jenis Plastik, Pengaplikasian, dan Berat Jenis Mikroplastik

No.	Jenis Plastik	Aplikasi Umum	Gravitasi Spesifik
1	Resin poliester + serat kaca	tekstil, pelampung	>1,35
2	Poli (etilen terephtalat)	botol, pengikat, tekstil	1,34 - 1,39
3	Asetat selulosa	filter rokok	1,22 - 1,24
4	Polivinil Klorid (PVC)	selaput, pipa, container	1,16 - 1,30
5	Poliamid (Nilon)	jaring ikan, tali	1,13 - 1,15
6	Polistirin	peralatan, wadah	1,04 - 1,09
7	Polistirin (Luas)	kotak pendingin, pelampung, gelas	1,01 - 1,05
8	Polietilen (PE)	kantong plastik, kontainer penyimpanan	0,91 - 0,95
9	Polipropilen (PP)	tali, tutup botol, roda gigi alat pemancing, pengikat	0,9 - 0,92
10	Air		1

Sumber: (Lusher, dkk., 2017)

2.5. Kelimpahan Mikroplastik dalam Perairan

Jumlah keseluruhan mikroplastik dalam sampel disebut sebagai kelimpahan mikroplastik. Kelimpahan mikroplastik menunjukkan kepadatan mikroplastik berdasarkan pada jenis dan ukurannya. Kelimpahan mikroplastik dapat dihitung dengan membagi jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan dalam sampel dengan jumlah volume air yang disaring (NOAA, 2013, dalam Nuryanti, 2022).

Sari Dewi, dkk (2015) menyatakan jumlah mikroplastik dalam sedimen dapat ditemukan pada kedalaman mulai dari 0 cm hingga 30 cm.

Kelimpahan mikroplastik pada kedalaman tertentu menghasilkan perbandingan yang tidak terlalu signifikan. Di kedalaman kurang dari 10 cm memiliki kelimpahan mikroplastik yang cenderung rendah. Hal tersebut terjadi karena lapisan atas sedimen terdeposisi oleh arus sungai. Sedangkan kelimpahan mikroplastik di kedalaman 10 cm - 20 cm dan 20 cm - 30 cm bervariasi, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedalaman dengan kelimpahan mikroplastik jenis *pelet*, *fragmen*, *film*, atau *fiber* (Hastuti, dkk., 2014).

2.6. Bahaya Mikroplastik dalam Perairan

Mikroplastik memiliki dampak buruk pada biota yaitu dapat berpotensi hingga menyebabkan kematian. Mikroplastik yang berada pada tubuh biota dapat membahayakan sistem pencernaan, menurunkan kadar hormon steroid, mengurangi tingkat perkembangan, menghambat pembentukan enzim, mempengaruhi reproduksi, dan meningkatkan paparan aditif plastik yang bersifat toksik (Almahdahulhizah, 2019).

Kontaminan organik yang ditemukan dalam mikroplastik, seperti polybrominated diphenyl ethers, hidrokarbon aromatik polisiklik, pestisida organoklorin, polychlorinated biphenyls (PCB), petroleum hydrocarbon, bisphenol, dan alkilphenol dapat memiliki efek jangka panjang pada biota, seperti gangguan endokrin. Mikroplastik dengan sifat karsinogenik yang masuk ke dalam tubuh biota dapat merusak sistem saluran kelenjar endokrin yang dimiliki oleh biota. Akibatnya, hal ini menjadi dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh mikroplastik ketika tertelan yang dapat merusak sistem pencernaan biota (Putro, 2021).

Selain dampak mikroplastik terhadap biota, mikroplastik yang dicerna oleh hewan dapat berdampak pada manusia ketika manusia memakan biota yang telah terpapar mikroplastik. Menurut ini, akumulasi mikroplastik dapat merusak kehidupan laut dan manusia (Hanif, dkk., 2021).

2.7. Uji Statistik One Way Anova

Anova atau singkatan dari *Analysis of Variance* adalah sebuah analisis statistik yang menguji perbedaan rerata antar beberapa kelompok atau jenis

perlakuan. Anova dapat digunakan sebagai alat untuk menguji hipotesis penelitian yang mana bertujuan untuk menilai apakah ada perbedaan rerata antara kelompok (Ilham Maulana, 2021). Analisis varian banyak dipergunakan pada penelitian-penelitian yang banyak melibatkan pengujian komparatif yaitu menguji variabel terikat dengan cara membandingkannya pada kelompok-kelompok sampel independen yang diamati (Riadi, dkk., 2020).

One Way Anova atau dikenal dengan anova satu arah digunakan untuk membandingkan lebih dari dua kelompok data dan merupakan pengembangan lebih lanjut dari uji-t. Anova satu arah menguji kemampuan dari signifikansi hasil penelitian. Artinya jika terbukti berbeda dua atau lebih sampel tersebut dianggap dapat mewakili populasi. Untuk melakukan uji Anova, harus dipenuhi beberapa asumsi, yaitu:

1. Sampel terdiri dari kelompok yang independen.
2. Varian antar kelompok harus homogen.
3. Data masing-masing kelompok berdistribusi normal.

Syarat awal yang harus dipenuhi pada saat pengambilan sampel yang dilakukan secara random terhadap beberapa (>2) kelompok yang independen, dimana nilai pada satu kelompok tidak tergantung pada nilai di kelompok lain (Palupi, 2022).

Dalam analisis varians ini, karena kelompok lebih dari dua, maka ada tiga variabilitas yang dipahami yaitu dalam kelompok, antar kelompok, dan total. Variabilitas dalam kelompok adalah variabilitas yang terjadi dalam kelompok masing-masing, sedangkan variabilitas antar kelompok adalah variabilitas yang terbentuk antar masing-masing kelompok, sedangkan variabilitas total adalah variabilitas yang tersusun dalam kelompok dan variabilitas antar kelompok.

Beberapa rumus yang perlu mendapat perhatian yaitu (Yusuf, 2014):

$$JK_t = \Sigma x^2 = \Sigma x_t^2 - \frac{(\Sigma x_t)^2}{N}$$

= Jumlah kuadrat total (*sum square*)

$$JK_A = \left\{ \frac{(\sum x_{A1})^2}{N_{A1}} + \frac{(\sum x_{A2})^2}{N_{A2}} + \dots + \frac{(\sum x_{Aa})^2}{N_{Aa}} \right\} \left\{ \frac{(\sum x_T)^2}{N} \right\}$$

Di mana:

A = Cacah klasifikasi kelompok A

JKA = Jumlah kuadrat antar perlakuan

JKD = JKt – JKA atau jumlah kuadrat masing-masing kelompok dijumlahkan

Jadi:

$$JK_d = JK_t - \left\{ \frac{(\sum x_{A1})^2}{N_{A1}} + \frac{(\sum x_{A2})^2}{N_{A2}} + \frac{(\sum x_{A3})^2}{N_{A3}} \right\}$$

$$F = \frac{VA}{VD} = \frac{RJK_a}{RJK_d}$$

Di mana:

V = Varians

a = Antar kelompok

d = Dalam

JK = Jumlah kuadrat (*sum square*)

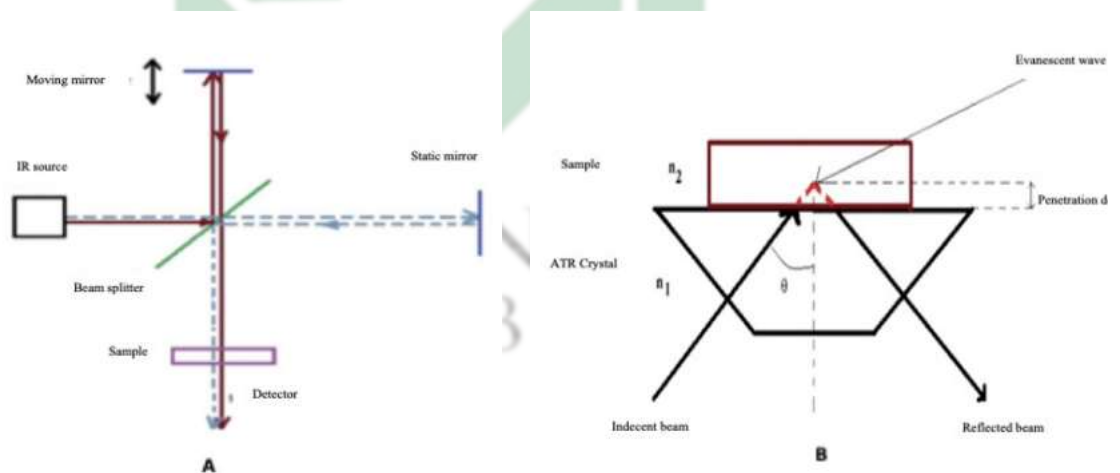
RJK = Rata-rata jumlah kuadrat (*mean square*)

2.8. Fourier-transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)

Fourier-transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) merupakan instrument yang menggunakan prinsip spektroskopi inframerah dan dilengkapi transformasi fourier untuk mendeteksi dan menganalisis hasil spektrum. FTIR digunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis gugus fungsional suatu senyawa terutama senyawa organik (Aminudin & Amaria, 2021).

Spektra yang dihasilkan T-FTIR maupun ATR-FTIR secara fungsional sama-sama bertujuan mengetahui kelompok fungsional, tipe ikatan, dan konformasi molekuler suatu material, namun mekanisme kerjanya berbeda. Pada T-FTIR, sumber sinar yang dipancarkan akan dipecah oleh pemecah sinar menjadi dua bagian sinar yang saling tegak lurus. Sinar kemudian dipantulkan oleh cermin dan akan dipantulkan kembali menuju pemecah sinar untuk saling berinteraksi dan melewati spesimen serta melewati

detektor. Sinar yang telah melewati detektor akan menghasilkan panjang gelombang dan spektra infra-merah (IR) yang terlihat pada monitor (Claudia, 2017). Mekanisme kerja yang terjadi pada alat ATR-FTIR adalah, sumber sinar yang berasal dari bawah akan dipancarkan sesuai dengan sudut sinar kritis ke arah prisma kristal (Zinc selenide (ZnSe)/Ge) melewati spesimen dan kemudian dipantulkan ke detektor. Sinar yang telah melewati detektor akan menghasilkan panjang gelombang dan spektra IR yang dapat tercatat dan terlihat pada monitor. Menurut Arista & Kusuma (2021) hasil gambaran spektra IR dan panjang gelombang pada interferogram (Gambar 2.5) terjadi karena adanya interaksi antara spektrum IR dengan getaran yang berasal dari ikatan kimia antar atom-atom yang menyusun suatu material. Penyerapan spektrum IR pada suatu senyawa akan mengakibatkan getaran pada atom. Jika getaran terjadi pada jarak interatomik maka akan mengakibatkan gambaran spektrum IR meregang (*stretching*) dan jika getaran terjadi pada sudut atom maka akan mengakibatkan gambaran spektrum IR membengkok (*bending*).

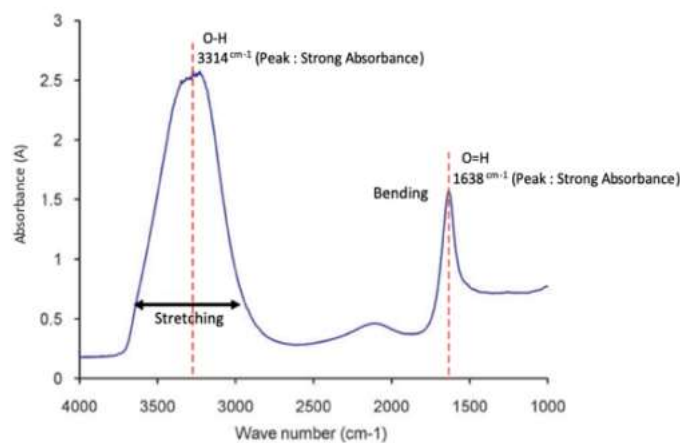


Gambar 2. 5. Mekanisme kerja FTIR (A) T-FTIR (B) ATR-FTIR

Sumber: (Arsista & Kusuma, 2021)

Bertambahnya atau berkurangnya jarak interatomik maupun perubahan sudut yang terjadi pada ikatan atom akan menghasilkan pancaran spektrum

dari suatu material dalam bentuk panjang gelombang/bilangan gelombang di wilayah spektral IR. Karena semua senyawa menunjukkan penyerapan/emisi karakteristik di wilayah spektral IR, maka senyawa suatu material dapat dianalisa secara kualitatif maupun kuantitatif. Daerah spektrum IR pada gelombang elektromagnetik mencakup bilangan gelombang 14.000 cm^{-1} hingga 10 cm^{-1} . Daerah infra-merah sedang ($4.000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$) berkaitan dengan transisi energi vibrasi dari molekul yang memberikan informasi mengenai gugus-gugus fungsi dalam molekul tersebut. Daerah infra-merah jauh ($400\text{--}10\text{ cm}^{-1}$) bermanfaat untuk menganalisa molekul yang mengandung atom-atom berat seperti senyawa anorganik. Daerah infra-merah dekat ($12.500\text{--}4.000\text{ cm}^{-1}$) yang peka terhadap vibrasi overtone. Pada Gambar 2. terlihat contoh hasil ATR-FTIR pada air (standar).



Terdapat dua pola serapan yang kuat yang ditandai dengan adanya puncak-puncak tertinggi yaitu pada senyawa O-H (ikatan tunggal) dengan bilangan gelombang 3314 cm^{-1} dan O=H (ikatan ganda) dengan bilangan gelombang 1638 cm^{-1} . Kedua gugus fungsi tersebut berada pada daerah infra-merah sedang. Dapat digunakan untuk menganalisa gugus fungsi pada suatu senyawa dengan radiasi elektromagnetik. Struktur gugus fungsi suatu senyawa dapat memberikan gambaran vibrasi yang spesifik pada spektra infra-merah. Setiap gugus fungsi suatu senyawa akan memiliki bilangan gelombang yang khas dan dapat dideteksi keberadaannya (Arsista & Kusuma, 2021).

2.9. Integrasi Keislaman

Untuk memahami Al-Qur'an diperlukan sebuah upaya agar dapat memahami pesan yang terkandung di dalam Al-Qur'an. Upaya ini dilakukan disebabkan manusia diciptakan memiliki kemampuan untuk menentukan arah dan tujuan hidup mereka. Sebagaimana dinyatakan firman Allah SWT dalam QS. al-Ra'd ayat 11:

لَهُ مُعَقِّبَاتٌ مِّنْ بَيْنِ يَدَيْهِ وَمِنْ خَلْفِهِ يَحْفَظُونَهُ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُعَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُعَيِّرُوا مَا بِأَنفُسِهِمْ ۗ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ ۗ وَمَا لَهُمْ مِّنْ دُونِهِ مِن وَّالٍ

Artinya: “Bagi manusia ada malaikat-malaikat yang selalu mengikutinya bergiliran, di muka dan di belakangnya, mereka menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. Dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap sesuatu kaum, maka tak ada yang dapat menolaknya dan sekali-kali tak ada pelindung bagi mereka selain Dia.”

Dapat dimengerti bahwa Al-Qur'an memiliki pesan yang menyeluruh, tidak hanya membahas topik seputar agama, tetapi juga dalam sains. Dengan kemampuan manusia dalam mengambil dan memahami pesan dalam Al-Qur'an berupa ilmu pengetahuan, manusia dapat melaksanakan tanggung jawabnya sebagai khalifah Allah SWT di muka bumi ini, karena Allah SWT telah menyerahkan bumi dan langit beserta isinya untuk kepentingan manusia, hingga bagaimana manusia mengambil manfaat dari alam semesta ini dengan ilmu yang dimilikinya (Prayetno, 2018).

Menurut Islam, manusia diciptakan oleh Allah SWT sebagai makhluk terbaik di antara ciptaan-Nya dan manusia ditunjuk sebagai khalifah di bumi ini. Manusia wajib beribadah kepada Allah SWT dan menjalankan kebajikan dalam perannya sebagai khalifah, dan ia dilarang untuk berbuat kerusakan. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S. al-baqarah ayat 30:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَأِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَن يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ

Artinya: “Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: ‘Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi’. Mereka berkata: ‘Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?’ Tuhan berfirman: ‘Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui’.”

Allah SWT telah memberikan tiga perintah kepada umat manusia sebagai khalifah untuk berinteraksi dengan alam dan mengelola alam serta lingkungan. Pertama, ada hubungan *al-intifa'*, yang berarti bahwa manusia diizinkan untuk memanfaatkan alam dan menggunakannya kembali untuk kebaikan dan kemakmuran. Kedua, adanya hubungan *al-i'tibar*, yang dapat diartikan manusia diharapkan mampu belajar dari berbagai peristiwa alam yang telah terjadi. Terakhir, adanya hubungan *al-islam*, yang dapat diartikan manusia harus terus menjaga kelestarian lingkungan. Sehingga, manusia yang hidup di tengah-tengah lingkungan alam semesta dengan segala kekayaan dan kekuatannya harus mampu menempatkan dirinya yaitu dengan mengambil pelajaran dari peristiwa alam, menuai manfaat dan melindungi alam (Nurulloh, 2019).

2.10. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai bahan referensi untuk penelitian yang akan dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No.	Nama	Judul	Hasil dan Kesimpulan
1.	Awinda Nuryanti (2022)	Identifikasi Kelimpahan <i>Particle Suspected as Microplastic</i> (MIKROPLASTIK) Pada Sedimen Kawasan Konservasi Hutan	Pada penelitian ini telah ditemukannya <i>Particle Suspected as Microplastic</i> jenis <i>fragmen, film</i> dan <i>fiber</i> dengan jumlah total terbanyak adalah <i>Particle Suspected as Microplastic</i> jenis

No.	Nama	Judul	Hasil dan Kesimpulan
		Mangrove Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya	fiber. Ukuran yang telah diidentifikasi adalah ukuran besar dengan kisaran >1-3 mm dan ukuran kecil dengan kisaran <1 mm. Warna <i>Particle Suspected as Microplastic</i> yang paling banyak ditemukan pada penelitian ini adalah warna hitam dan warna biru.
2.	Vida Almahdahulhizah (2019)	Analisis Kelimpahan dan Jenis Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur	Jenis mikroplastik yang di temukan dalam penelitian ini yang mendominasi yaitu mikroplastik dengan jenis <i>fragmen</i> baik yang terdapat dari sampel air maupun sampel sedimen. Mikroplastik pada sampel air ditemukan dengan persentasi sebesar 55,36% dan mikroplastik pada sedimen dengan persentase sebesar 54,46%. Dari ketiga stasiun penelitian, kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada sampel air berkisar antara 125 hingga 14375 partikel/m ³ . Sedangkan untuk kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada sampel sedimen dari ketiga stasiun penelitian berkisar antara 389,61 partikel/kg hingga 24880,95 partikel/kg.
3.	Aldhof Wirendra Nouqih (2022)	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik pada	Pada penelitian ini telah ditemukan mikroplastik jenis film, fragment,

No.	Nama	Judul	Hasil dan Kesimpulan
		Sedimen di Sungai Gajahwong Yogyakarta	fiber, foam, dan pellet. Kemudian warna yang terdapat pada sampel yaitu transparan, merah, hitam, biru, hijau, ungu, orange, dan kuning. Jenis mikroplastik <i>Fragment</i> merupakan jenis yang paling banyak ditemukan pada sampel yaitu sebanyak 1966 partikel. Sedangkan, warna yang mendominasi pada penelitian ini adalah warna hitam yaitu sebanyak 1534 partikel.
4.	Aidatul Fitriyah, Syafrudin, Sudarno (2022)	Identifikasi Karakteristik Fisik Mikroplastik di Sungai Kalimas, Surabaya, Jawa Timur	Konsentrasi mikroplastik pada penelitian ini di lokasi hulu sungai adalah sebesar 0,049 item/m ³ , tengah sungai sebesar 0.053 item/m ³ dan hilir sungai adalah sebesar 0.095 item/m ³ . Bentuk mikroplastik yang telah ditemukan antara lain <i>fiber</i> sebesar 82%, filamen sebesar 12%, dan <i>Fragmen</i> sebesar 6%. Kemudian untuk ukuran rata-rata mikroplastik <i>Small Microplastic</i> adalah sebesar 65% dan <i>Large Microplastic</i> adalah sebesar 35%. Dalam penelitian ini rata-rata warna mikroplastik yang ditemukan antara lain transparan sebanyak 34%, warna biru sebanyak 29%, warna hitam sebanyak 20%, warna

No.	Nama	Judul	Hasil dan Kesimpulan
			kuning sebanyak 2% dan warna merah sebanyak 14%.
5.	Novrida Harpah, dkk (2020)	Analisa Jenis, Bentuk dan Kelimpahan Mikroplastik di Sungai Sei Sikambang Medan	Kelimpahan rata-rata mikroplastik dalam penelitian ini diketahui pada sampel air Sungai Sei Sikambang adalah sebanyak 28,6 partikel/250 ml pada sampel air sungai sedangkan pada berat kering sampel sedimen Sungai Sei Sikambang sebanyak 32,3 partikel/100 g. Polipropilen, polietilen dan polistiren adalah jenis mikroplastik yang telah ditemukan pada sampel air dan sedimen Sungai Sei Sikambang dengan bentuk mikroplastik <i>film</i> , <i>fragmen</i> , <i>fiber</i> , <i>granule</i> , dan <i>foam</i> .
6.	Brian Pramana Aprilio Pradiptaadi & Fiqih Fallahian (2022)	Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Kawasan Hilir DAS Brantas	Pada penelitian ini kelimpahan mikroplastik terbanyak ditemukan di air sungai Desa Pasinan dan di sedimen Desa Perning. Jenis filamen mendominasi dari segala jenis mikroplastik yang ditemukan. Banyaknya kemasan sachet dan kantong plastik di bantaran sungai berdampak pada timbulnya jenis mikroplastik filamen. Kemudian warna yang mendominasi adalah warna biru dan warna hitam. Mikroplastik yang ditemukan

No.	Nama	Judul	Hasil dan Kesimpulan
			berkisar antara ukuran 101 μm hingga 500 μm .
7.	Ding, dkk., (2019)	<i>Microplastics in surface waters and sediments of the Wei River, in the northwest of China</i>	<p>Peneliti mengindikasikan keberadaan dan sifat mikroplastik di Lembah Sungai Wei di barat laut Cina. Sungai Wei adalah anak sungai terbesar di Sungai Kuning, membentang di tiga provinsi besar. Konsentrasi mikroplastik di perairan permukaan Sungai Wei berkisar antara 3,67 hingga 10,7 item/L, sedangkan jumlah mikroplastik dalam sedimen berkisar antara 360 hingga 1320 item/kg. Dalam sampel air dan sedimen <i>fiber</i> (50,1%) adalah jenis yang paling dominan. Ukuran dominan mikroplastik di Sungai Wei adalah 0,5 mm (68,1%). Mikroplastik diidentifikasi sebagai polietilen, polivinil klorida, dan polistirena menggunakan <i>Fourier transform infrared spectrometer</i> (FTIR). Penelitian ini diharapkan berguna untuk lebih memahami kontaminasi mikroplastik di pedalaman Cina utara.</p>
8.	Jiang, dkk., (2019)	<i>Microplastic pollution in the rivers of the Tibet Plateau</i>	Dataran Tinggi Tibet, merupakan hulu beberapa sungai besar. Namun demikian, jumlah kontaminasi mikroplastik di

No.	Nama	Judul	Hasil dan Kesimpulan
			<p>beberapa sungai masih belum diketahui. Sampel air permukaan dan sampel sedimen sungai diperoleh dari enam titik lokasi sampling di sepanjang lima sungai yang berbeda untuk penelitian ini. <i>Big flow sampler</i> dan sekop <i>stainless steel</i> digunakan untuk mengumpulkan sampel air permukaan dan sedimen. Kelimpahan mikroplastik bervariasi dari 483 hingga 967 item/m dalam air permukaan dan dari 50 hingga 195 item/kg dalam sedimen. Penelitian ini menemukan mikroplastik mikroskopis, berserat, dan transparan dalam jumlah besar. <i>micro-Raman spectroscopy</i> digunakan untuk mengidentifikasi lima jenis mikroplastik dengan komposisi kimia yang beragam: <i>polietilen (PE)</i>, <i>polietilen tereftalat (PET)</i>, <i>polistirena (PS)</i>, <i>poliamida (PA)</i>, dan <i>polipropilen (PP)</i>. Menurut penelitian ini, saluran air di Dataran Tinggi Tibet telah terkontaminasi oleh mikroplastik, tidak hanya di wilayah di mana ada banyak aktivitas manusia, tetapi juga di wilayah terpencil di mana</p>

No.	Nama	Judul	Hasil dan Kesimpulan
			polusi mikroplastik juga harus ditangani lebih lanjut.
9.	Peng, dkk., (2018)	<i>Microplastics in freshwater river sediments in Shanghai, China: A case study of risk assessment in mega-cities</i>	Sebagian besar studi sebelumnya tentang mikroplastik telah berfokus pada lingkungan laut, dan penelitian tentang metodologi penilaian risiko masih terbatas. Penelitian ini menyelidiki sedimen sungai di Shanghai, daerah perkotaan terbesar di Tiongkok untuk memahami distribusi mikroplastik di sungai perkotaan. Untuk memberikan cakupan yang maksimum tujuh lokasi utama kota diuji. Fitur mikroplastik dan jenis polimer diselidiki menggunakan pemisahan densitas, pemeriksaan mikroskopis, dan analisis m-FT-IR. Dalam enam sampel sedimen sungai, jumlah rata-rata mikroplastik adalah 802 item/kg berat kering. Tujuh jenis mikroplastik ditemukan, dengan <i>polypropylene</i> menjadi polimer yang paling dominan. Berdasarkan hasil yang diamati, penelitian kemudian melakukan penilaian risiko mikroplastik dalam sedimen dan mempresentasikan metodologi penilaian risiko lingkungan. Dengan mempelajari undang-

No.	Nama	Judul	Hasil dan Kesimpulan
			undang dan peraturan pembuangan limbah di China, penelitian ini menyimpulkan bahwa data in situ dan perhitungan yang valid harus digunakan ketika merumuskan kebijakan lingkungan untuk menanggulangi kontaminasi mikroplastik.
10.	Ramaremissa dkk., (2022)	<i>Comparative Assessment of Microplastics in Surface Waters and Sediments of the Vaal River, South Africa: Abundance, Composition, and Sources</i>	Mikroplastik ditemukan dari air permukaan dan sampel sedimen yang diambil dari Sungai Vaal di Johannesburg, Afrika Selatan. Sampel air dan sedimen memiliki kelimpahan rata-rata masing-masing 0,610,57 partikel/m ³ dan 4,61022,8102 partikel/kg berat kering. Lebih dari 80% mikroplastik dalam sampel sedimen dan air adalah potongan dan serat yang lebih kecil dari 2 mm. Polimer dominan yang ditemukan di kedua jenis sampel adalah polietilen densitas tinggi, polietilen densitas rendah, dan polipropilen. <i>Polyethylene covinyl acetate, polyester, polyurethane, dan polyethylene / hexene-1-copolymer</i> juga ditemukan dalam sampel sedimen. Mikroplastik berwarna adalah yang paling sering muncul dalam kedua jenis sampel;

No.	Nama	Judul	Hasil dan Kesimpulan
			<p>pigmen kuning 83 terdeteksi dalam air permukaan, sedangkan karbon hitam terdeteksi dalam sampel sedimen dan air selama analisis Raman. Mempertimbangkan sifat fisik dan kimia dari mikroplastik yang diidentifikasi, kemungkinan asal-usulnya termasuk masuknya mikroplastik adalah dari aliran masuk sungai, limpasan permukaan dari pusat kota metropolitan, kegiatan rekreasi, dan aliran air limbah industri dan rumah tangga.</p>

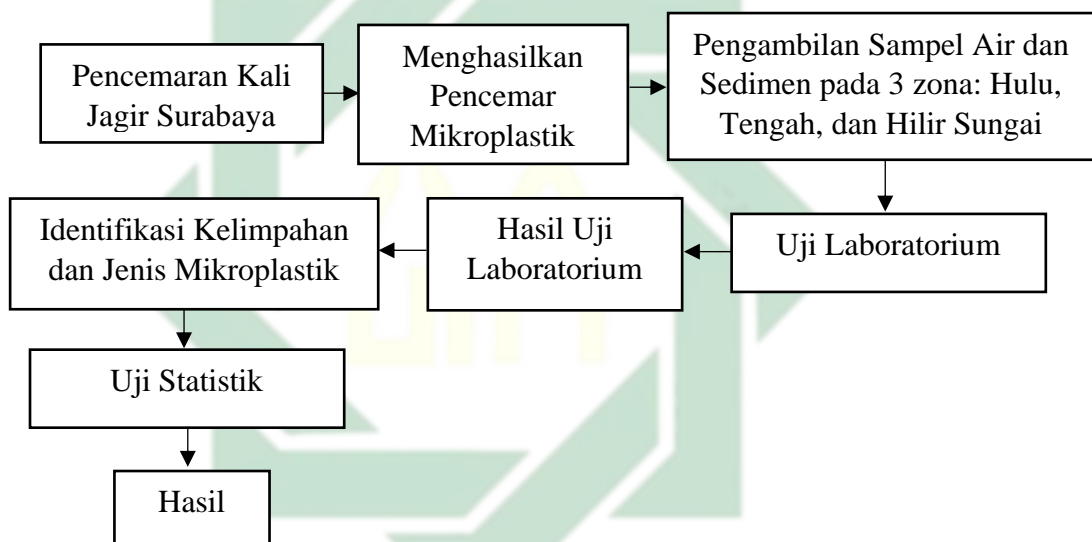
(Sumber: Diolah dari berbagai sumber, 2023)

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif kuantitatif yang menggunakan metode eksplorasi atau teknik survei yang memiliki tujuan untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen Kali Jagir Surabaya. Metode eksplorasi merupakan metode pengamatan serta pengambilan data secara langsung pada lokasi penelitian. Gambar 3.1 berikut menggambarkan kerangka pikir secara lebih rinci.



Gambar 3. 1 Kerangka Pikir Penelitian

(sumber: Analisis Penulis, 2023)

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan, pengumpulan data, pengolahan data, serta penyusunan laporan akan berlangsung antara Maret 2023 hingga Juni 2023. Pengambilan sampel dilakukan di Sungai Kali Jagir, Kota Surabaya (Tabel 3.2 dan Gambar 3.2).

Zona sampling pada penelitian ini di Kali Jagir adalah sebagai berikut:

1. Zona 1: Kali Jagir di Jl. Ngagel Surabaya yang merupakan bagian hulu Kali Jagir. Zona 1 merupakan area pertemuan dari hilir Kali Surabaya, Kali Mas terdapat lokasi pariwisata.

2. Zona 2: Kali Jagir di Sekitar Jembatan Jl. Dr. Ir. Soekarno Surabaya yang termasuk bagian tengah Kali Jagir. Di zona 2 ini terdapat mewakili area perumahan padat penduduk dan perkantoran.
3. Zona 3: Kali Jagir di Sekitar ekowisata mangrove yang merupakan hilir Kali Jagir. Di sekitar zona 3 tidak terdapat perumahan warga dan terdapat spot memancing.

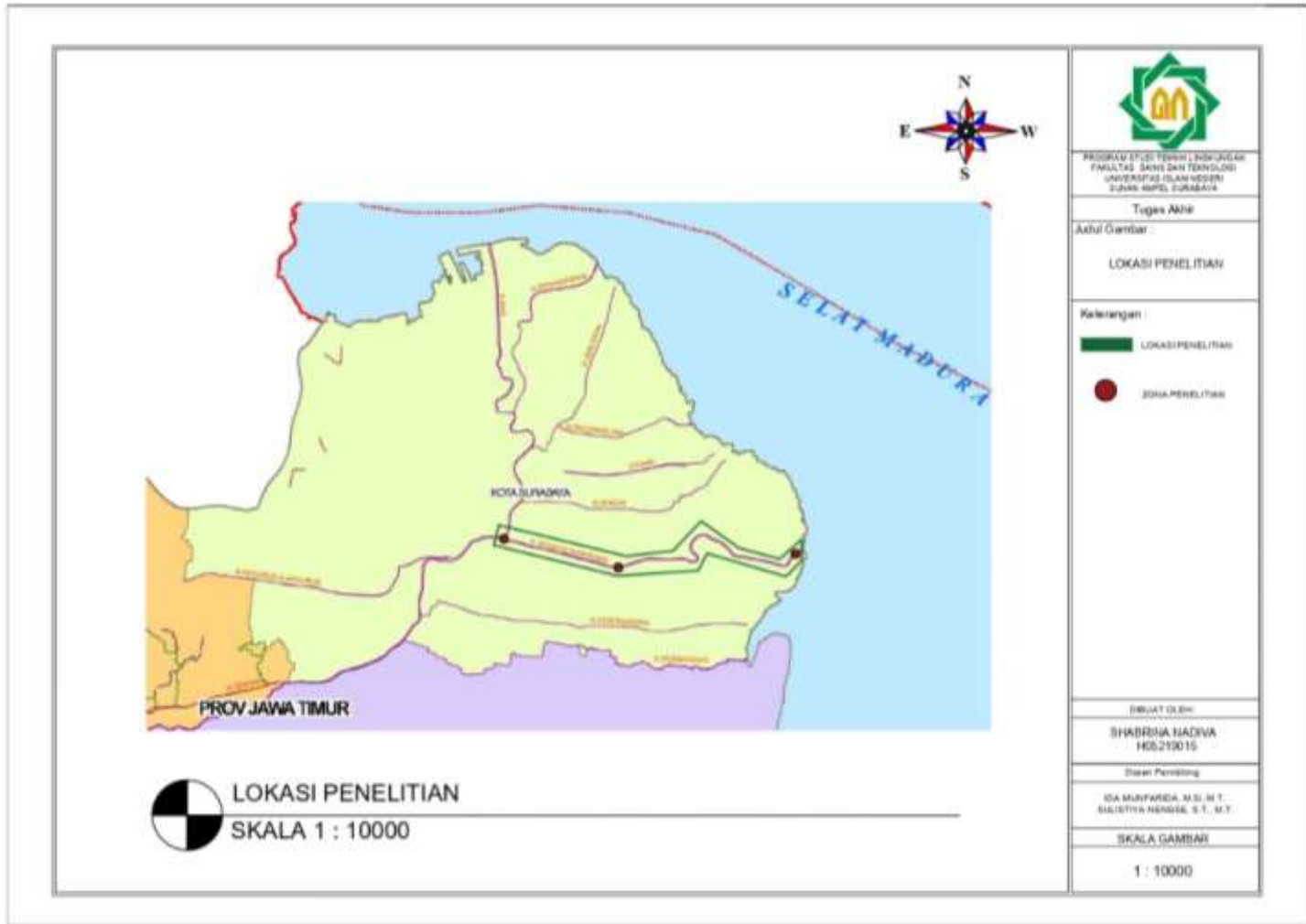
Pada tabel 3.2. berikut merupakan pengambilan sampel air dan sedimen dilakukan pada setiap zona (Zona I, II, dan III) dan titik sampling sesuai dengan gambar berikut:

Tabel 3. 1 Titik Koordinat Sampling

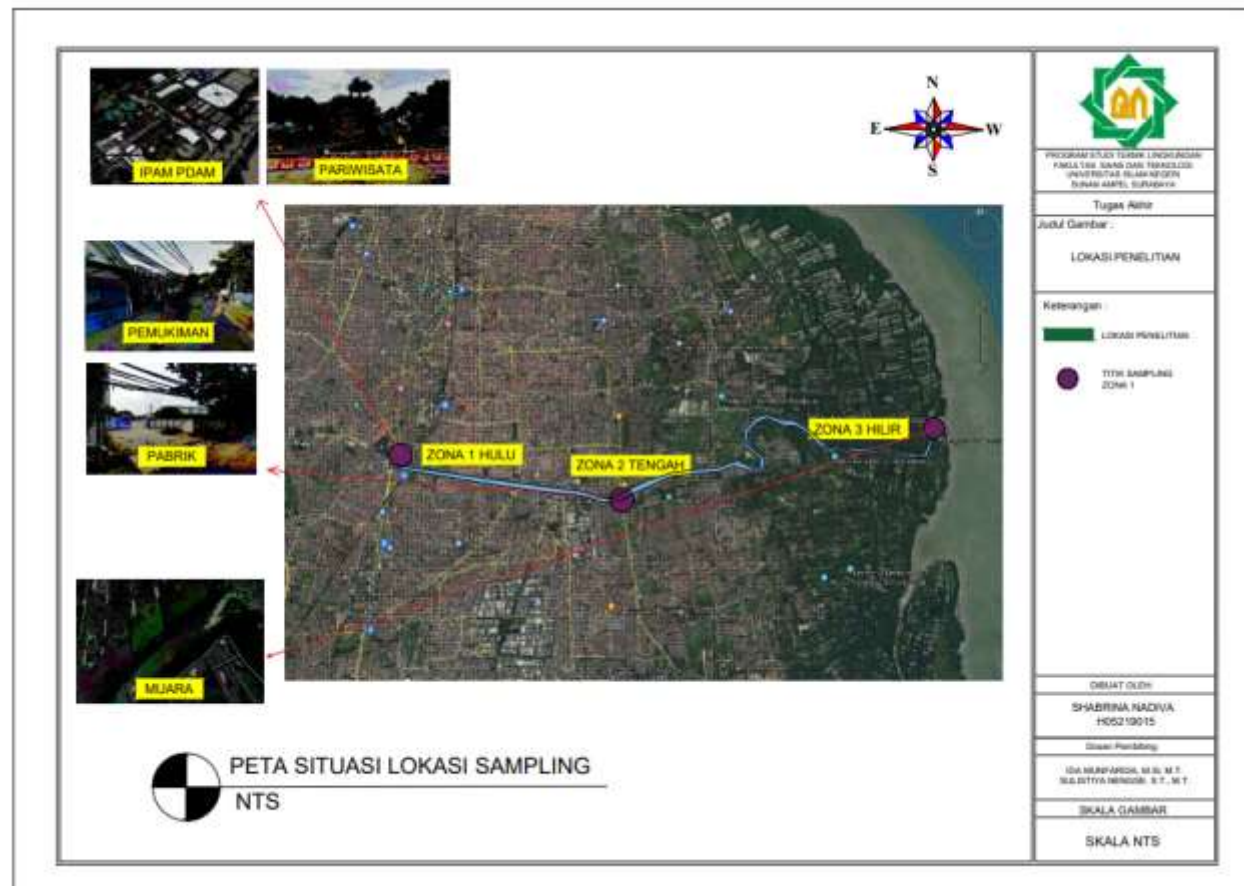
Nama Zona	Titik Koordinat	Deskripsi
Zona 1	7°18'1.19" LS dan 112°44'23.35" BT	Pada zona 1 terdapat pertemuan dengan hilir Kali Mas Surabaya, terdapat pariwisata, IPAM PDAM, dan pemukiman penduduk.
Zona 2	7°18'38.87" LS dan 112°46'49.72" BT	Pada zona 2 sungai terdapat merupakan wilayah perkantoran, pemukiman padat penduduk, dan pabrik.
Zona 3	7°18'21.17" LS dan 112°50'35.22" BT	Pada zona 3 sungai terdapat merupakan wilayah muara Kali Jagir yang berbatasan langsung dengan Selat Madura. Tidak terdapat aktivitas domestik maupun non-domestik tetapi terdapat spot memancing.

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

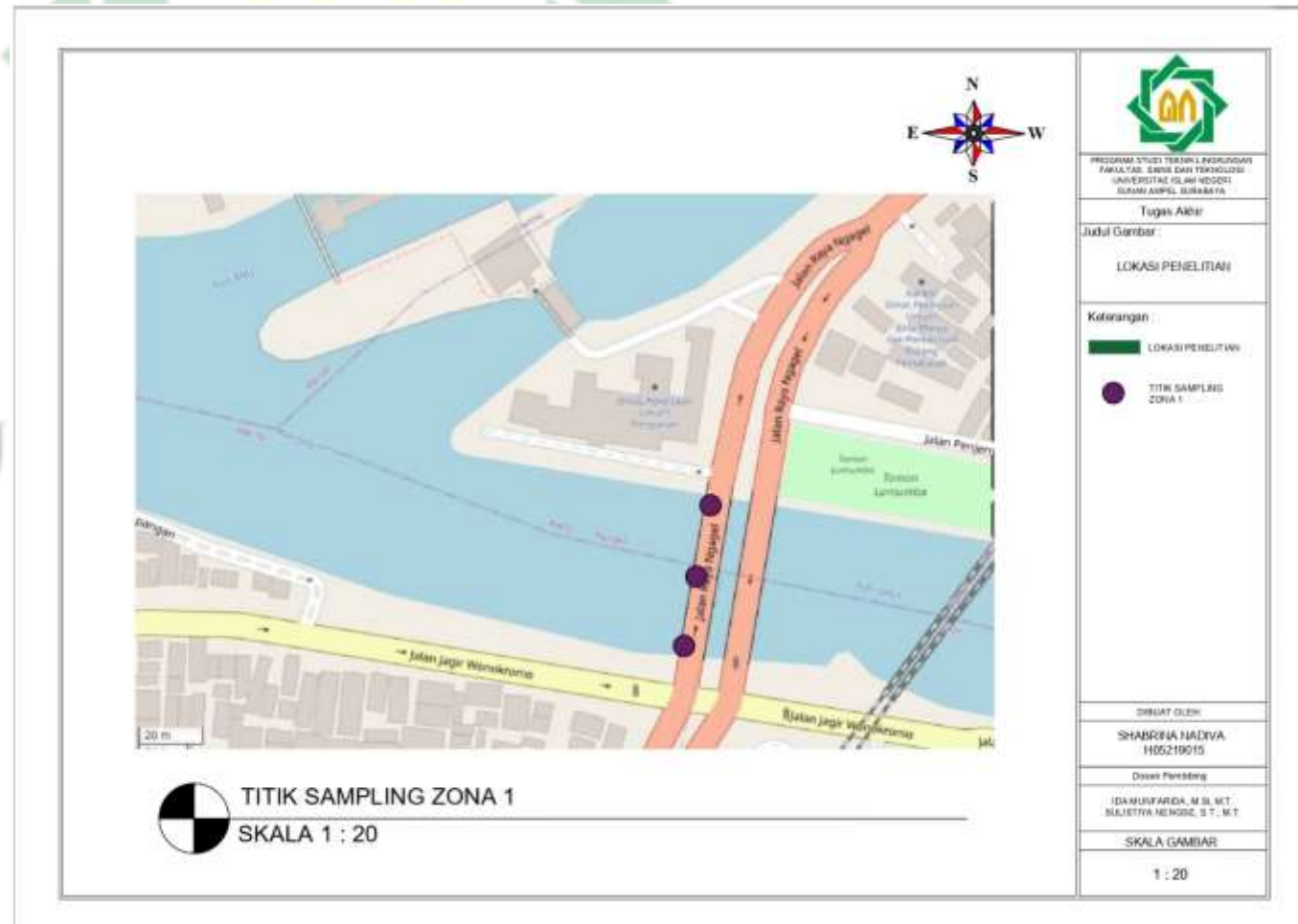


Gambar 3.2 Lokasi Penelitian
 (Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Brantas, 2023)

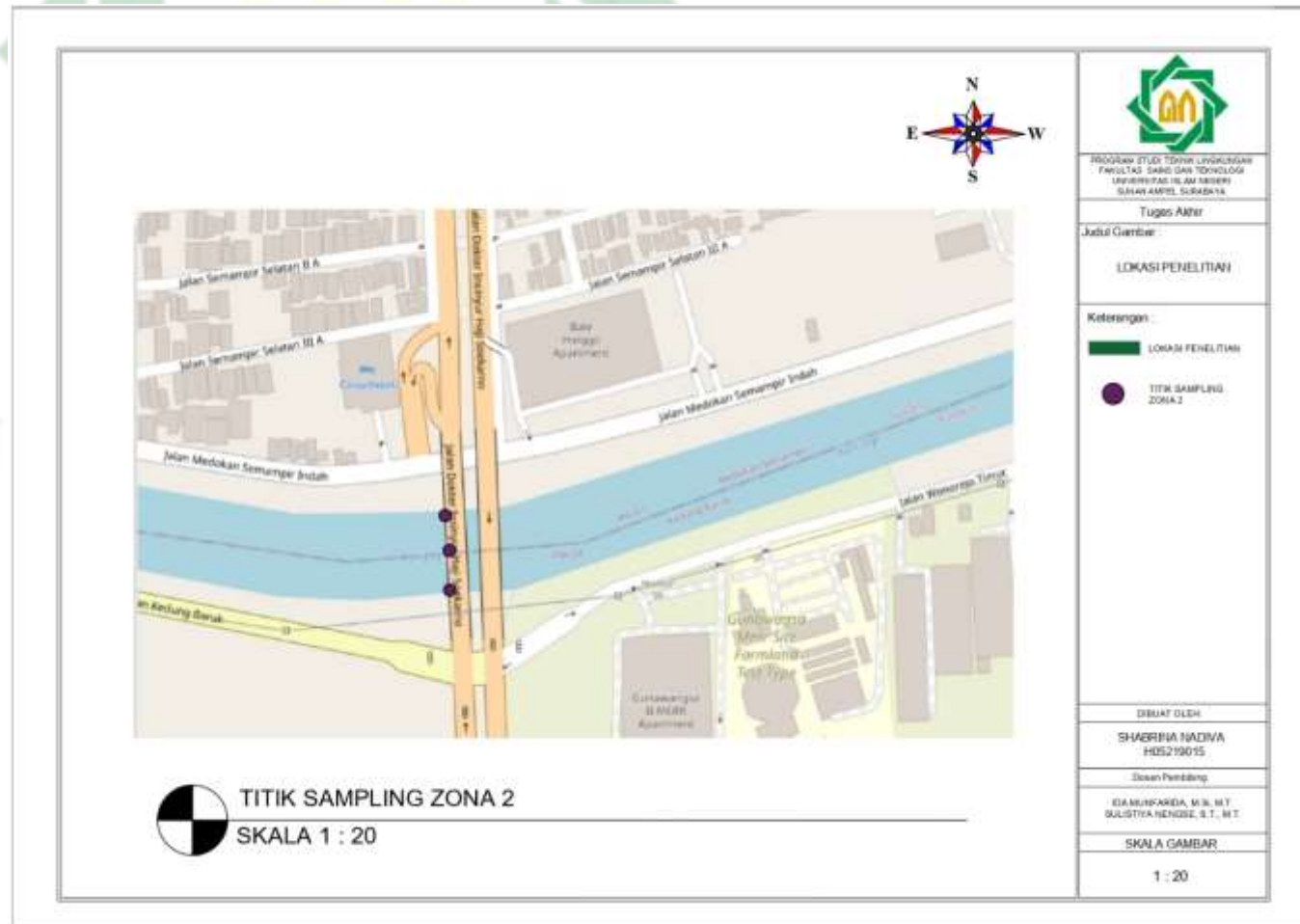


Gambar 3.3 Peta Situasi Lokasi Sampling
(Sumber: Analisis Peneliti, 2023)

U
S

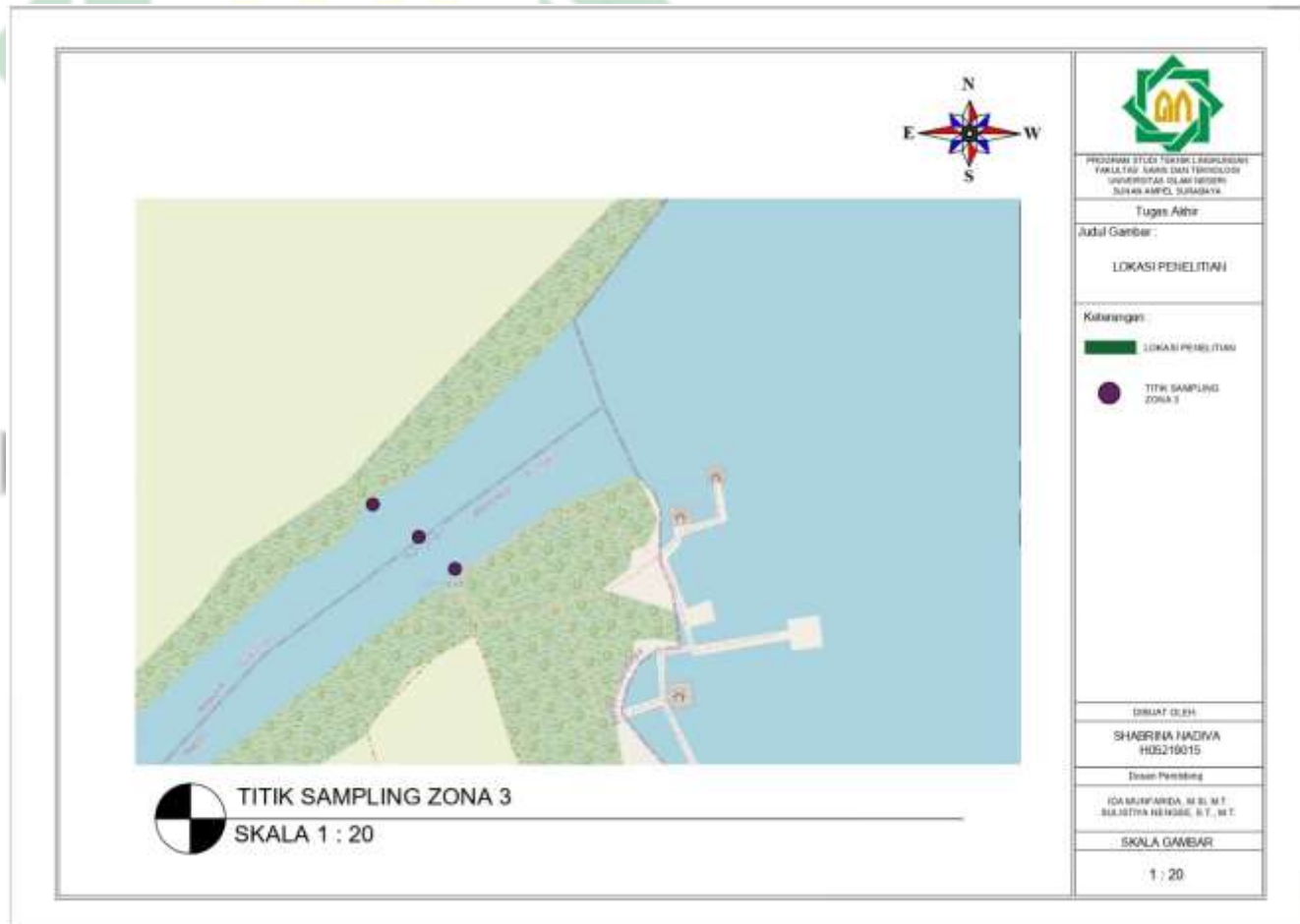


Gambar 3.4 Titik Sampling Zona 1



Gambar 3.5 Titik Sampling Zona 2

U
S



Gambar 3.6 Titik Sampling Zona 3

3.3. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yang tersaji pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2 Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Fungsi
Alat dan Bahan di Lapangan		
1	<i>Global Positioning System (GPS)</i>	Selama survei lapangan, GPS digunakan untuk mencatat koordinat geografis setiap titik sampling penelitian.
2	Kamera	Alat yang digunakan untuk dokumentasi kegiatan selama penelitian di lokasi.
3	Alat tulis	Sebagai alat yang digunakan untuk mencatat hasil pengamatan di lapangan
5	Ember	Sebagai alat untuk mengambil sampel air
6	<i>Plankton net</i>	Sebagai alat yang digunakan untuk menyaring partikel mikroplastik pada sampel air
4	<i>Ponar Grab Sampler</i>	Sebagai alat yang digunakan untuk mengambil sampel sedimen
7	Botol	Sebagai alat yang digunakan untuk menyimpan sampel air
8	<i>Ziplock</i>	Sebagai alat yang digunakan untuk untuk menyimpan sampel sedimen
9	<i>Storage Box</i>	Sebagai alat yang digunakan untuk untuk wadah seluruh sampel
Alat dan Bahan di Laboratorium		
1	Neraca analitik	Sebagai alat yang digunakan untuk menimbang sampel dan bahan penelitian
2	Mikroskop stereo	Sebagai alat yang digunakan untuk melakukan pengamatan visual mikroplastik
3	Alat tulis	Berfungsi sebagai alat untuk mencatat hasil pengamatan

No	Alat dan Bahan	Fungsi
4	Oven	Alat yang digunakan sebagai pengering sampel sedimen
5	<i>Beaker Glass</i>	Alat yang digunakan sebagai pengaduk sampel dan bahan lain
6	Cawan Petri	Alat yang digunakan sebagai tempat untuk meletakkan partikel mikroplastik
7	<i>Magnetic Stirrer</i>	Alat yang digunakan sebagai penghomogenan sampel dengan larutan
8	Gelas ukur	Sebagai alat yang digunakan untuk mengukur volume zat cair
9	NaCl	Bahan yang digunakan untuk melarutkan dan menghomogenkan sampel
10	Aquadest	Digunakan untuk membilas partikel pada alat yang digunakan
11	FeSo ₄ 0,05M	Bahan yang berfungsi untuk memisahkan bahan logam yang berada pada sampel
12	H ₂ O ₂ 30%	Bahan yang berfungsi untuk memisahkan zat organik yang menempel pada sampel
13	Aluminium Foil	Digunakan sebagai penutup sampel saat didiamkan
14	<i>Spectrofotometry IR</i>	Sebagai alat yang digunakan untuk mengidentifikasi mikroplastik

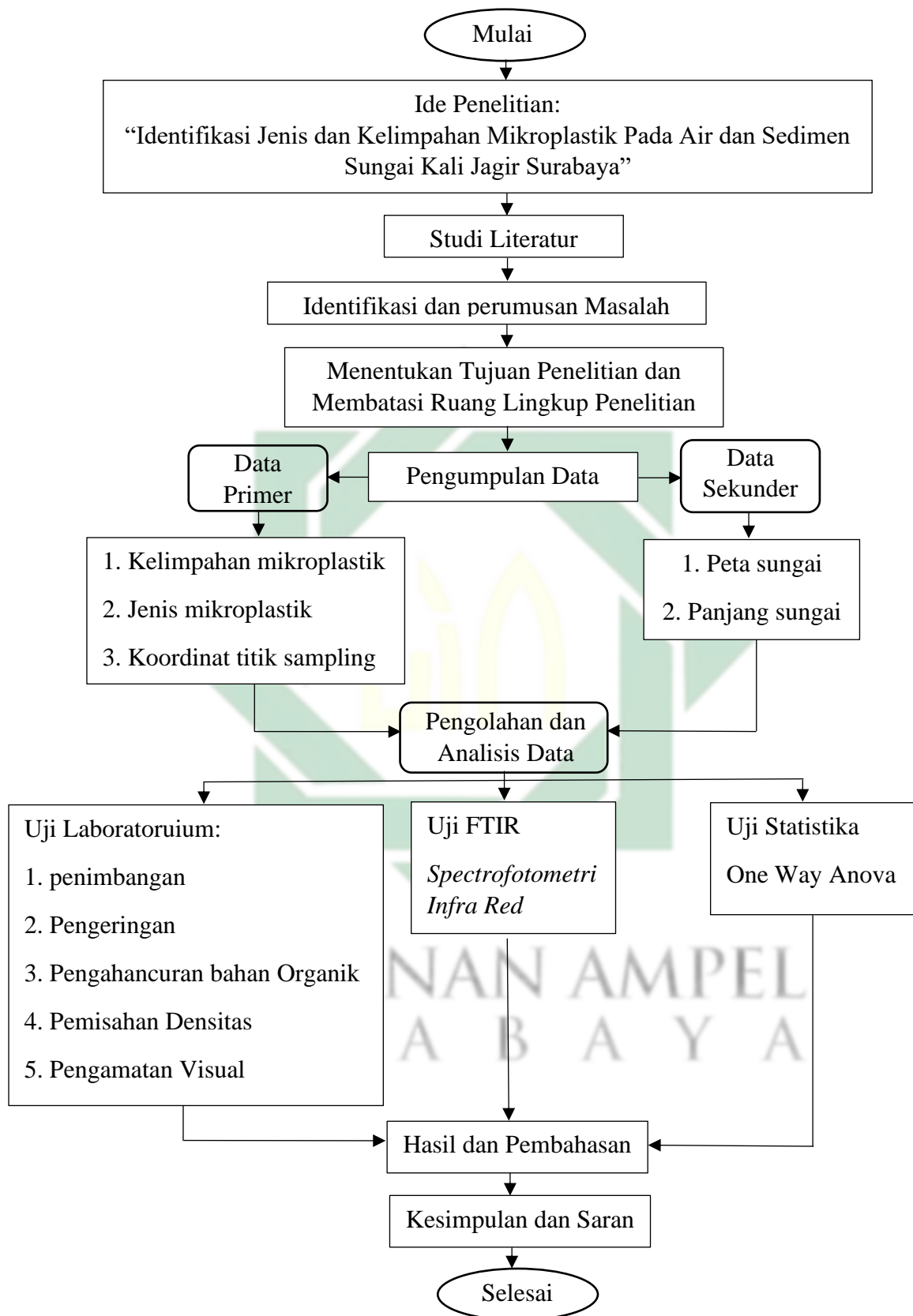
(Sumber: Analilis Peneliti, 2023)

3.4. Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian ini merinci langkah-langkah yang akan dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Penelitian ini diawali dengan survei lapangan dan dilanjutkan melalui pengumpulan, pengolahan, dan analisis data hingga tahap penyusunan tugas akhir. Penelitian ini termasuk pada kategori penelitian deskriptif kuantitatif. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini terdiri dari berbagai langkah, antara lain perencanaan, pelaksanaan pengumpulan data, analisis data, dan pembuatan

laporan penelitian. Gambar 3.7 berikut merupakan langkah-langkah penelitian secara rinci.





Gambar 3. 7. Diagram Alir Penelitian

(Sumber: Analisis Peneliti, 2023)

3.4.1. Tahapan Persiapan

Tahap persiapan terdiri dari tinjauan awal literatur yang relevan, konsultasi dengan pembimbing, survei awal lapangan, penentuan titik sampling, dan persiapan alat serta bahan penelitian.

Survei lapangan dilakukan pada tahap ini dilakukan untuk menentukan zona yang akan diteliti. Proses penentuan zona akan dilaksanakan pada bulan Februari 2023 dengan menggunakan pengumpulan data lapangan. Metode *purposive sampling* digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan titik pengambilan sampel air dan sedimen, di mana metode *purposive sampling* merupakan metode untuk menentukan titik pengambilan sampel air dan sedimen yang memperhatikan beberapa hal yang perlu dipertimbangkan yang dibuat oleh peneliti berdasarkan kemudahan akses, biaya, waktu pelaksanaan penelitian, serta keberadaan sumber polutan yang masuk ke badan air Sungai Kali Jagir Surabaya. (Mawaddati, 2021).

Pengambilan sampel dilakukan pada pinggiran kiri, tengah dan pinggiran kanan sungai. Pengambilan sampel air dan sedimen dilakukan berdasarkan SNI 03- 7016-2004 tentang tata cara pengambilan contoh dalam rangka pemantauan kualitas air pada suatu daerah pengaliran sungai. Metode yang digunakan adalah gabungan tempat (*integrated samples*). Kemudian koordinat zona dan titik sampling pengambilan data dapat ditentukan dengan menggunakan alat bantu berupa GPS (*Global Positioning System*). Identifikasi mikroplastik, analisis mikroplastik, dan uji FTIR dilaksanakan di Laboratorium Sanitasi dan Remediasi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

3.4.2. Tahapan Pengambilan Data

a. Pengambilan Sampel Air

Di setiap lokasi, sampel air dikumpulkan dalam ember stainless sebanyak 10L (Achmad, dkk., 2021). Kemudian sampel air yang diambil disaring menggunakan

plankton net no.25 (Gambar 3.8). Lalu *plankton net* tersebut dibilas dengan aquades untuk memastikan tidak ada lagi partikel mikroplastik yang tersisa di *plakton net*. Kemudian sampel yang tersaring dimasukkan ke dalam botol dan disimpan ke dalam *cool box* untuk dianalisis di laboratorium (Alhumaidah, 2019). *Plankton net* dibersihkan dengan air setelah semua sampel air disaring untuk memastikan tidak ada mikroplastik yang tertinggal atau menempel di jaring (Ayuningtyas, dkk., 2019). Karena sifat mikroplastik terdegradasi dalam kurun waktu yang cukup lama, maka sampel tidak perlu dilakukan pengawetan (Putro, 2021).



Gambar 3. 8 *Plankton Net*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

b. Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen menggunakan alat *Ponar Grab Sampler* yang berukuran 20 x 20 x 15 cm (Gambar 3.9). Setiap titik sampling diambil sampel sedimen sebanyak 1 Kg basah (Rahmadhani, 2019). Pengambilan sampel sedimen dilakukan 1 Meter dari pinggir sungai (Utami dkk., 2022). Sampel sedimen yang diambil pada tiap titik sampling penelitian ini adalah sedimen dengan

kedalaman 20-30 cm. Hal tersebut dikarenakan pada penelitian Lestari dkk., (2019) disebutkan bahwa mikroplastik pada kedalaman 20-30 cm memiliki kepadatan mikroplastik yang lebih besar daripada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm. Lalu sampel sedimen basah yang telah diambil pada titik sampling diletakkan dalam *ziplock*, kemudian diberi label pertitik sampling dan dimasukkan ke dalam *cooler box*. Karena sifat mikroplastik terdegradasi dalam kurun waktu yang cukup lama, maka sampel tidak perlu dilakukan pengawetan (Putro, 2021).



Gambar 3. 9 Ponar Grab Sampler

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

3.4.3. Tahapan Pengolahan dan Analisis Data

A. Uji Laboratorium Mikroplastik dalam Air

Uji laboratorium mikroplastik dalam air meliputi tahapan saringan basah (*wet sieving*), pengeringan sampel air, penghilangan bahan organik, penyaringan, pemisahan desitas, dan pengamatan visual.

1. *Wet Sieving*

Langkah pertama pada uji laboratorium mikroplastik adalah *wet sieving* menggunakan *sieve shaker*, sampel air yang telah diambil kemudian disaring menggunakan saringan *mesh stainless steel* ukuran 5 mm dan 0,3 mm yang ditumpuk. Kemudian saringan *mesh* ukuran 0,3 mm dibilas dengan aquades menggunakan botol semprot untuk memindahkan sisa partikel yang menempel di saringan (Ayuningtyas, dkk., 2019). Partikel yang tertahan di *mesh* 5 mm akan dibuang karena hanya partikel yang lolos pada *mesh* 5 mm yang akan dianalisis (Masura, dkk., 2015).

2. Pengeringan sampel air

Sampel air yang lolos dari saringan *mesh* 5 mm ditampung dalam *beaker glass* dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam agar sampel kering (Masura, dkk., 2015).

3. Penghilangan Bahan Organik

Sampel yang telah dikeringkan ditambahkan sebanyak 20 mL H₂O₂ 30% (Masura, dkk., 2015). Kemudian ditambahkan FeSO₄ 0,05 M sebanyak 20 mL kepada tiap sampel (Ayuningtyas, dkk., 2019). Sampel kemudian dihomogenkan di atas *hotplate stirrer* pada suhu 75 °C selama 30 menit (Nuryanti, 2022). Setelah itu ditambahkan sebanyak 6 Gram NaCl pada masing-masing sampel. Kemudian campuran tersebut dipanaskan pada suhu 75°C hingga NaCl larut (Masura, dkk., 2015).

4. Pemisahan Densitas

Pemisahan densitas dilakukan dengan cara menutup rapat sampel yang telah diberi NaCl menggunakan *aluminium foil* (Nuryanti, 2022). Karena terdapat perbedaan densitas antara larutan dan partikel

mikroplastik, maka bahan organik yang tersisa akan tenggelam sedangkan mikroplastik akan mengapung di atas permukaan (Almahdahulhizah, 2019).

Supernatan yang dihasilkan akan disaring melalui saringan *Whatman* berdiameter 47 mm, kemudian ditempatkan di cawan petri. Mikroplastik yang tersisa di saringan akan dibilas dengan aquades lalu dipindahkan ke cawan petri untuk dianalisis lebih lanjut warna, jenis, dan ukurannya menggunakan mikroskop (Nuryanti, 2022).

5. Analisis Visual

Pada tahap analisis visual dilakukan menggunakan mikroskop stereo dengan pembesaran 40x. Pengamatan visual ini meliputi warna, jenis, dan ukuran partikel mikroplastik. Milimeter blok digunakan untuk mengukur ukuran mikroplastik secara detail (Valasia, 2021).

Kelimpahan partikel mikroplastik pada sampel air sungai dapat dihitung menggunakan rumus (Achmad, dkk., 2021):

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

B. Uji Mikroplastik dalam Sedimen

Uji laboratorium mikroplastik dalam sedimen meliputi:

1. Pengeringan

Langkah pengeringan digunakan untuk menghilangkan kadar air dari sampel. Neraca analitik digunakan untuk menimbang sampel sedimen basah dengan berat 400 gram. (Putri, 2022). Sampel yang telah ditimbang kemudian dikeringkan dengan memasukkan sampel ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 48 jam (Utami, dkk., 2022).

2. Pengurangan Densitas

Untuk mengurangi densitas dilakukan dengan melarutkan sedimen menggunakan sebanyak 300 ml NaCl kemudian dihomogenkan selama 5 menit pengadukan dengan *magnetic stirrer* (Rahmadhani, 2019). Lalu ditutup rapat menggunakan *aluminium foil* dan didiamkan dalam kurun waktu 24 jam. Supernatan yang dihasilkan akan disaring menggunakan saringan *mesh stainless steel* ukuran 5 mm dan 0,3 mm yang ditumpuk. Kemudian saringan *mesh* ukuran 0,3 mm dibilas dengan aquades menggunakan botol semprot untuk memindahkan sisa partikel yang menempel di saringan (Ayuningtyas, dkk., 2019). Partikel yang tertahan di *mesh* 5 mm akan dibuang karena hanya partikel yang lolos pada *mesh* 5 mm yang akan dianalisis (Masura, dkk., 2015). Mikroplastik yang tersisa di saringan akan dibilas dengan aquades lalu dipindahkan ke gelas beaker yang selanjutnya akan dilakukan penghilangan bahan organik pada partikel mikroplastik (Nuryanti, 2022).

3. Penghilangan Bahan Organik

Sampel yang telah dilakukan pengurangan densitas ditambahkan sebanyak 20 mL H₂O₂ 30% ke dalam sampel (Masura, dkk., 2015). Kemudian untuk menghilangkan logam pada partikel mikroplastik ditambahkan FeSO₄ 0,05 M sebanyak 20 mL kepada tiap sampel (Ayuningtyas, dkk., 2019). Sampel kemudian dihomogenkan di atas *hotplate stirrer* pada suhu 75 °C selama 30 menit (Nuryanti, 2022). Karena terdapat perbedaan densitas, bahan organik yang tersisa akan tenggelam sementara mikroplastik akan mengapung di atas permukaan (Almahdahulhizah, 2019).

4. Pemisahan Densitas

Supernatan yang telah terbentuk akan disaring menggunakan saringan *Whatman* diameter 47 mm, kemudian diletakkan ke dalam cawan petri, mikroplastik yang tertinggal di saringan dibilas menggunakan aquades lalu dipindahkan ke cawan petri untuk selanjutnya diamati warna, jenis, dan ukurannya menggunakan mikroskop.

5. Analisis Visual

Pada tahap analisis visual dilakukan menggunakan mikroskop stereo dengan pembesaran 40x. Pengamatan visual ini meliputi warna, jenis, dan ukuran partikel mikroplastik. Milimeter blok digunakan untuk mengukur ukuran mikroplastik secara detail (Valasia, 2021).

kelimpahan partikel mikroplastik menggunakan rumus (Rahmadhani, 2019) :

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

C. Uji FTIR

Pada tahap uji FTIR dilakukan menggunakan alat Spektrofotometri *Infrared*. Pengujian sampel FT-IR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) memiliki tujuan untuk menemukan unsur kimia penyusun mikroplastik yang terkandung dalam sampel air maupun sampel sedimen yang telah melalui uji laboratorium. Perbedaan gugus fungsi masing-masing unsur kimia digunakan oleh FT-IR untuk membedakan unsur kimia dalam sampel uji. Data FT-IR disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang menunjukkan daftar komponen kimia yang dibaca dalam sampel uji (Mahadika, 2022).

Prinsip kerja *spektrofotometri IR* adalah bahwa ketika suatu senyawa diradiasi dengan sinar *infrared*, beberapa sinar akan terserap sementara sinar yang lain akan diteruskan. Karena zat organik mengandung ikatan yang dapat bergetar maka terjadilah penyerapan. Spektrum *infrared* yang diterima akan

direpresentasikan sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm), atau bilangan gelombang (cm^{-1}) (Nuryanti, 2022).

Analisis FTIR dilakukan pada partikel yang telah melewati langkah identifikasi visual dan dipilih untuk pengujian dalam penelitian ini. Mikroplastik yang dipilih adalah yang mewakili partikel paling banyak berdasarkan bentuknya yang telah diamati dalam sampel yang telah diidentifikasi (Sarasita, dkk., 2019).

Sampel mikroplastik yang diambil tiap titik sampling dan telah dilakukan uji laboratorium, selanjutnya akan diuji menggunakan FTIR yang akan dilakukan di Laboratorium Sanitasi dan Remediasi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Grafik dan daftar senyawa kimia yang dibaca dalam sampel uji dihasilkan oleh alat FT-IR yang digunakan dalam penelitian ini. Grafik menggambarkan puncak gugus fungsi senyawa yang mendekati dengan yang dibaca oleh instrumen FT-IR. Selanjutnya, hasil uji yang didapat akan disesuaikan dengan referensi penelitian terkait yang menggambarkan komponen senyawa yang diidentifikasi dalam daftar hasil FT-IR. Analisis data FT-IR akan menghasilkan perbandingan timbulan limbah di wilayah penelitian dengan zat yang dibaca pada alat FT-IR (Mahadika, 2022).

D. Uji statistika

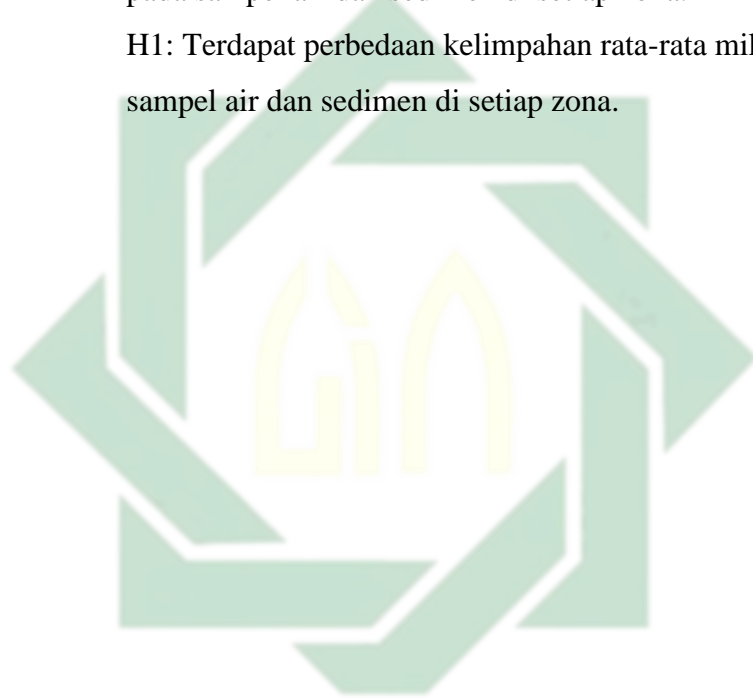
Uji statistika dilakukan untuk melihat apakah terdapat perbedaan kelimpahan rata-rata total mikroplastik antar zona pengambilan data. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan program SPSS 20 dan metode One Way Anova. Uji normalitas dan homogenitas diperlukan sebelum dilakukannya uji *one way* ANOVA. Apabila data dapat berdistribusi normal dan homogen, maka dapat menggunakan

one way ANOVA parametrik. Metode One Way Anova digunakan untuk mengidentifikasi variasi konsentrasi mikroplastik. Nilai *p* kurang dari 0,05 dianggap signifikan, dengan data yang ditampilkan sebagai deviasi standar (Nguyen, *dkk.*, 2020).

Hipotesis:

H0: Tidak terdapat perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik pada sampel air dan sedimen di setiap zona.

H1: Terdapat perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik pada sampel air dan sedimen di setiap zona.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis di Laboratorium

4.1.1. Analisis Laboratorium Mikroplastik dalam Air

Uji laboratorium mikroplastik dalam air meliputi tahapan saringan basah (*wet sieving*), pengeringan sampel air, penghilangan bahan organik, penyaringan, pemisahan desitas, dan pengamatan visual.

1. *Wet Sieving*

Langkah pertama pada uji laboratorium mikroplastik adalah *wet sieving* menggunakan *sieve shaker*, sampel air yang telah diambil kemudian disaring menggunakan saringan *mesh stainless steel* ukuran 5 mm dan 0,3 mm yang ditumpuk. Kemudian saringan *mesh* ukuran 0,3 mm dibilas dengan aquades menggunakan botol semprot untuk memindahkan sisa partikel yang menempel di saringan (Ayuningtyas, dkk., 2019). Partikel yang tertahan di *mesh* 5 mm akan dibuang karena hanya partikel yang lolos pada *mesh* 5 mm yang akan dianalisis (Masura, dkk., 2015).



Gambar 4. 1. *Wet Sieving* Sampel Air
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

2. Pengeringan Sampel Air

Sampel air yang lolos dari saringan *mesh* 5 mm ditampung dalam *beaker glass* dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam agar sampel kering (Masura, dkk., 2015). Gambar 4.2 berikut merupakan langkah pengeringan sampel air.



Gambar 4. 2. Pengeringan Sampel Air
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

3. Penghilangan Bahan Organik

Sampel yang telah dikeringkan ditambahkan sebanyak 20 mL H_2O_2 30% untuk menghilangkan bahan organik yang masih menempel pada partikel *mikroplastik* (Masura, dkk., 2015). Kemudian untuk menghilangkan logam pada partikel mikroplastik ditambahkan FeSO_4 0,05 M sebanyak 20 mL kepada tiap sampel (Ayuningtyas, dkk., 2019). Sampel kemudian dihomogenkan di atas *hotplate stirrer* pada suhu 75°C selama 30 menit (Nuryanti, 2022). Untuk menaikkan densitas larutan, ditambahkan sebanyak 6 Gram NaCl pada masing-masing sampel. Kemudian campuran tersebut dipanaskan pada suhu 75°C hingga NaCl larut (Masura, dkk., 2015).



Gambar 4. 3. Penghilangan Bahan Organik pada Sampel Air
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

4. Pemisahan Densitas

Pemisahan densitas dilakukan dengan cara menutup rapat sampel yang telah diberi NaCl menggunakan *aluminium foil* agar terhindar dari kontaminan dan didiamkan dalam kurun waktu 24 jam hingga padatan mengendap agar diperoleh supernatan yang baik (Nuryanti, 2022). Karena terdapat perbedaan densitas antara larutan dan partikel mikroplastik, maka bahan organik yang tersisa akan tenggelam sedangkan mikroplastik akan mengapung di atas permukaan (Almahdahlhizah, 2019).

Supernatan yang dihasilkan akan disaring melalui saringan *Whatman* berdiameter 47 mm, kemudian ditempatkan di cawan petri. Mikroplastik yang tersisa di saringan akan dibilas dengan aquades lalu dipindahkan ke cawan petri untuk dianalisis lebih lanjut warna, jenis, dan ukurannya menggunakan mikroskop (Nuryanti, 2022).



Gambar 4. 4. Pemisahan Partikel Sample Air
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

4.1.2. Analisis Laboratorium Mikroplastik dalam Sedimen

Uji laboratorium mikroplastik dalam sedimen meliputi:

1. Pengeringan

Langkah pengeringan digunakan untuk menghilangkan kadar air dari sampel. Neraca analitik digunakan *untuk* menimbang sampel sedimen basah dengan berat 400 gram. (Putri, 2022). Sampel yang telah ditimbang kemudian dikeringkan dengan memasukkan sampel ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 48 jam (Utami, dkk., 2022).



Gambar 4. 5. Pengeringan Sampel Sedimen
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

2. Pengurangan Densitas

Untuk mengurangi densitas dilakukan dengan melarutkan sedimen menggunakan sebanyak 300 ml NaCl kemudian dihomogenkan selama 5 menit pengadukan dengan *magnetic stirrer* (Rahmadhani, 2019). Lalu ditutup rapat menggunakan *aluminium foil* agar terhindar dari kontaminan dan didiamkan dalam kurun waktu 24 jam agar diperoleh supernatan yang baik.

Supernatan yang dihasilkan akan disaring menggunakan saringan *mesh stainless steel* ukuran 5 mm dan 0,3 mm yang ditumpuk. Kemudian saringan *mesh* ukuran 0,3 mm dibilas dengan aquades menggunakan botol semprot untuk memindahkan sisa partikel yang menempel di saringan (Ayuningtyas, dkk., 2019). Partikel yang tertahan di *mesh* 5 mm akan dibuang karena hanya partikel yang lolos pada *mesh* 5 mm yang akan dianalisis (Masura, dkk., 2015). Mikroplastik yang tersisa di saringan akan dibilas dengan aquades lalu dipindahkan ke gelas beaker yang selanjutnya akan dilakukan penghilangan bahan organik pada partikel mikroplastik (Nuryanti, 2022).



Gambar 4. 6. Pengurangan Densitas
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

3. Penghilangan Bahan Organik

Untuk menghilangkan bahan organik yang masih menempel pada partikel mikroplastik ditambahkan sebanyak 20 mL H_2O_2 30% ke dalam sampel (Masura, dkk., 2015). Kemudian untuk menghilangkan logam pada partikel mikroplastik ditambahkan $FeSO_4$ 0,05 M sebanyak 20 mL kepada tiap sampel (Ayuningtyas, dkk., 2019). Sampel kemudian dihomogenkan di atas *hotplate stirrer* pada suhu 75 °C selama 30 menit (Nuryanti, 2022). Karena terdapat perbedaan densitas, bahan organik yang tersisa akan tenggelam sementara mikroplastik akan mengapung di atas permukaan (Almahdahulhizah, 2019).



Gambar 4. 7. Penghilangan Bahan Organik

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

4. Pemisahan Densitas

Supernatan yang telah terbentuk akan disaring menggunakan saringan *Whatman* diameter 47 mm, kemudian diletakkan ke dalam cawan petri, mikroplastik yang tertinggal di saringan dibilas menggunakan aquades lalu dipindahkan ke cawan petri untuk selanjutnya diamati warna, jenis, dan ukurannya menggunakan mikroskop.



Gambar 4. 8. Pemisahan Densitas Sampel Sedimen
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

4.2. Identifikasi Bentuk mikroplastik Sungai Kali Jagir

Pengamatan mikroplastik dilakukan di Laboratorium Taksonomi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dengan menggunakan mikroskop stereo Nikon SMZ 745. Identifikasi mikroplastik dilakukan secara visual menggunakan mikroskop stereo. Dari hasil identifikasi yang telah dilakukan tersebut sedimen Sungai Kali Jagir telah ditemukan jenis mikroplastik pada air dan sedimen yaitu jenis film, fiber, dan fragmen pada masing-masing titik di setiap zona.

Jumlah mikroplastik yang telah diidentifikasi mengalami fluktuasi, jenis mikroplastik yang telah ditemukan juga mengalami perbedaan. Pengamatan visual bertujuan untuk mengidentifikasi fisik partikel mikroplastik yaitu warna dan jenis. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop stereo dengan perbesaran 30x hingga 40x dengan perbesaran lensa objektif 3x dan perbesaran lensa okuler sebesar 10x berdasarkan penelitian dari Valaisa, (2021).

Sampel mikroplastik yang telah dihilangkan zat organik diamati menggunakan mikroskop stereo. Berdasarkan Marine & Environmental

Research Institue (2015) pada tahap identifikasi ini dilakukan perbandingan contoh gambar morfologi mikroplastik dengan partikel yang diduga mikroplastik. Setiap foto yang berisi gambar mikroplastik dianalisis secara visual. Kemudian setiap partikel yang dicurigai sebagai mikroplastik dalam foto dianalisis menurut morofologi dan warnanya berdasarkan referensi dari penelitian sebelumnya. Apabila ditemukan kesamaan pada partikel dengan contoh gambar mikroplastik maka dapat dikategorikan sebagai mikroplastik. Untuk membedakan mikroplastik dengan zat orgaik yang tersisa yaitu dengan melihat struktur mikroplastik, di mana mikroplastik tidak memiliki struktur organik dan beberapa mikroplastik tidak homogen warnanya.

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan berdasarkan contoh gambar dari beberapa penelitian terdahulu. Partikel yang ditemukan merupakan mikroplastik berdasarkan hasil perbandingan gambar karena terdapat kesamaan. Persamaan tersebut meliputi warna dan bentuk pada partikel mikroplastik yang telah diidentifikasi.

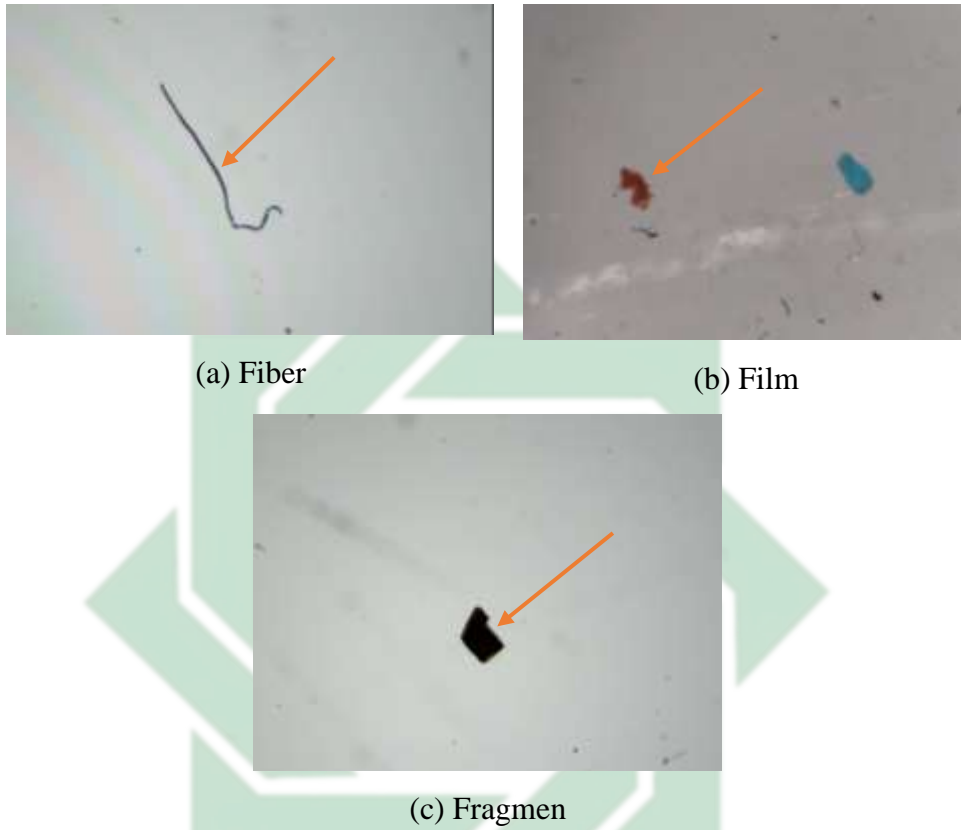
Mengetahui bentuk mikroplastik memiliki beberapa alasan. Diantaranya, bentuk mikroplastik dapat memberikan informasi tentang sumber dan proses degradasi mikroplastik. Misalnya, mikroplastik berbentuk serat berasal dari tekstil sintetik, sedangkan mikroplastik berbentuk bola berasal dari produk kosmetik. Selain itu, bentuk mikroplastik juga dapat mempengaruhi perilaku dan dampaknya pada lingkungan. contohnya, mikroplastik berbentuk serat lebih mudah masuk ke dalam organisme hidup dan dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan organisme tersebut (Seftianingrum, 2023). Adapun bentuk mikroplastik pada sampel air dan sedimen yang ditemukan di Kali Jagir Surabaya.

4.2.1. Bentuk Mikroplastik pada Air Sungai Kali Jagir

a. Bentuk Mikroplastik pada Air Sungai Kali Jagir Zona 1

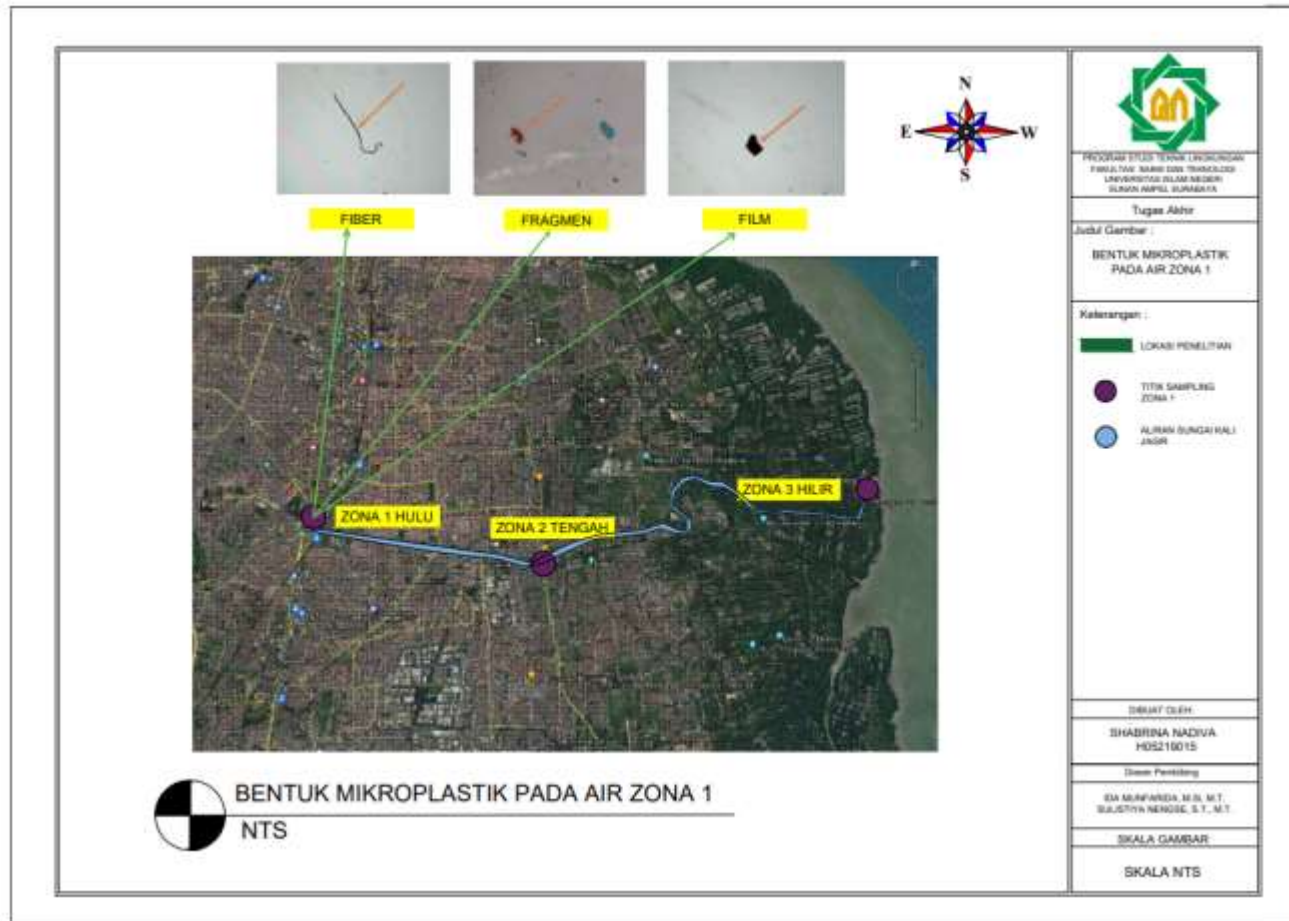
Lokasi zona 1 berdekatan dengan lokasi pariwisata dan merupakan pertemuan dari hilir Sungai Kali Mas Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel air pada zona 1 ditemukan jenis mikroplastik dengan fiber, fragmen, dan film. Dengan jumlah

total terbanyak adalah bentuk fiber sebanyak 77 partikel dari 400 gram sampel. Rincian bentuk mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 9. Bentuk Mikroplastik pada Air Zona 1

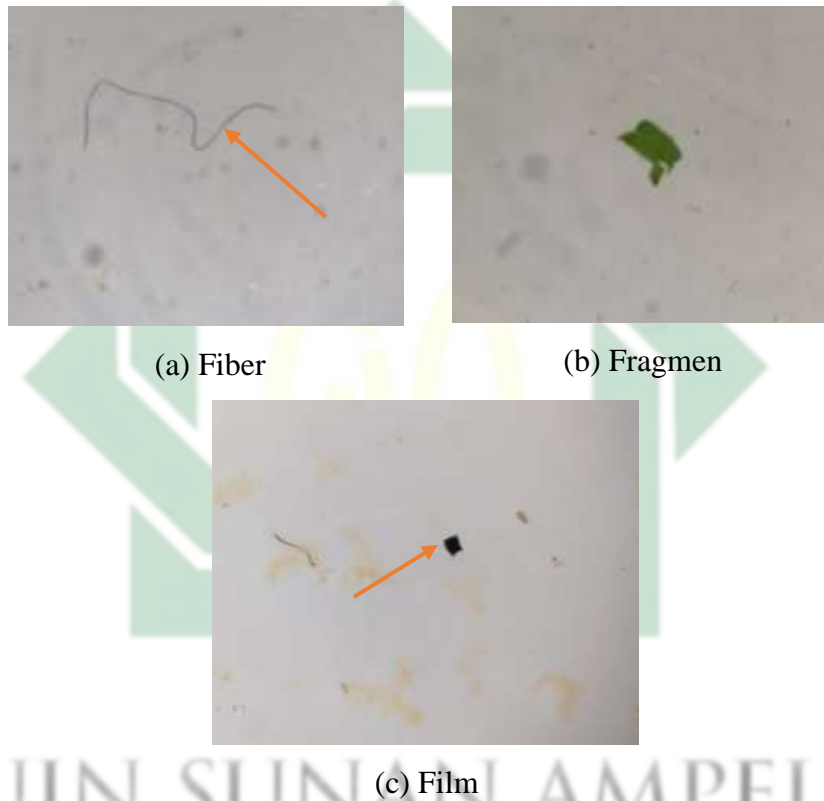
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



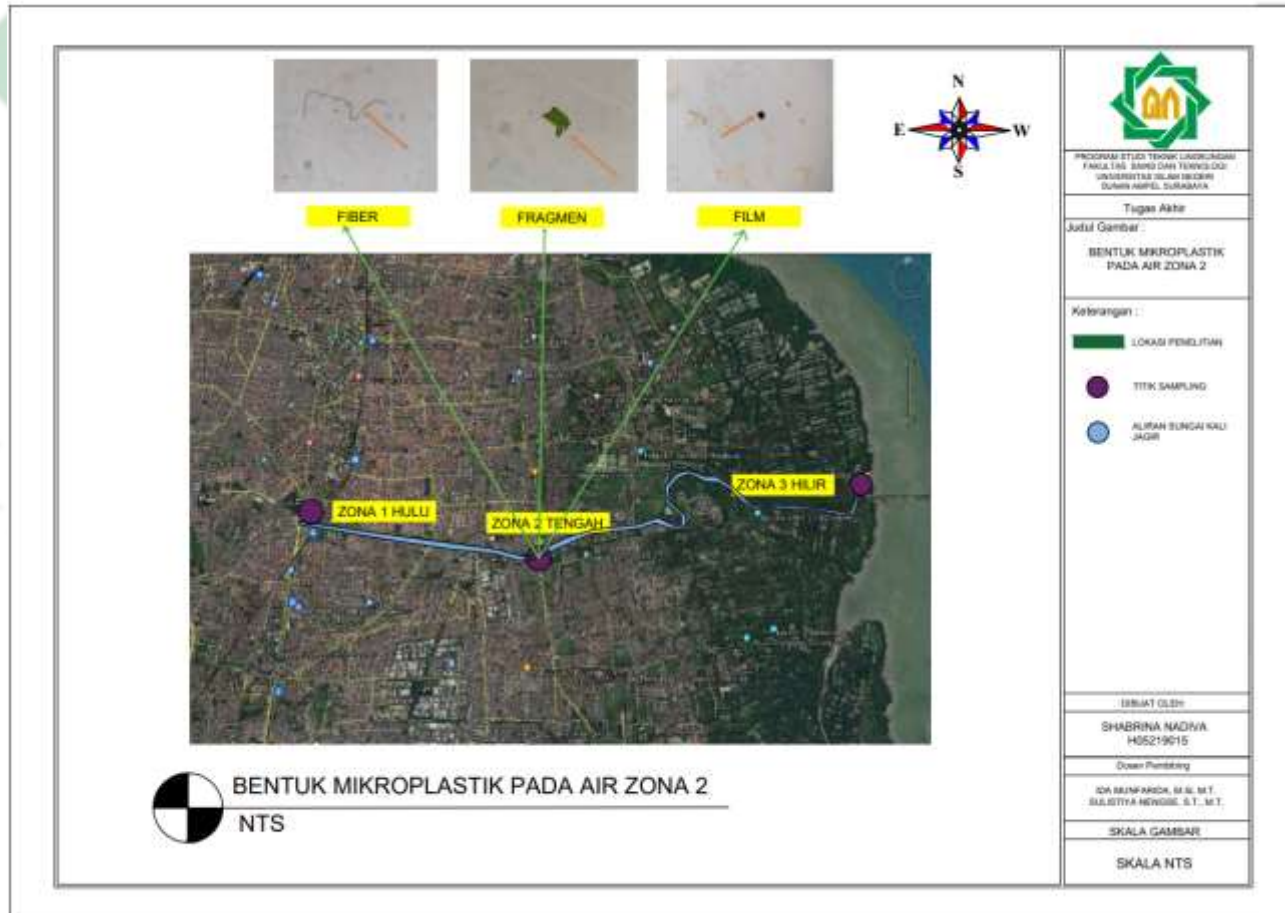
Gambar 4. 10. Peta Sebaran Bentuk Mikroplastik pada Air Zona 1

b. Bentuk Mikroplastik pada Air Sungai Kali Jagir Zona 2

Lokasi zona 2 berdekatan dengan aktifitas rumah tangga, perkantoran, dan aktifitas industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel air pada zona 2 ditemukan jenis mikroplastik dengan jenis fiber, film, dan fragmen. Dengan jumlah total terbanyak adalah bentuk fiber sebanyak 114 partikel dari 10 Liter sampel. Rincian bentuk mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 4.3.



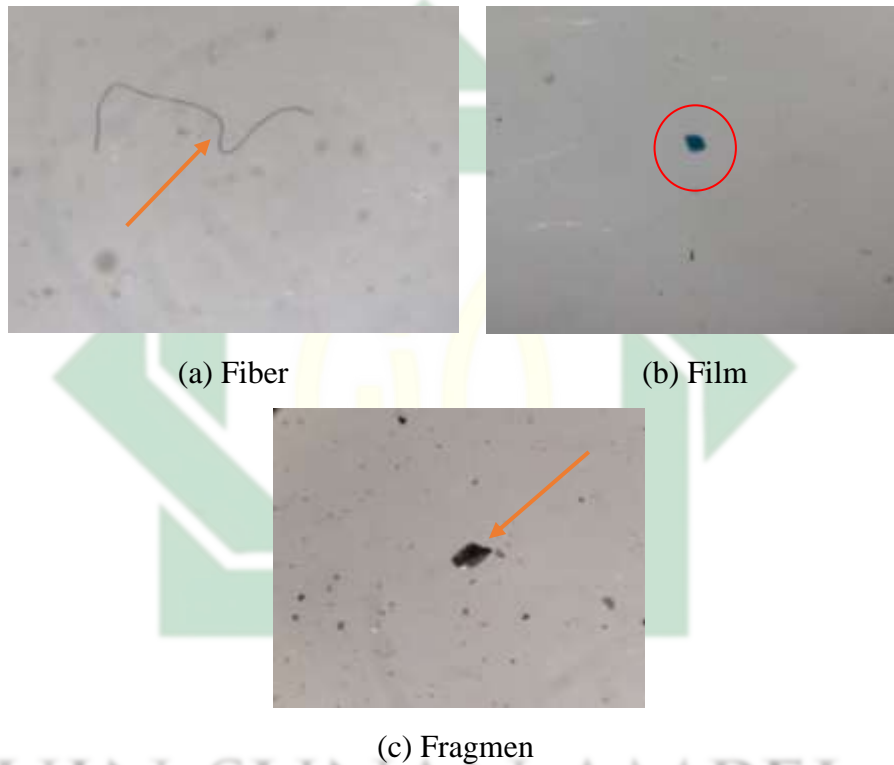
Gambar 4. 11. Bentuk Mikroplastik pada Air Zona 2



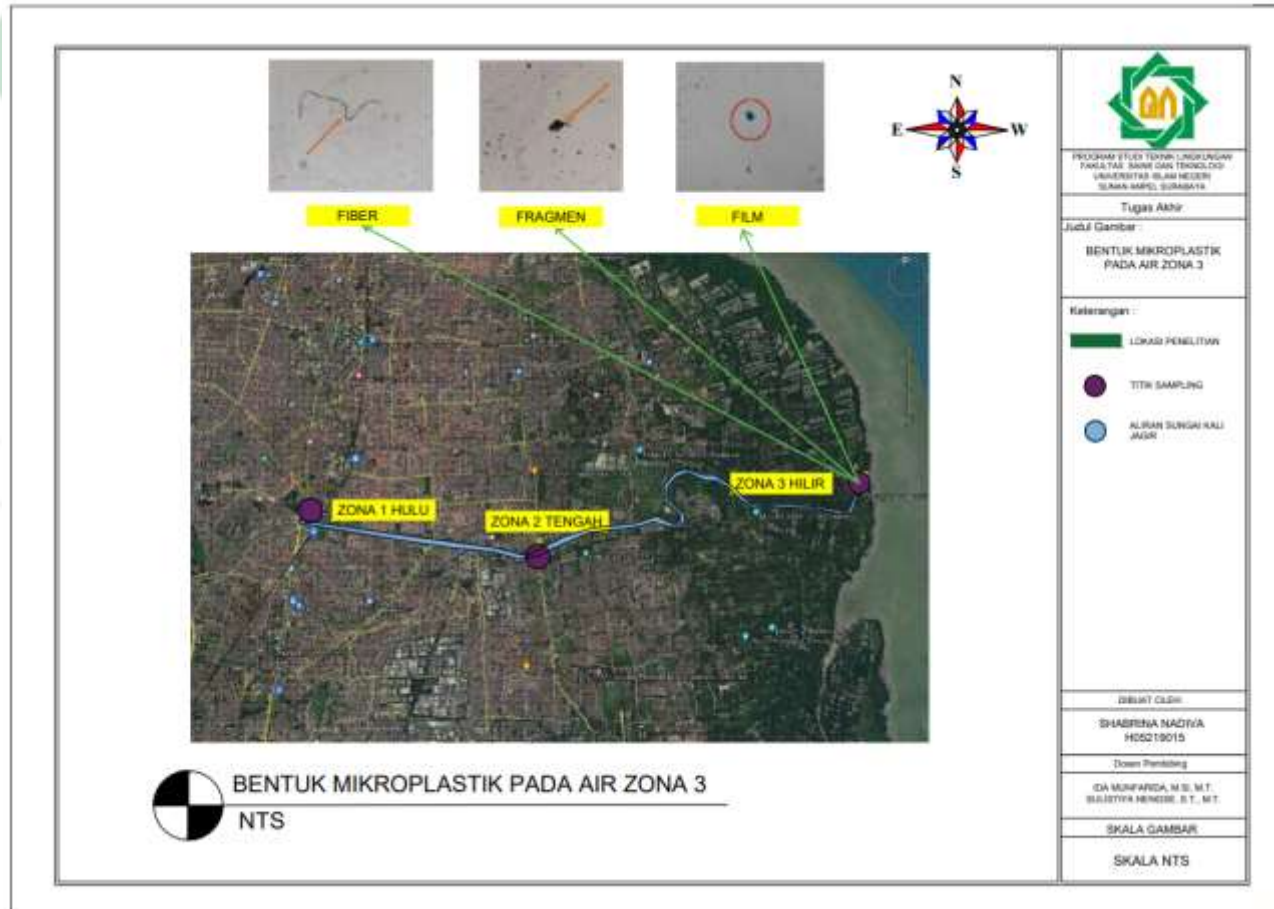
Gambar 4. 12. Peta Sebaran Bentuk Mikroplastik pada Air Zona 2

c. Bentuk Mikroplastik pada Air Sungai Kali Jagir Zona 3

Lokasi zona 3 merupakan zona yang jauh dari kepadatan penduduk dan terdapat ekowisata mangrove, serta spot memancing. Pada zona 3 telah ditemukan jenis mikroplastik dengan jenis fiber, film, dan fragmen. Dengan jumlah total terbanyak adalah bentuk fiber sebanyak 118 partikel dari 10 Liter sampel. Rincian bentuk mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 13. Bentuk Mikroplastik pada Air Zona 3

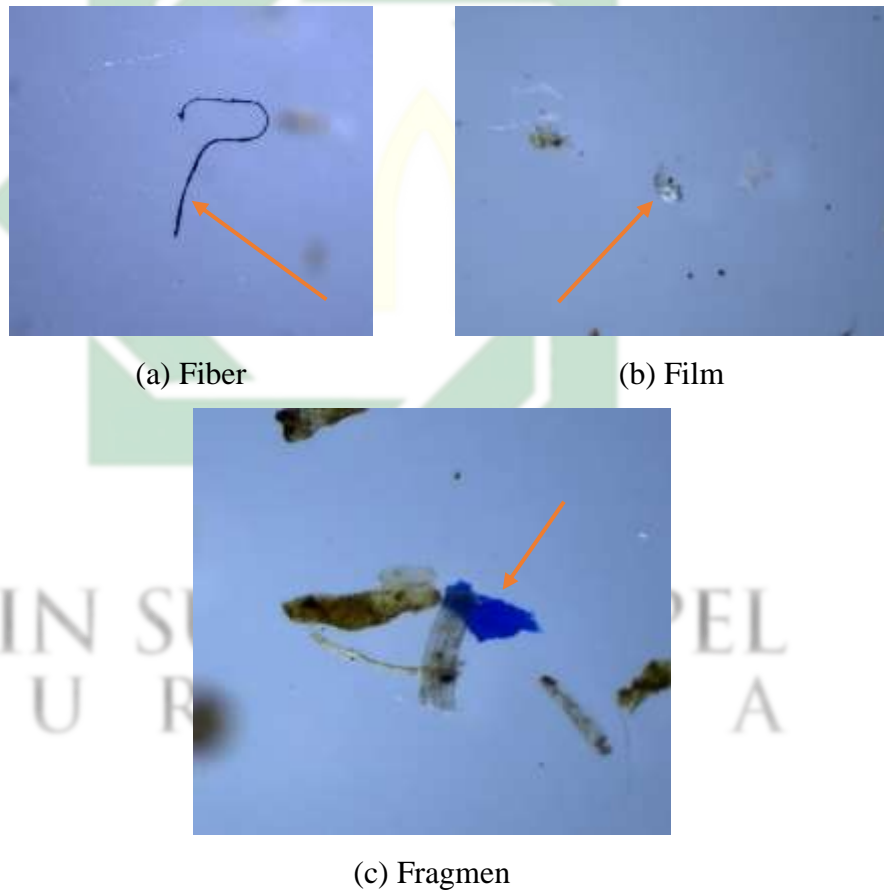


Gambar 4. 14. Peta Sebaran Bentuk Mikroplastik pada Air Zona 3

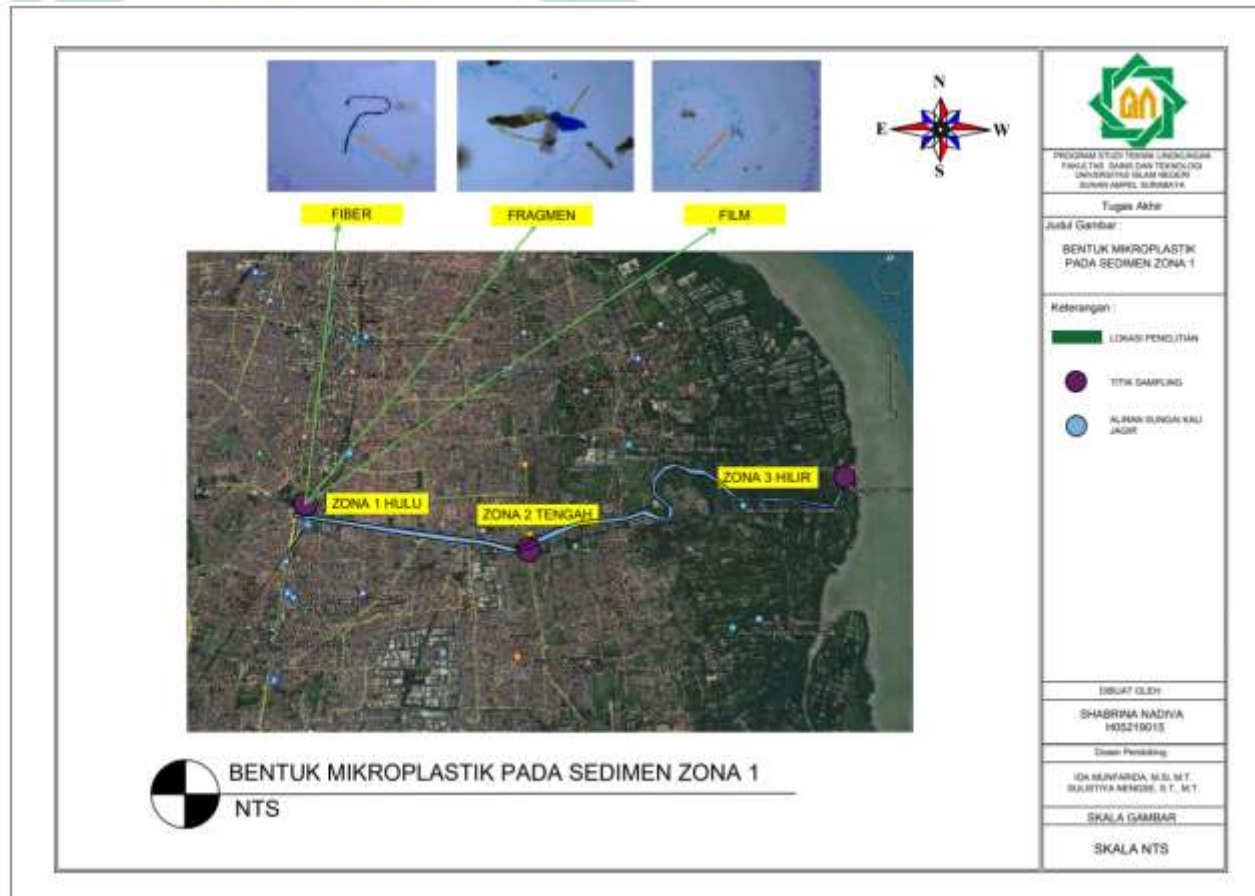
4.2.2. Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Sungai Kali Jagir

1) Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Kali Jagir Zona 1

Lokasi zona 1 berdekatan dengan aktifitas rumah tangga dan merupakan pertemuan dari hilir Sungai Kali Mas Surabaya. Pada zona ini telah ditemukan jenis mikroplastik jenis fiber, film, dan fragmen. Dengan jumlah total terbanyak adalah jenis mikroplastik jenis fiber yakni sebanyak 198 partikel dari 400 gram sampel, jenis film sebanyak 174 partikel dari 400 gram sampel, dan jenis fragmen sebanyak 125 partikel dari 400 gram sampel. Rincian jenis mikroplastik fiber, film, dan fragmen dapat dilihat pada Gambar 4.7.



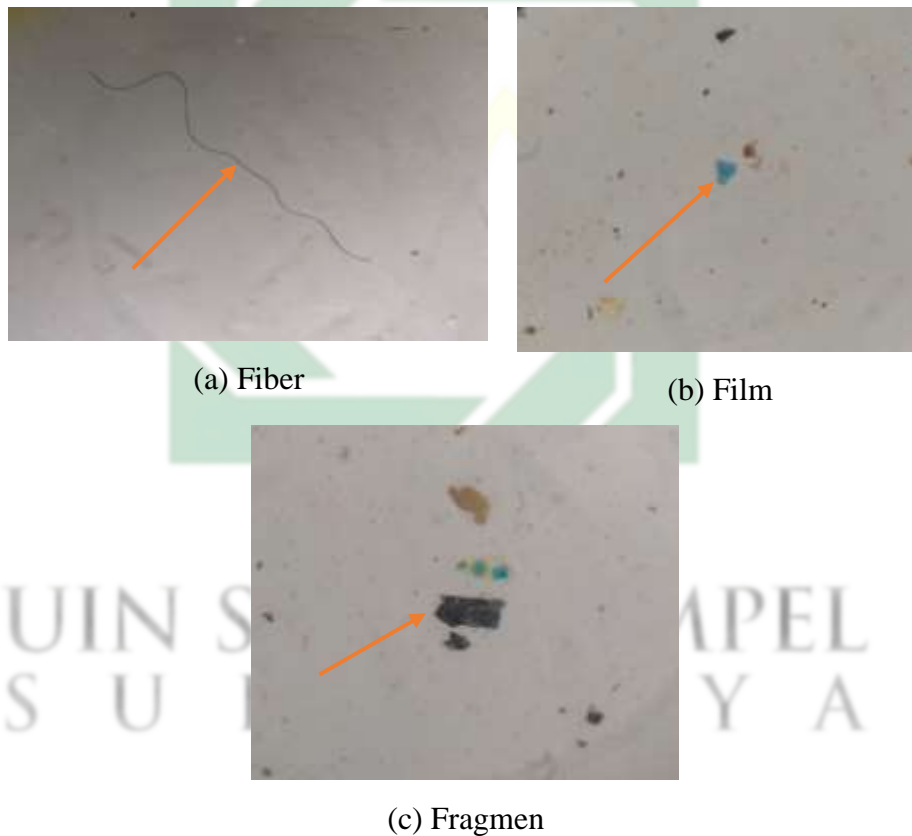
Gambar 4. 15. Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Zona 1



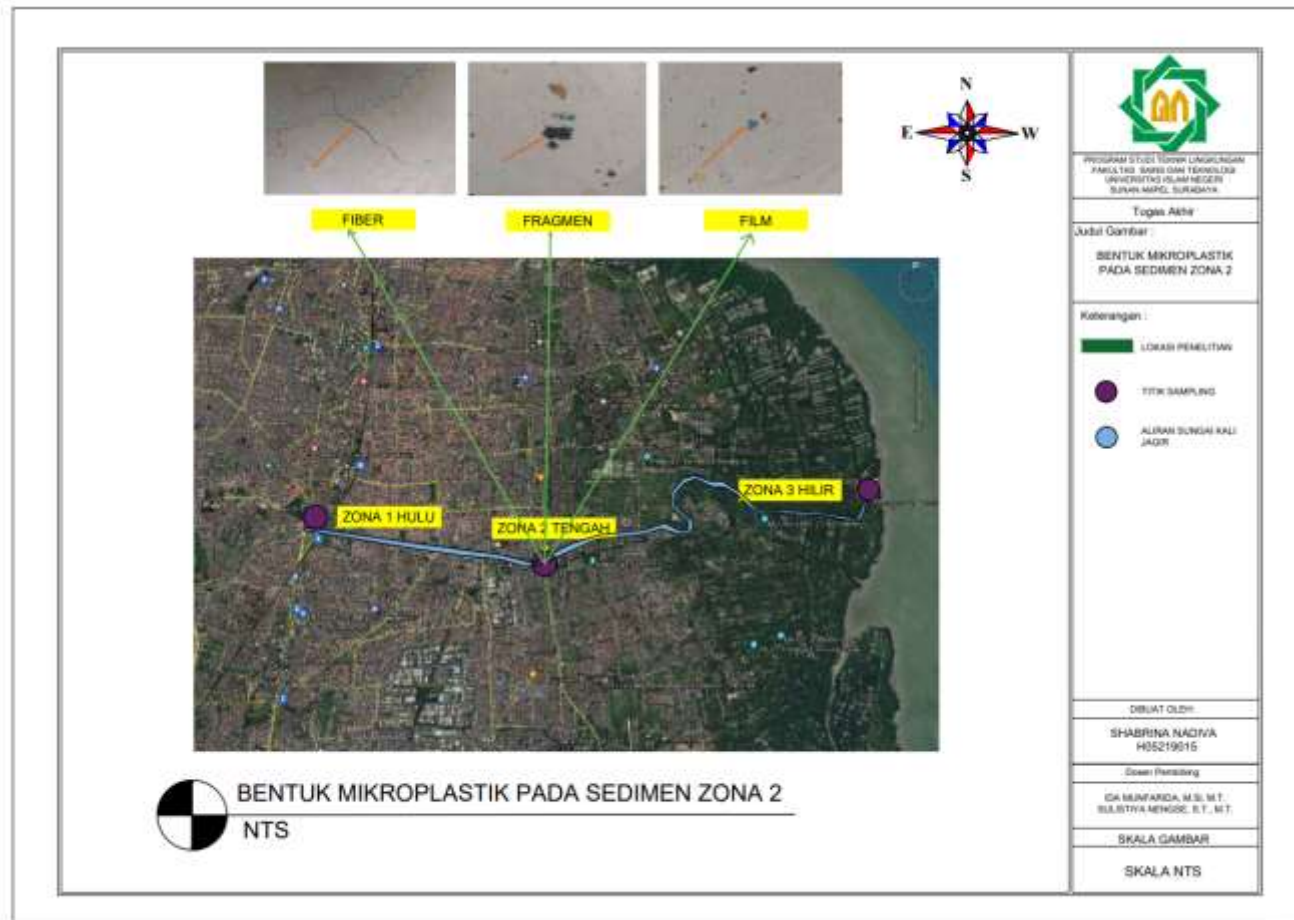
Gambar 4. 16. Peta Sebaran Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Zona 1

2) Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Kali Jagir Zona 2

Lokasi zona 2 berdekatan dengan aktifitas rumah tangga, aktivitas industri. Pada zona ini telah ditemukan jenis mikroplastik jenis fiber, film, dan fragmen. Dengan jumlah total terbanyak adalah jenis mikroplastik jenis fiber yakni sebanyak 198 partikel dari 400 gram sampel, jenis film sebanyak 174 partikel dari 400 gram sampel, dan jenis fragmen sebanyak 125 partikel dari 400 gram sampel. Rincian jenis mikroplastik fiber, film, dan fragmen dapat dilihat pada Gambar 4.9.



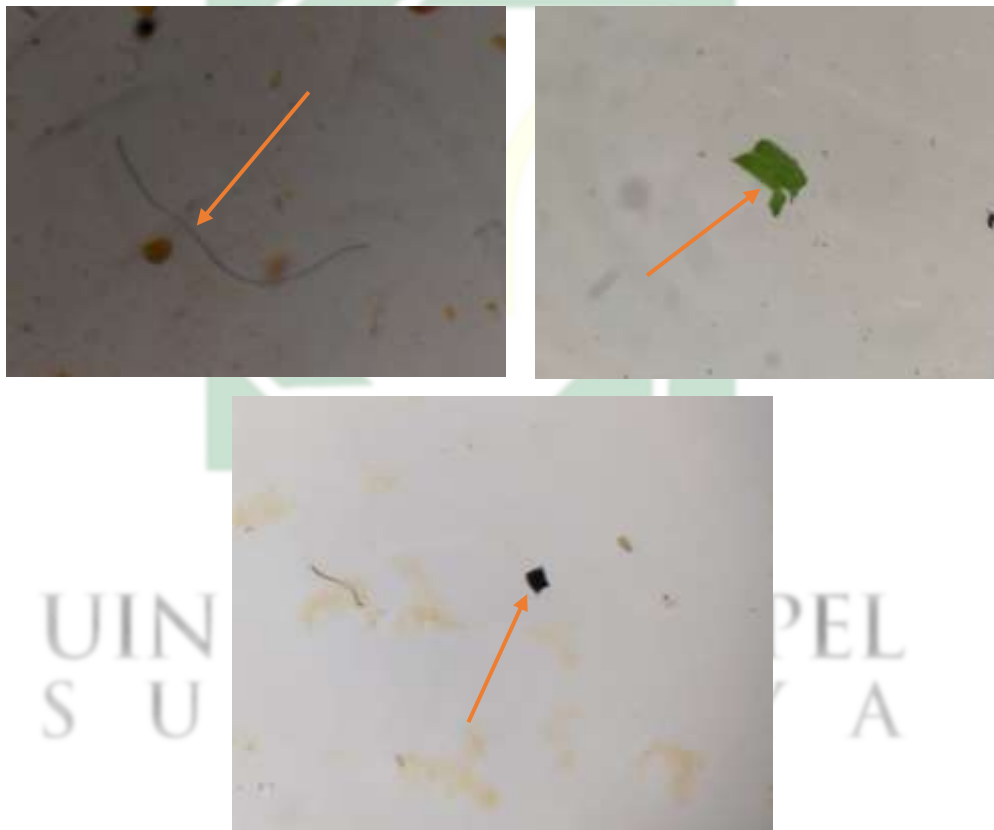
Gambar 4. 17. Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Zona 2



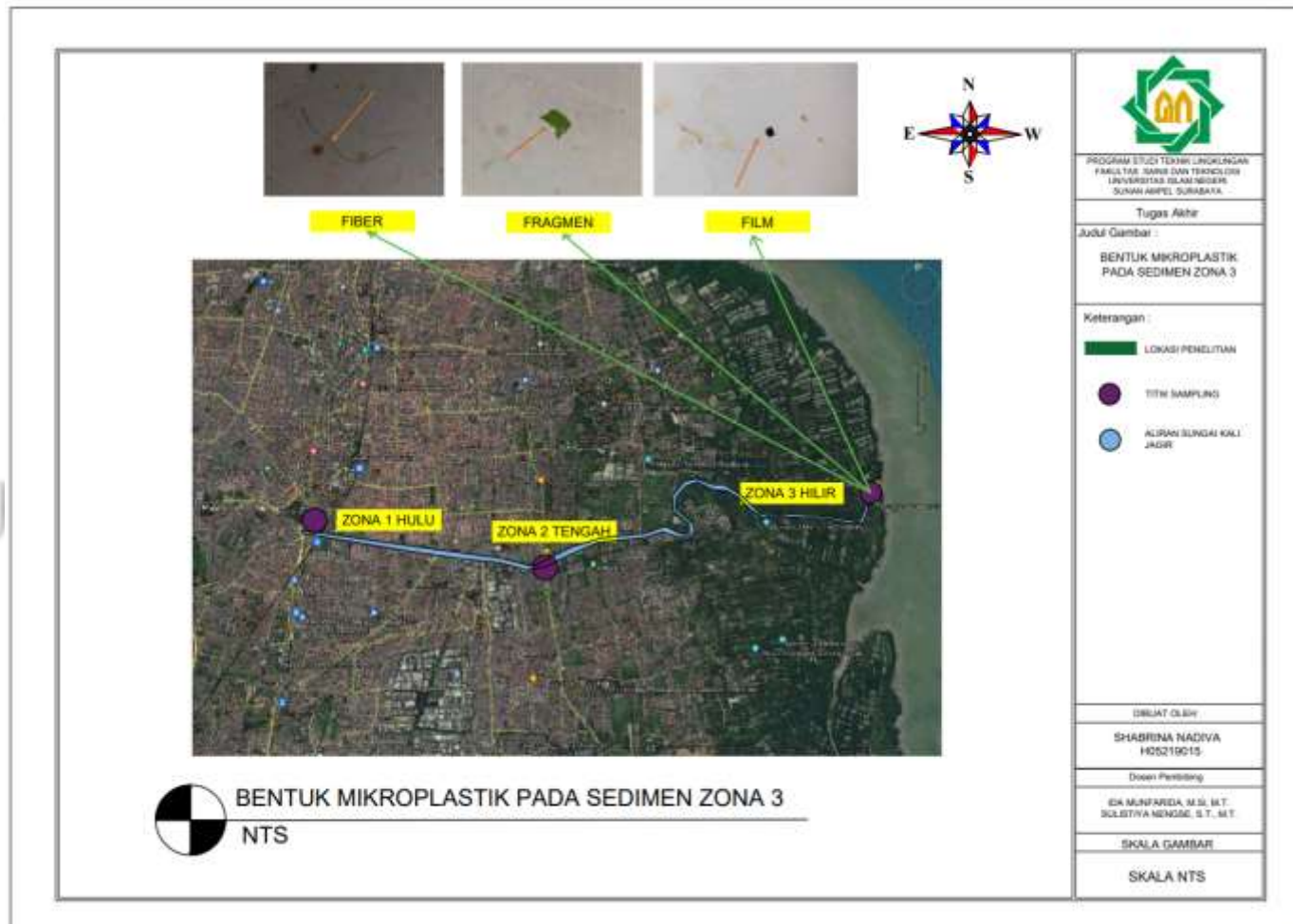
Gambar 4. 18. Peta Sebarann Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Zona 2

3) Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Kali Jagir Zona 3

Lokasi zona 3 merupakan zona yang jauh dari kepadatan penduduk dan terdapat ekowisata mangrove, serta spot memancing. Pada zona ini telah ditemukan jenis mikroplastik jenis fiber, film, dan fragmen. Dengan jumlah total terbanyak adalah jenis mikroplastik jenis fiber yakni sebanyak 198 partikel dari 400 gram sampel, jenis film sebanyak 174 partikel dari 400 gram sampel, dan jenis fragmen sebanyak 125 partikel dari 400 gram sampel. Rincian jenis mikroplastik fiber, film, dan fragmen dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 19. Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Zona 3



Gambar 4. 20. Peta Sebaran Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Zona 3

Pada penelitian ini ditemukan mikroplastik dengan bentuk fiber, film dan fragmen. Berdasarkan penelitian oleh (Imanuel, dkk., 2019) bentuk fiber banyak ditemukan karena mikroplastik dengan bentuk ini memiliki densitas yang rendah dari densitas air sehingga mudah untuk terapung dan berada di kolom perairan. Salah satu sumber mikroplastik bentuk fiber yang ditemukan adalah berasal dari alat pancing dan jaring. Tingginya mikroplastik fiber berasal dari limbah rumah tangga, jaring nelayan, dan degradasi serat tekstil (Seftianingrum, dkk., 2023).

Bentuk film merupakan mikroplastik hasil degradasi dari sampah plastik tipis seperti tas plastik, sehingga mikroplastik dengan bentuk ini memiliki densitas yang rendah yang memudahkan untuk terapung dan berada di kolom perairan (Imanuel, dkk., 2019).

4.3. Kelimpahan mikroplastik Sungai Kali Jagir

Pengukuran kelimpahan rata-rata dan jenis mikroplastik di Kali Jagir Surabaya sangat penting untuk mengetahui sejauh mana pencemaran lingkungan akibat limbah plastik yang bersifat persisten. Hal ini karena dengan mengetahui jenis dan kelimpahan mikroplastik yang terdapat di lingkungan perairan, dapat membantu dalam menentukan upaya pengelolaan dan pencegahan pencemaran lebih lanjut. Berikut ini merupakan kelimpahan rata-rata mikroplastik pada air dan sedimen Kali Jagir Surabaya.

Mikroplastik yang mengkontaminasi perairan seperti sungai berpotensi memiliki dampak negatif bagi kehidupan biota air dan manusia. Mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh organisme air seperti bivalvia, zooplankton, kerang, ikan, dan udang dengan cara menelan mikroplastik tersebut. Sedangkan mikroplastik masuk ke dalam tubuh manusia dapat melalui tiga jalur seperti saluran pencernaan, pernapasan dan paparan dari kulit (Murtadho, dkk., 2022).

4.3.1. Kelimpahan Mikroplastik pada air Sungai Kali Jagir

Kelimpahan mikroplastik pada air Sungai Kali Jagir ditunjukkan dengan banyaknya partikel dibagi dengan volume air sampel (L)

(Rahmadhani, 2019). Volume air dari ketiga sampel adalah sebanyak 10 liter. Selanjutnya kelimpahan mikroplastik dapat dihitung menggunakan rumus 3.1 (Pradiptaadi & Fallahian, 2022). Untuk menghitung kelimpahan mikroplastik dalam air, diperlukan jumlah mikroplastik yang terdapat dalam sampel air. Jumlah mikroplastik didapatkan dengan menghitung secara manual jumlah mikroplastik menggunakan mikroskop stereo. Berikut perhitungan kelimpahan mikroplastik dalam air pada zona 1.

Diketahui:

- Jumlah mikroplastik dalam sampel (n) = 284 partikel
- Volume sampel air = 10 liter

Ditanyakan: kelimpahan mikroplastik pada air (C)

Perhitungan:

$$C = \frac{n}{v}$$

$$C = \frac{284}{10}$$

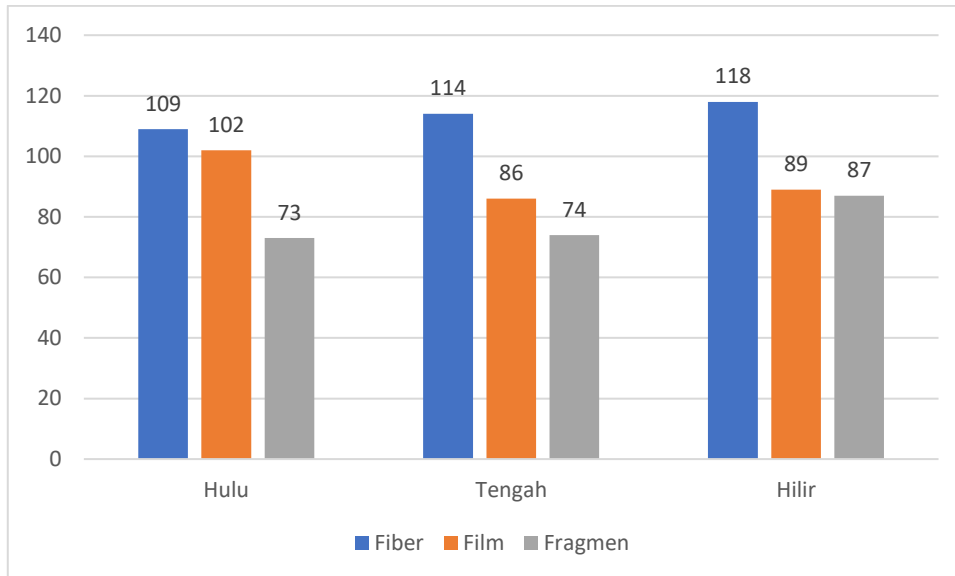
$$C = 28,4 \text{ partikel/m}^3$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa kelimpahan mikroplastik pada sampel air zona 1 sebesar 28,4 partikel/m³. Hasil perhitungan kelimpahan mikroplastik pada sampel air zona 2 dan 3 tersaji pada tabel 4.1. berikut ini.

Tabel 4. 1. Kelimpahan Mikroplastik pada air Sungai Kali Jagir

Zona	Volume Sampel (L)	Jumlah Mikroplastik (Partikel)	Kelimpahan Mikroplastik (Partikel/m³)
1	10	284	28.4
2	10	274	27.4
3	10	294	29.4

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)



Gambar 4. 21. Jumlah Mikroplastik pada Air Kali Jagir

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Perbedaan nilai kelimpahan yang didapatkan pada masing-masing penelitian dapat disebabkan oleh karakteristik lokasi perairan yang berbeda. Adanya pengaruh dari sungai yang merupakan salah satu jalur masuknya mikroplastik ke dalam perairan sehingga dapat mempengaruhi perbedaan kelimpahan (Almahdahulhizah, 2019).

Pada penelitian oleh Seftianingrum, dkk (2023) juga didapatkan hasil kelimpahan mikroplastik yang didominasi jenis fiber dengan jumlah 720 partikel yang telah mencemari Sungai Porong, Kabupaten Sidoarjo. Keberadaan fiber berasal dari pengaruh tingginya aktivitas penangkapan ikan yang berada dikawasan tersebut.

4.3.2. Kelimpahan Mikroplastik pada sedimen Sungai Kali Jagir

Kelimpahan mikroplastik pada sedimen Sungai Kali Jagir ditunjukkan dengan banyaknya partikel dibagi dengan berat kering sampel (kg) (Rahmadhani, 2019). Berat basah dari ketiga sampel adalah 400 gram. Selanjutnya kelimpahan mikroplastik dapat dihitung menggunakan rumus 3.2. Jumlah mikroplastik didapatkan

dengan menghitung secara manual jumlah mikroplastik menggunakan mikroskop stereo. Berikut perhitungan kelimpahan mikroplastik dalam sedimen pada zona 1.

Diketahui:

- Jumlah mikroplastik dalam sampel (n) = 497 partikel
- Berat sampel sedimen kering = 0.189 kg

Ditanyakan: kelimpahan mikroplastik pada air (C)

Perhitungan:

$$C = \frac{n}{m}$$

$$C = \frac{497 \text{ partikel}}{0.189 \text{ kg}}$$

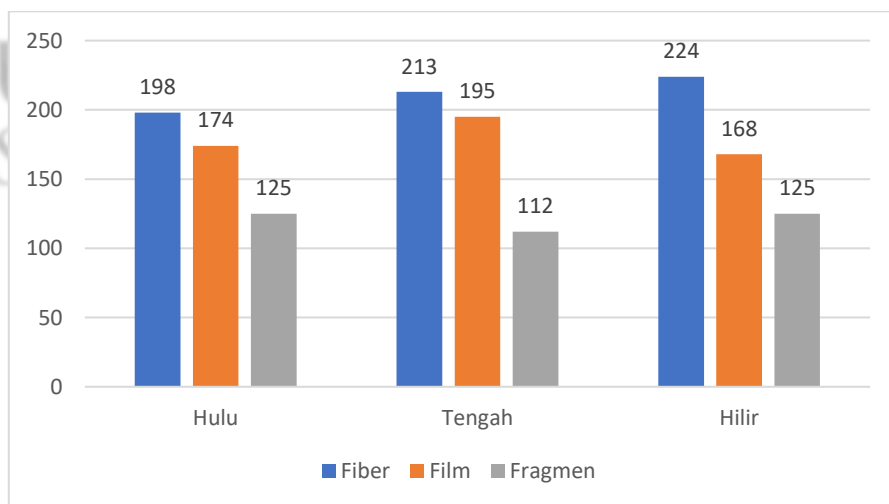
$$C = 0.00038 \text{ Partikel/kg}$$

Hasil perhitungan tersaji pada tabel 4.2. berikut:

Tabel 4. 2. Jumlah Mikroplastik pada Sedimen Kali Jagir

Zona	Berat Sampel Basah (gr)	Berat Sampel Kering (kg)	Jumlah Mikroplastik (Partikel)	Kelimpahan Mikroplastik (Partikel/gram)
1	400	0.189	497	0.00038
2	400	0.195	520	0.000375
3	400	0.203	517	0.00392

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)



Gambar 4. 22. Jumlah Mikroplastik pada Sedimen Kali Jagir

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Mikroplastik dengan bentuk fragmen adalah mikroplastik hasil degradasi dari sampah plastik yang tebal, densitasnya yang tinggi mengakibatkan mikroplastik dengan bentuk fragmen sedikit ditemukan di perairan (Imanuel, dkk., 2019).

Kelimpahan mikroplastik yang didapat pada penelitian ini lebih banyak ditemukan pada sedimen dibandingkan pada air. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Hidalgo-Ruz (2012), dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai konsentrasi mikroplastik tertinggi ditemukan pada dasar sedimen dibandingkan bagian permukaan air (Almahdahlhizah, 2019). Adanya keberadaan mikroplastik di sedimen dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan bedaran densitas plastic yang lebih tinggi dibandingkan densitas air menyebabkan plastik tenggelam dan terakumulasi di sedimen (Woodall, dkk., 2015).

Plastik yang telah terdegradasi menjadi mikroplastik di lingkungan sangat membahayakan keamanan pangan hasil laut di Indonesia. Menurut jika proses degradasi plastik mencapai puncaknya, kelimpahan mikroplastik akan jauh lebih besar dibandingkan plankton di lautan. Mikroplastik dengan ukurannya yang kecil akan sangat berpotensi masuk ke dalam tubuh biota laut. Polutan mikroplastik akan masuk kedalam sistem rantai makanan setelah tercemar di alam, terjadi kontaminasi dari cemaran lain masuk ke tingkat trofik rendah dan termakan oleh predator seperti ikan, kepiting, dan akan berakhir dikonsumsi oleh manusia yang menyebabkan berbagai gangguan kesehatan (Carbery, dkk., 2018).

Kegiatan penangkapan ikan merupakan kontributor utama dari pencemaran mikroplastik. Kegiatan penangkapan modern melibatkan lebih banyak plastik karena keunggulannya dibandingkan dengan bahan alami. Alat yang biasa digunakan adalah tali, pelampung, jaring, kotak ikan, sarung tangan, tali pengikat, dan lain-lain (Dowarah & Devipriya, 2019). Lebih lanjut,

sumber lainnya disebabkan oleh pengolahan limbah yang kurang tepat pada industri tekstil atau limbah rumah tangga. Hasil penelitian Napper & Thompson (2016) menunjukkan bahwa 700.000 fiber dari pencucian 6 kg kain akan terlepas dan akan memasuki wilayah akuatik. Hal tersebut akan memperburuk toksisitas pada perairan karena industri tekstil akan menyebarkan partikel plastik berbentuk fiber yang berbahan dasar zat kimia berbahaya ke lingkungan (Koongolla., 2020).

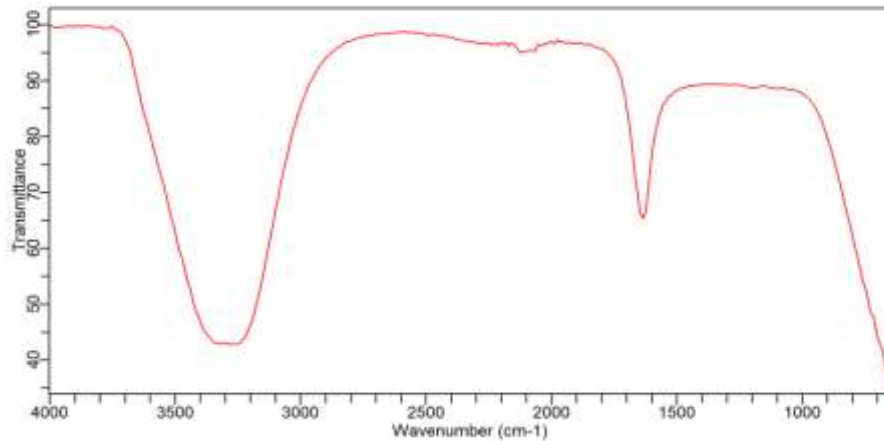
Mikroplastik jenis fiber secara umum juga di temukan air pada selokan menuju pesisir dan pada pesisir di beberapa negara. Factor utama banyaknya ditemukan jenis fiber pada perairan adalah banyaknya aktivitas masyarakat. Salah satu aktivitas masyarakat yang paling banyak menyumbang mikroplastik terutama jenis fiber pada perairan adalah mencuci pakaian. Pakaian yang secara umum berbahan polimer sintesis seperti polyester. Pakaian yang dicuci mengalami penguraian menjadi mikroplastik yang di sebabkan aktivitas gesekan pada mesin yang digunakan untuk mencuci pakaian dan air serta bahan detergen (Lolodo, 2019).

4.4. Hasil Uji Konfirmasi Polimer Mikroplastik Sungai Kali Jagir

Uji *Fourier Transform Infrared Spectrophotometry* (FTIR) merupakan uji yang dilakukan untuk mengidentifikasi jenis polimer dari MIKROPLASTIK dalam sampel air dan sedimen. Uji ini dilakukan dengan menggunakan alat *Spectrophotometri Infra Red*. Pelaksanaan uji ini dilakukan pada partikel mikroplastik yang mewakili partikel paling banyak berdasarkan bentuknya yang telah diidentifikasi dalam sampel sesuai dengan penelitian oleh (Sarasita, dkk., 2019) dan dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan UIN Sunan Ampel Surabaya.

Pendugaan hasil FTIR di identifikasi berdasarkan hasil penelitian spektrum polimer dari Jung, dkk. (2018) dan melihat rentang standar karakteristik IR Absorption oleh Coates (2000) dalam Hanif, dkk. (2021).

Adapun interpretasi Uji FTIR adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 23. Hasil Uji FTIR
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Berdasarkan hasil uji FTIR di atas, maka partikel mikroplastik dapat digolongkan pada jenis polimer *Nylon* karena terdapat 2 pita masing-masing berada disekitar *wavenumber* 3400 - 3300 cm^{-1} yang menandakan ikatan NH *Stretch* dan 1650 cm^{-1} yang merupakan NH *Bend*. Ikatan NH merupakan penyusun utama dari *polyamide* atau diketahui juga sebagai *nylon* (Maulina, 2016). Polimer *nylon* dengan senyawa penyusun N-H *stretch* berasal dari alat yang digunakan nelayan dalam mencari ikan seperti jaring dan alat pancing serta dapat berasal dari limbah pakaian dan benang – benang yang dapat berasal dari sampah rumah tangga disekitar perairan (Suprijanto, dkk., 2021).

4.5. Perbedaan kelimpahan mikroplastik antar zona Sungai Kali Jagir

Analisis statistika dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan kelimpahan jenis MIKROPLASTIK antar zona pengambilan sampel. Data kelimpahan yang diperoleh akan dianalisis menggunakan Metode One Way Anova dengan aplikasi SPSS 20. Uji normalitas dilakukan untuk menguji apakah distribusi data berjalan normal atau tidak.

Tabel 4. 3. Hasil Uji Normalitas

Tests of Normality							
Zona		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Mikroplastik	Zona 1	0.325	3		0.876	3	0.312
	Zona 2	0.253	3		0.964	3	0.637
	Zona 3	0.365	3		0.798	3	0.110

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Pada uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk. Berdasarkan analisis data diperoleh signifikansi nilai uji normalitas data sampel air sebesar 0.312 pada zona 1, 0.637 pada zona 2, dan 0.110 pada zona 3. Data sampel air yang didapat pada ketiga zona berdistribusi normal dikarenakan nilai signifikansinya $>0,05$.

Tabel 4. 4. Uji One Way Anova Sampel Air

ANOVA					
Mikroplastik					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1392.889	2	696.444	2.996	0.125
Within Groups	1394.667	6	232.444		
Total	2787.556	8			

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Tabel 4. 5. Uji One Way Anova Sampel Sedimen

ANOVA					
Kelimpahan					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	802.667	2	401.333	0.629	0.565
Within Groups	3831.333	6	638.556		
Total	4634.000	8			

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Hasil analisis statistika One Way Anova menunjukkan nilai A.sig lebih besar dari 0,05. Yang menandakan bahwa perbedaan kelimpahan jenis

mikroplastik antar zona tidak signifikan, melainkan memiliki perbedaan yang sama. Laila dkk (2020) menyatakan apabila nilai $p > 0,05$ maka dapat dikatakan rata-rata kelimpahan sama. Dapat disimpulkan bahwa rata-rata kelimpahan mikroplastik di ketiga zona adalah tidak adanya perbedaan yang signifikan.

Hasil uji one-way ANOVA kepadatan mikroplastik pada sampel air setiap zona menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,125 dan pada sampel sedimen setiap zona menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,565. Nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga hipotesis H_0 diterima dan dapat dinyatakan bahwa kepadatan mikroplastik pada air dan sedimen setiap zona tidak terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan. Tidak adanya perbedaan yang signifikan kelimpahan mikroplastik di setiap zona dikarenakan masukan limbah sama, satu aliran air, jarak antar zona satu dengan yang lain tidak terlalu jauh dan tekstur sedimen di setiap zona sama sehingga tidak adanya perbedaan antar zona (Vida, 2019).

Pada penelitian ini tidak ada perbedaan yang signifikan karena pada kondisi eksisting dari hulu hingga hilir terdapat aktivitas manusia yang menyebabkan terbentuknya partikel mikroplastik. Pada zona 1 sungai Kali Jagir terdeteksinya mikroplastik disebabkan adanya pertemuan dengan Kali Mas yang telah tercemar mikroplastik sebagaimana penelitian oleh Fitriyah, dkk (2022) mengidentifikasi adanya pencemaran mikroplastik pada Kali Mas Surabaya, pada hulu sungai adalah sebesar 0,049 item/ m^3 , tengah sungai sebesar 0,053 item/ m^3 dan hilir sungai adalah sebesar 0,095 item/ m^3 . Pada zona 2 terdapat perumahan padat penduduk yang melakukan aktivitas rumah tangga seperti mencuci pakaian dan membuang sampah langsung ke badan sungai. Sedangkan pada zona 3 terdapat tempat wisata mangrove, spot pemancingan ikan, dan ada aktivitas nelayan yang merupakan salah satu sumber terbentuknya mikroplastik.

Hasil pada penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh Imanuel, dkk. (2021) di mana hasil uji one-way ANOVA kepadatan mikroplastik pada kolom air Perairan Teluk Manado di setiap stasiun menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,089 dan nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga hipotesis H_0

diterima dan dapat dinyatakan bahwa kepadatan mikroplastik pada kolom air setiap stasiun tidak terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan.

Berdasarkan uji statistik One Way ANOVA yang telah dilakukan oleh Nurdiana & Trivantira (2021) perbedaan kelimpahan mikroplastik di Air Kali Pelayaran Anak Sungai Brantas Kabupaten Sidoarjo, didapatkan nilai signifikansinya sebesar 0,410 ($\alpha > 0,05$) yang menunjukkan bahwa rata-rata jumlah mikroplastik pada ketiga stasiun adalah tidak berbeda nyata. Menurut Ayuningtyas dkk. (2019) hal ini terjadi karena persebaran mikroplastik yang dipengaruhi oleh kondisi arus dan masukan dari darat. Selain itu, jarak dan lokasi antar stasiun tidak jauh berbeda sehingga rata-rata kelimpahan relatif sama.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Jenis Mikroplastik pada air dan sedimen Kali Jagir Surabaya pada zona I, 2, dan 3 antara lain: fiber, fragmen, dan film.
- 2) Kelimpahan mikroplastik pada masing-masing zona antara lain:
 - a. Zona 1 = pada air sebesar 28,4 partikel/m³ dan pada sedimen 0,00038 partikel/kg.
 - b. Zona 2 = pada air sebesar 27,4 partikel/m³ dan pada sedimen sebesar 0,000375 partikel/kg.
 - c. Zona 3 = pada air sebesar 29,4 partikel/m³ dan pada sedimen sebesar 0,000392 partikel/kg.
- 3) Jenis polimer mikroplastik pada air dan sedimen Sungai Kali Jagir adalah polimer *Nylon*.
- 4) Hasil statistika One Way Anova menunjukkan nilai $\text{Sig} > 0,05$ yaitu sebesar 0,565 yang berarti kelimpahan jenis mikroplastik antar zona tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hal tersebut dikarenakan masukan limbah sama, satu aliran air, jarak antar zona satu dengan yang lain tidak terlalu jauh dan tekstur sedimen di setiap zona sama sehingga tidak adanya perbedaan antar zona.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini ditemukan keberadaan mikroplastik pada Sungai Kali Jagir, oleh karena itu diperlukan penelitian lanjutan terhadap biota air di Sungai Kali Jagir seperti ikan atau kepiting untuk mengetahui apakah terjadi akumulasi mikroplastik dalam tubuh biota tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, C. R., Faqih, I., & Pratiwi, T. A. A. (2021). Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Air Kawasan Kanal Mangetan, Anak Sungai Brantas Kabupaten Sidoarjo. *Environmental Pollution Journal*, 1(3), 175–183. <https://ecotonjournal.id/index.php/epj>
- Adrianto, R. (2018). Pemantauan Jumlah Bakteri Coliform Di Perairan Sungai Provinsi Lampung. *Majalah Teknologi Agro Industri*, 10(1), 1–6.
- Alhumaidah, V. (2019). *Analisis Kelimpahan Dan Jenis Mikroplastik Pada Air Dan Sedimen Di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur*.
- Almahdahlizah, V. (2019). *Analisis Kelimpahan Dan Jenis Mikroplastik Pada Air Dan Sedimen Di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur*.
- Aminudin, M. R., & Amaria. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Nanosilika dari Abu Sekam Padi (RHA). *Prosiding Seminar Nasional Kimia (SNK)*, 17–33.
- Arsista, D., & Kusuma, Y. E. (2021). Penggunaan Atr-Ftir (Attenuated total reflection-fourier transform infrared spectroscopy) pada Kedokteran Gigi. *Jurnal Material Kedokteran Gigi*, 10(2), 57–66. <https://doi.org/10.32793/jmkg.v10i2.904>
- Ayuningtyas, W. C., Yona, D., S, J. H. S., & Iranawati, F. (2019). Kelimpahan Mikroplastik Padaperairan Di Banyu Urip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine*, 3(1), 41–45.
- Carbery, M., O'Connor, W., & Palanisami, T. (2018). Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. In *Environment International* (Vol. 115, pp. 400–409). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.03.007>
- 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>
- Fachrul, R., & Tazkiaturrizki, A. (2021). *Degradasi Mikroplastik pada Ekosistem Perairan Oleh Bakteri Kultur Campuran Clostridium sp. dan Thiobacillus sp.* 6(2), 304–316. <https://doi.org/10.25105/pdk.v6i2.9536>
- Fitriyah, A., Syafrudin, S., & Sudarno, S. (2022). Identifikasi Karakteristik Fisik Mikroplastik di Sungai Kalimas, Surabaya, Jawa Timur. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(3), 350–357. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.3.350-357>

- Gemilang, W. A., Wisna, U. J., Rahmawan, G. A., & Dhiauddin, R. (2018). Karakteristik Sebaran Sedimen Pantai Utara Jawa Studi Kasus: Kecamatan Brebes Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Nasional*, 13(2), 65–74.
- 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.v10i1.26832>
- Hasibuan, N. H., Suryati, I., Leonardo, R., Risky, A., Ageng, P., & Addauwiyah, R. (2020). Analisa Jenis, Bentuk dan Kelimpahan Mikroplastik di Sungai Sei Sikambing Medan. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 20(2), 108. <https://doi.org/10.36275/stsp.v20i2.270>
- Hastuti, A. R., Yulianda, F., & Wardiatno, Y. (2014). Distribusi spasial sampah laut di ekosistem mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonorowo Wetlands*, 4(2), 94–107. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w040203>
- Ilham Maulana, F. (2021). Penerapan Turunan Dalam Menentukan Laba Maksimum Pada Industri Mebel Menggunakan Maple Application of Derivatives in Determining Maximum Profit in The Furniture Industry Using Maple. *Jurnal Matematika*, 20(2).
- Jiang, C., Yin, L., Li, Z., Wen, X., Luo, X., Hu, S., Yang, H., Long, Y., Deng, B., Huang, L., & Liu, Y. (2019). Microplastic pollution in the rivers of the Tibet Plateau. *Environmental Pollution*, 249, 91–98. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.022>
- 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, 704–716. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.061>
- Laila, Q. N., Purnomo, P. W., & Jati, O. E. (2020). Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen di Desa Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(1), 28–35.
- Laksono, O. B., Suprijanto, J., & Ridlo, A. (2021a). Kandungan Mikroplastik pada Sedimen di Perairan Bandengan Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*, 10(2), 158–164. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i2.29032>
- Laksono, O. B., Suprijanto, J., & Ridlo, A. (2021b). Kandungan Mikroplastik pada Sedimen di Perairan Bandengan Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*, 10(2), 158–164. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i2.29032>

- Lestari, C. S., Warsidah, & Nurdiansyah, S. I. (2019). Identifikasi dan Kepadatan Mikroplastik pada Sedimen di Mempawah Mangrove Park (MMP) Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 2(3), 96–101.
- Lusher, A., Hollman, P. C. H., Mendoza-Hill, J., & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017a). *Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety*.
- Lusher, A., Hollman, P. C. H., Mendoza-Hill, J., & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017b). *Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety*.
- Maghfiroh, L. (2016). *Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) dengan Pemodelan Qual2kw*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Mahadika, R. S. (2022a). *Identifikasi Mikroplastik di Perairan dan Pesisir Laut Kabupaten Purworejo*.
- Mahadika, R. S. (2022b). *Identifikasi Mikroplastik di Perairan dan Pesisir Laut Kabupaten Purworejo*.
- Marsyalita, F., Setya, B., Dan, R., & Cahyoko, Y. (2012). Analisis Kandungan Merkuri (Hg) pada Air, Sedimen, Ikan Keting (*Arius Caelatus*), dan Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) di Kali Jagir Surabaya. In *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* (Vol. 4, Issue 2).
- Masura, J., Baker, J., Foster, G., & Arthur, C. (2015). *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment*.
- Mawaddati, I. (2021). *Analisis Kualitas Air Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Di Kali Jagir Surabaya*.
- Nursiani, T., Putra, Y. S., & Muhandi, M. (2020). Sebaran Fraksi dan Jenis Sedimen Dasar (Bed-Load) di Sungai Pawan Kecamatan Delta Pawan Kabupaten Ketapang. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(2), 253. <https://doi.org/10.24843/jmas.2020.v06.i02.p13>
- Nurulloh, E. S. (2019). Pendidikan Islam dan Pengembangan Kesadaran Lingkungan. *Jurnal Penelitian Pendidikan Islam*, 7(2), 237. <https://doi.org/10.36667/jppi.v7i2.366>
- Nuryanti, A. (2022). *Identifikasi Kelimpahan Particle Suspected as Microplastic (PSM) pada Sedimen Kawasan Konservasi Hutan Mangrove Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya*.
- Peng, G., Xu, P., Zhu, B., Bai, M., & Li, D. (2018). Microplastics in freshwater river sediments in Shanghai, China: A case study of risk assessment in mega-

cities. *Environmental Pollution*, 234, 448–456.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.034>

- Pradiptaadi, B. P. A., & Fallahian, F. (2022a). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air dan Sedimen di Kawasan Hilir DAS Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 2(1), 344–352. <https://ecotonjournal.id/index.php/epj>
- Pradiptaadi, B. P. A., & Fallahian, F. (2022b). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air dan Sedimen di Kawasan Hilir DAS Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 2(1), 344–352. <https://ecotonjournal.id/index.php/epj>
- Prayetno, E. (2018). Kajian Al-Qur'an dan Sains Tentang Kerusakan Lingkungan. *Jurnal Studi Ilmu Al-Qur'an Dan Al-Hadits*, 12(1), 1–20.
- Purnamasari, D. E. (2017). *Penentuan Status Mutu Air Kali Wonokromo dengan Metode Storet Dan Indeks Pencemar*.
- Putri, S. S. (2022). *Identifikasi Keberadaan Mikroplastik pada Pasir Di Pesisir Pantai Kabupaten Bantul D.I Yogyakarta*.
- Putro, D. H. W. (2021). *Identifikasi Keberadaan Mikroplastik pada Sedimen di Sungai Yogyakarta*.
- Rahmadhani, F. (2019a). *Identifikasi dan Analisis Kandungan Mikroplastik pada Ikan Pelagis dan Demersal serta Sedimen dan Air Laut di Perairan Pulau Mandangin Kabupaten Sampang*.
- Rahmadhani, F. (2019b). *Identifikasi Dan Analisis Kandungan Mikroplastik pada Ikan Pelagis dan Demersal Serta Sedimen dan Air Laut di Perairan Pulau Mandangin Kabupaten Sampang*.
- Ramaremsa, G., Ndlovu, M., & Saad, D. (2022). Comparative Assessment of Microplastics in Surface Waters and Sediments of the Vaal River, South Africa: Abundance, Composition, and Sources. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 41(12), 3029–3040. <https://doi.org/10.1002/etc.5482>
- Riadi, S., Rukmayadi, D., Rukmayadi, I., & Wangitan, R. (2020). Pengaruh Perbedaan Dosis NaOH pada Pembuatan Sabun dengan Metode Anova Satu Arah dan Penentuan Perbandingan 3 Jenis Minyak Sebagai Bahan Utama dengan Metode AHP Pada Produk Sabun Mandi Ramah Lingkungan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 8(2), 101–112.
- Sarasita, D., Yunanto, A., & Yona, D. (2019). Kandungan Mikroplastik pada Empat Jenis Ikan Ekonomis Penting di Perairan Selat Bali. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 1(20), 1–12.
- Sari Dewi, I., Aditya Budiarsa, A., & Ramadhan Ritonga, I. (2015). Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *DEPIK*, 4(3). <https://doi.org/10.13170/depik.4.3.2888>

- Seftianingrum, B., Hidayati, I., Zummah, A., Studi Biologi, P., Sunan Ampel Surabaya, U., Ahmad Yani No, J., & Wonosari, J. (2023). Identifikasi Mikroplastik pada Air, Sedimen, dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. *Jurnal Jeumpa*, 10(1), 68–82. <https://doi.org/10.33059/jj.v10i1.7408>
- Seprandita, C. W., Suprijanto, J., & Ridlo, A. (2022). Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Zona Pemukiman, Zona Pariwisata dan Zona Perlindungan Kepulauan Karimunjawa, Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(1), 111–122. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i1.30189>
- Storck, F. R., Karlsruhe, T., & Kools, S. A. E. (2015). *Microplastics in Fresh Water Resources*. www.globalwaterresearchcoalition.net
- Sudira, I. W., Mananoma, T., & Manalip, H. (2013). Analisis Angkutan Sedimen Pada Sungai Mansahan. *Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERING*, 3(1), 54–57.
- Suprijanto, J., Senduk, J. L., & Makrima, D. B. (2021). Mikroplastik pada Loligo sp. dan Rastrelligersp. dari TPI Tambak Lorok Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*.
- Utama, P. B. A., Hendrawan, I. G., Karang, I. W. G. A., & Pamungkas, P. B. P. (2023). Distribusi Pencemaran Sampah Plastik pada Sempadan Sungai di Bali yang Bermuara di Perairan Selat Bali dengan Analisis Generalized Additive Models(GAM). *Journal Of Marine Research And Technology*, 6(1), 69–77.
- Utami, I., Resdianningsih, K., Rahmawati, S., Dahlan Kampus, A., & Yani, J. A. (2022a). Temuan Mikroplastik pada Sedimen Sungai Progo dan Sungai Opak Kabupaten Bantul. *Jurnal Riset Daerah*, XXII(1).
- Utami, I., Resdianningsih, K., Rahmawati, S., Dahlan Kampus, A., & Yani, J. A. (2022b). Temuan Mikroplastik pada Sedimen Sungai Progo dan Sungai Opak Kabupaten Bantul. *Jurnal Riset Daerah*, XXII(1).
- Valasia, M. N. (2021). *Analisis Mikroplastik pada Air, Sedimen Dan Kerang Lorjuk (Solen sp.) di Pantai Talang Siring Kabupaten Pamekasan*.
- van Emmerik, T., Strady, E., Kieu-Le, T. C., Nguyen, L., & Gratiot, N. (2019). Seasonality of riverine macroplastic transport. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50096-1>
- Wicaksono, E. A., Werorilangi, S., Galloway, T. S., & Tahir, A. (2021). Distribution and seasonal variation of microplastics in tallo river, makassar, eastern indonesia. *Toxics*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/toxics9060129>
- Wijaya, B. A., & Trihadiningrum, Y. (2019). Pencemaran Meso- dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Driyorejo hingga Karang Pilang. *JURNAL TEKNIK ITS*, 8(2), 211–216.

Yusuf, M. A. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan* (Vol. 4).

Yuwandita, A. Y. (2018a). *Pengaruh Kedalaman Pengambilan Sampel Terhadap Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen di Pesisir Lamongan, Jawa Timur*.

Yuwandita, A. Y. (2018b). *Pengaruh Kedalaman Pengambilan Sampel Terhadap Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen di Pesisir Lamongan, Jawa Timur*.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A