

TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI KELIMPAHAN MIKROPLASTIK
PADA BADAN AIR SEKITAR RINGROAD DI
YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



SATRIA DWI NUGRAHA
20513014

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024

TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI KELIMPAHAN MIKROPLASTIK
PADA BADAN AIR SEKITAR RINGROAD DI
YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (SI) Teknik Lingkungan

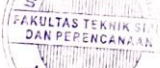


SATRIA DWI NUGRAHA
20513014

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 055131304
Tanggal: 18 Oktober 2024

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Anv. Juliani, S.T., M.Sc., (Res.Eng.), Ph.D.
NIK. 045130401
Tanggal:

**HALAMAN PENGESAHAN
IDENTIFIKASI KELIMPAHAN MIKROPLASTIK
PADA BADAN AIR SEKITAR RINGROAD DI
YOGYAKARTA**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: *Jumat*
Tanggal: *18 oktober 2024*

Disusun Oleh:

SATRIA DWI NUGRAHA
20513014

Tim Penguji:

Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

(*Adk*)
(*Suphia* 12/10/24)
(*Luqman*)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 18 Oktober 2024
Yang membuat pernyataan,



Satria Dwi Nugraha
NIM: 20513014

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Pada Badan Air Sekitar Ringroad D.I Yogyakarta**. Penyusunan laporan tugas akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Selama penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis banyak menghadapi hambatan dan rintangan, namun pada akhirnya mampu melaluinya dengan berkat adanya bimbingan, bantuan dan dukungan dari banyak pihak, baik secara moral maupun spiritual. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kesehatan, kelancaran, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kepada kedua orangtua dan keluarga penulis, Letkol (Kes) Hendro Budi Pamungkas, dr. Nazliah Hanum, M.Sc., Sp.A, dr. Rizqi Amalia Arumsari dan Fira Savitri, S.T yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa kepada penulis.
3. Dosen pembimbing Tugas Akhir Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D serta dosen penguji Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. dan Bapak Luqman Hakim, S.T., M.Si. atas segala waktu dan kesempatan yang diberikan serta saran dan masukan kepada penulis.
4. Seluruh dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia atas segala ilmu yang diberikan selama penulis menempuh bangku perkuliahan.

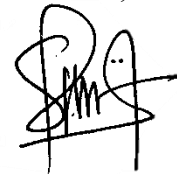
5. Rekan seperjuangan mikroplastik "road dust", Rivandi Mursal, Sheh Ahmad Al Qouli, dan Farah Himmatul Ulya yang telah membantu selama proses pengerjaan tugas akhir.
6. Teman seperjuangan penulis dari mahasiswa baru hingga akhir, Aura Wirya Salsabila, Aiko Sarasvaty, dan Irfan Nahar Ramadhani yang telah memberikan dukungan dan semangat selama perkuliahan hingga tugas akhir.
7. Teman-teman Geng Dawet sudah sangat banyak membantu, memberi dukungan, dan semangat kepada penulis untuk mendapatkan gelar sarjana.
8. Semua pihak yang tidak dapat satu per satu yang telah berkenan membantu penulis dalam menyelesaikan laporan akhir, serta
9. Penulis berterima kasih kepada diri sendiri yang telah mau dan mampu melawan rasa malas, mengurangi waktu untuk bermain, mengurangi waktu istirahat, menjaga konsentrasi, dan selalu siap untuk berjuang menyelesaikan tugas akhir.

Penulis menyadari terdapat kekurangan dalam laporan tugas akhir ini dan tidak luput dari kesalahan dan keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun untuk kemajuan penulis dan kelengkapan laporan ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 18 Oktober 2023

Penulis,



Satria Dwi Nugraha

ABSTRAK

Keberadaan mikroplastik di lingkungan telah menjadi isu global, dimana pada tahun 2030 produksi mikroplastik diprediksi dapat mencapai 53 juta ton/tahun. Sungai menjadi area dengan potensi kelimpahan mikroplastik yang tinggi. Hal ini dikarenakan sungai menjadi tempat muara limpasan air beserta *road dust* dan menjadi gerbang utama masuknya sampah plastik domestik. Jalan *Ringroad* Yogyakarta adalah jalan arteri dengan kondisi lalu lintas yang ramai, dan dikelilingi oleh 5 sungai kecil yang menampung limpasan air hujan beserta *road dust*. Kelima sungai tersebut adalah Sungai Code, Tambakbayan, Gajahwong, Semerangan dan Bedog. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi kelimpahan mikroplastik di sampel air dan sedimen dari sungai sekitar area jalan *Ringroad* Yogyakarta, berdasarkan jumlah, bentuk, warna dan jenis polimer. Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan modifikasi dari metode *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), mencakup pengeringan, *Wet Peroxide Oxidation* (WPO), observasi mikroskopis, dan Spektrofotometri FT-IR untuk mengidentifikasi senyawa polimer mikroplastik dengan pembacaan pada rentang panjang gelombang $400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah kelimpahan mikroplastik pada sampel air dan sedimen masing-masing adalah sebesar 281 partikel/ml dan 649 partikel/gram. Jika ditinjau dari karakteristik bentuk dan warna, akumulasi mikroplastik yang dominan adalah berbentuk fragmen berwarna cokelat dan hitam. Sedangkan jenis polimer yang teridentifikasi antara lain Polystyrene (PS), Polycarbonate (PC), dan Polypropylene (PP). Hasil tersebut menunjukkan bahwa perairan sekitar *Ringroad* Yogyakarta telah terakumulasi partikel mikroplastik yang berpotensi dapat membahayakan ekosistem sungai.

Kata Kunci: Mikroplastik, Debu Jalan, Sungai, Spektrofotometri FT-IR, *Ringroad* Yogyakarta, Polimer.

ABSTRACT

The presence of microplastics in the environment has become a global issue. In 2030, microplastic production is predicted to reach 53 million tons per year. Rivers are becoming areas with a high potential for microplastic abundance. This is because the river serves as a drainage outlet for water runoff along with road dust. The river also acts as the main gateway for the entry of domestic plastic waste. The Ringroad of Yogyakarta is an arterial road with heavy traffic, surrounded by five small rivers that collect rainwater runoff along with road dust. The five rivers are the Code River, Tambakbayan, Gajahwong, Semerangan, and Bedog. The aim of this research is to identify the abundance of microplastics in water and sediment samples from rivers around the Ringroad area of Yogyakarta, based on quantity, shape, color, and type of polymer. The method used in this research is a modification of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) method, which includes drying, Wet Peroxide Oxidation (WPO), microscopic observation, and FT-IR Spectrophotometry to identify microplastic polymer compounds with readings in the wavelength range of $400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$. The research results show that the abundance of microplastics in water and sediment samples is 281 particles/ml and 649 particles/gram, respectively. The identification of the shapes and colors of the observed microplastics revealed that they are in the form of brown and black fragments. The types of polymers identified include Polystyrene (PS), Polycarbonate (PC), and Polypropylene. (PP). The results indicate that the waters around the Ringroad Yogyakarta have accumulated microplastic particles that could potentially harm the river ecosystem.

Keywords: *Microplastics, Road Dust, Rivers, FT-IR Spectrophotometry, Yogyakarta Ring Road, Polymers.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Mikroplastik	4
2.2 Kelimpahan Mikroplastik di Sedimen Sungai	5
2.2.1 Mikroplastik dari <i>Road Dust</i> yang Terdispersi di dalam Sedimen Sungai	5
2.2.2 Sumber Utama Mikroplastik di Sedimen Sungai.....	7
2.3 Kelimpahan Mikroplastik di Badan Air (Sungai)	8
2.3.1 Mikroplastik dari <i>Road Dust</i> yang Terdispersi di dalam Badan Air Sungai	8
2.3.2 Sumber Utama Mikroplastik di Badan Air Sungai	8
2.4 Spektrofotometri FT-IR.....	9
2.5 <i>Runoff</i> (Aliran Permukaan)	12
2.6 Dampak Akumulasi Mikroplastik di Lingkungan.....	14
2.7 Penelitian Terdahulu.....	15

BAB III.....	19
METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Lokasi Penelitian.....	19
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	27
3.3 Jenis Penelitian.....	28
3.4 Alat dan Bahan	28
3.5 Pengambilan Sampel.....	29
3.6 Analisis Laboratorium.....	30
3.6.1 Pengeringan Sampel.....	32
3.6.2 WPO (<i>Wet Peroxide Oxidation</i>)	33
3.6.3 <i>Density Separation</i>	34
3.6.4 Penyaringan (Filtrasi).....	34
3.7 Analisis Sampel.....	35
3.7.1 Mikroskop	35
3.7.2 Spektrofotometri FT-IR.....	35
3.8 Analisis Data	36
3.8.1 Analisis Data Pengamatan Mikroskop	36
3.8.2 Analisis Data FT-IR.....	36
BAB IV	37
HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jumlah.....	37
4.2 Identifikasi Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Jenis	39
4.3 Identifikasi Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Warna	43
4.4 Identifikasi Mikroplasti dengan Spektrofotometri FT-IR	47
4.5 Pembahasan.....	54
4.5.1 Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jumlah	54
4.5.2 Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Jenis	58
4.5.3 Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Warna.....	63
4.6 Rekomendasi Pengelolaan Lingkungan	67
BAB V.....	69
KESIMPULAN DAN SARAN.....	69

5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Jenis dan Warnanya.....	4
Tabel 2. 2 Penentuan Jenis Polimer Berdasarkan Nilai Puncak Gelombang FT-IR	10
Tabel 2. 3 Koefisien <i>Runoff</i>	15
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu.....	15
Tabel 3. 1 Detail Lokasi Sampling.....	20
Tabel 3. 2 Lokasi Pengambilan Sampel	22
Tabel 4. 1 Pendugaan Jenis Polimer Mikroplastik pada Sampel Air	50
Tabel 4. 2 Pendugaan Jenis Polimer Mikroplastik pada Sampel Sedimen	51
Tabel 4. 3 Penggunaan Polimer.....	52
Tabel 4. 4 Jenis Polimer yang Dominan ditemukan dan Densitas Mikroplastik ..	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen dan Sampel Air di Sepanjang Jalan Ringroad Yogyakarta	20
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 3. 3 Proses Pengambilan (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen.....	29
Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengujian Sampel Sedimen.....	31
Gambar 3. 5 Diagram Alir Pengujian Sampel Air.....	32
Gambar 3. 6 Proses Pengeringan Sampel (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen	33
Gambar 3. 7 Proses WPO (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen.....	33
Gambar 3. 8 Proses Density Separation	34
Gambar 3. 9 Penyaringan (a) Proses Penyaringan dan (b) Hasil Penyaringan	35
Gambar 4. 1 Kelimpahan Mikroplastik Sampel Air Pada Badan Air Sekitar Ringroad Yogyakarta Pada Tiap Titik Sampel	38
Gambar 4. 2 Kelimpahan Mikroplastik Sampel Sedimen Pada Badan Air Sekitar Ringroad Yogyakarta Pada Tiap Titik Sampel	38
Gambar 4. 3 Jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel air dan sedimen: (a) Fiber, (b) Film, (c) Pellet, (d) Fragment, (e) Foam	41
Gambar 4. 4 Presentase Mikroplastik Berdasarkan Jenis (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen.....	42
Gambar 4. 5 Jumlah Jenis Mikroplastik Pada Setiap Titik Sampling (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen	43
Gambar 4. 6 Warna Mikroplastik yang ditemukan pada sampel uji (a) Hitam, (b) Transparan, (c) Hijau, (d) Biru, (e) Merah, dan (f) Coklat	44
Gambar 4. 7 Presentase Mikroplastik Berdasarkan Warna (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen.....	46
Gambar 4. 8 Jumlah Warna Mikroplastik di Setiap Titik Pengambilan Sampel (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen	47
Gambar 4. 9 Hasil Uji FT-IR Pada Sampel Air di Badan Air Sekitar Ringroad Yogyakarta (a) Titik 1, (b) Titik 2, (c) Titik 3, (d) Titik 4, (e) Titik 6	48

Gambar 4. 10 Hasil Uji FT-IR Pada Sampel Sedimen di Badan Air Sekitar Ringroad Yogyakarta (a) Titik 1, (b) Titik 2, (c) Titik 3, (d) Titik 4, (e) Titik 6	49
Gambar 4. 11 Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Sungai	55
Gambar 4. 12 Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Sungai.....	57
Gambar 4. 13 Perbandingan Jenis Mikroplastik Pada Sampel Sedimen	61
Gambar 4. 14 Perbandingan Jenis Mikroplastik Pada Sampel Air	61
Gambar 4. 15 Perbandingan Warna Mikroplastik Pada Sampel Sedimen	66
Gambar 4. 16 Perbandingan Warna Mikroplastik Pada Sampel Air	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelimpahan mikroplastik yang terakumulasi di lingkungan telah menjadi isu global, dimana pada tahun 2030 jumlah mikroplastik yang dihasilkan diprediksi dapat mencapai 53 juta ton/tahun. Mikroplastik dari debu jalan raya (*road dust*) diketahui menyumbang 42% dari total akumulasi mikroplastik di lingkungan (Myszka dkk., 2021). Hal ini dikarenakan polutan mikroplastik dalam debu jalan raya mudah terdispersi ke perairan, lahan basah, maupun area lain melalui perantara angin dan limpasan air hujan. Komposisi debu jalan raya diketahui bukan hanya mengandung agregat pasir, tanah dan batu, melainkan juga ditemukan kandungan mikroplastik yang dihasilkan dari abrasi ban kendaraan bermotor dan hasil fragmentasi sampah plastik. Sungai menjadi salah satu lokasi dengan potensi kelimpahan mikroplastik yang tinggi, karena perairan ini umumnya menjadi gerbang awal masuknya sampah plastik dan menjadi tempat muara limpasan air hujan dari jalan raya. Akumulasi mikroplastik di perairan sungai tentunya memiliki dampak yang buruk bagi fungsi ekologi dan berpotensi dapat menimbulkan masalah kesehatan pada makhluk hidup karena partikel mikroplastik dapat dengan mudah memasuki jaringan tubuh dan mempengaruhi fungsi fisiologis tubuh.

Jalan *Ringroad* Yogyakarta merupakan jalan arteri yang mengelilingi wilayah Yogyakarta dengan 6 ruas jalan yang terhubung langsung dengan jalan ini. Jalan *Ringroad* Yogyakarta terkenal dengan lalu lintas yang ramai, sehingga potensi akumulasi partikel mikroplastik dalam *road dust* diprediksi cukup tinggi. Area di sekitar ringroad Yogyakarta diketahui banyak ditemukan sungai-sungai kecil yang menjadi tempat bermuara saluran drainase dan limpasan air hujan seperti Sungai Code, Tambakbayan, Semerangan, Gajahwong dan Bedog. Kelima sungai ini diketahui memiliki permasalahan yang serupa, yaitu banyak ditemukan sampah plastik domestik. Penelitian yang dilakukan oleh Utami dkk (2021) dapat diketahui bahwa kelimpahan mikroplastik di area sedimen Sungai Code dan Gajahwong masing-masing adalah sebesar 758 partikel/kg dan 682 partikel/kg. Pernyataan ini

memperkuat bahwa kelima sungai tersebut memiliki potensi terdapat akumulasi partikel mikroplastik di dalam air sekaligus sedimen, dimana sumber utama polutan tersebut dapat berasal dari cemaran sampah plastik domestik dan debu jalan raya.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, penulis tertarik untuk mengidentifikasi kelimpahan mikroplastik di sungai yang berada di sekitar ringroad Yogyakarta. Hal ini dikarenakan sungai-sungai ini memiliki fungsi vital bagi masyarakat dan makhluk hidup didalamnya. Adapun proses identifikasi mikroplastik didasarkan pada nilai kelimpahan dan karakteristik warna dan bentuk serta jenis polimer mikroplastik. Proses identifikasi ini penting dilakukan untuk mengetahui bagaimana kualitas air jika ditinjau dari akumulasi mikroplastik dari sampel air dan sedimen, sehingga hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan sampah plastik di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan diangkat pada penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana nilai kelimpahan atau jumlah mikroplastik pada sedimen dan air sungai yang berada disepanjang Jalan *Ringroad* Yogyakarta?
2. Bagaimana karakteristik mikroplastik (warna, jenis, dan bentuk) yang dihasilkan pada sedimen dan air sungai yang berada disepanjang Jalan *Ringroad* Yogyakarta?
3. Apa saja jenis polimer plastik yang teridentifikasi dari mikroplastik yang dihasilkan pada sedimen dan air sungai yang berada disepanjang Jalan *Ringroad* Yogyakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui nilai kelimpahan atau jumlah mikroplastik pada sedimen dan air sungai yang berada disepanjang Jalan *Ringroad* Yogyakarta.
2. Mengetahui karakteristik mikroplastik (warna, jenis, bentuk, dan ukuran) yang dihasilkan pada sedimen dan air sungai yang berada di sepanjang Jalan *Ringroad* Yogyakarta.

3. Mengetahui jenis polimer plastik yang teridentifikasi dari mikroplastik yang dihasilkan pada sedimen dan air sungai yang berada disepanjang jalan *Ringroad* Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait dengan kelimpahan atau jumlah mikroplastik beserta karakteristik yang mencakup tipe, bentuk, warna, ukuran dari mikroplastik dan jenis polimer plastik yang teridentifikasi dari sampel sedimen dan air sungai yang berada di sepanjang Jalan *Ringroad* Yogyakarta, sehingga penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi atau acuan dalam pengelolaan sampah plastik.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di sepanjang badan air *Ringroad* Yogyakarta.
2. Sampel pengujian mikroplastik adalah sedimen dan air sungai sepanjang *Ringroad* Yogyakarta.
3. Pengambilan sampel dilakukan dalam 1 hari di 6 titik sampling pada tanggal 16 Mei 2024.
4. Penelitian ini membahas tentang karakteristik mikroplastik meliputi jumlah, jenis, dan warna mikroplastik pada sedimen dan air menggunakan metode *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) dengan modifikasi.
5. Pengecekan visual menggunakan mikroskop.
6. Identifikasi karakteristik senyawa kimia mikroplastik menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroplastik

Mikroplastik merupakan partikel yang dihasilkan oleh proses degradasi (pemecahan) polimer plastik menjadi partikel-partikel kecil berukuran <5 mm. Mikroplastik termasuk kedalam polutan persisten, yang mana hingga saat ini keberadaannya telah terakumulasi di udara, tanah dan badan air (Kang dkk., 2022). Mikroplastik dianggap sebagai polutan persisten karena keberadaan partikel ini akan sangat sulit untuk dihilangkan dari area yang terakumulasi (Ayuningtyas, 2019). Proses degradasi plastik menjadi mikroplastik terjadi karena adanya pengaruh eksternal seperti paparan sinar matahari (fotodegradasi) yang terjadi dalam jangka waktu yang lama. Akibat dari paparan tersebut, plastik akan terfragmentasi menjadi partikel-partikel kecil berukuran mikrometer atau bahkan nanometer. Mikroplastik yang terbentuk melalui proses fotodegradasi di perairan dapat mengendap lalu membentuk sedimen di dasar air atau juga dapat membentuk suspensi yang mudah terdistribusi ke seluruh bagian perairan (Marliantari, 2022).

Adapun karakteristik mikroplastik jika ditinjau dari bentuk (jenis) dan warna partikel dapat dilihat pada tabel tersebut:

Tabel 2. 1 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Jenis dan Warnanya

Karakteristik	Klasifikasi	Deskripsi
Jenis	Fiber	Partikel mikroplastik yang memiliki bentuk memanjang, berasal dari sumber sekunder seperti serat sintesis dan terbentuk melalui fragmentasi.
	Fragmen	Partikel mikroplastik yang berbentuk serpihan, bertekstur cukup keras dan biasanya berasal dari sumber sekunder seperti pecahan plastik yang tebal
	Pellet	Partikel ini tergolong ke dalam sumber primer yang dihasilkan oleh industri, dan terakumulasi di lingkungan. Partikel ini biasa digunakan sebagai bahan baku industri plastik
	Film	Partikel ini memiliki bentuk menyerupai filamen yang berasal dari sumber sekunder,

		memiliki densitas rendah dan terbentuk dari fragmentasi plastik kemasan
	Foam	Partikel ini berbentuk lonjong berongga dan tampak bervolume. Mikroplastik jenis foam ini biasanya berasal dari styrofoam yang biasa digunakan dalam aktivitas manusia, misalnya pada kemasan gelas mie instan, wadah makanan, dan juga sering digunakan pada kemasan peralatan rumah tangga.
Warna	Biru	Warna biru mengindikasikan, partikel mikroplastik berpotensi mengandung pewarna sintetis yang berbahaya bagi lingkungan
	Hitam	Mikroplastik berwarna hitam mengindikasikan bahwa partikel ini dapat berasal dari hasil abrasi ban kendaraan bermotor atau juga dapat berasal dari materi bangunan. Oleh karena itu mikroplastik berwarna hitam sering terakumulasi pada <i>road dust</i> (debu jalan raya).
	Merah	Warna merah mengindikasikan partikel mikroplastik dapat berasal dari warna sintetis atau hasil antropogenik.
	Bening (Transparan)	Warna bening atau transparan mengindikasikan partikel mikroplastik menerima <i>fotoleaching</i> atau paparan sinar UV dalam periode waktu yang cukup lama, partikel mikroplastik dengan warna transparan juga dapat mengindikasikan bahwa partikel ini berasal dari polimer seperti kantong plastik transparan maupun plastik sekali pakai.

Sumber: Dimodifikasi dari Azizy dkk. (2022) dan Pradiptaadi and Fallahian (2022)

2.2 Kelimpahan Mikroplastik di Sedimen Sungai

2.2.1 Mikroplastik dari *Road Dust* yang Terdispersi di dalam Sedimen Sungai

Sedimen adalah area di dasar perairan yang memiliki kelimpahan mikroplastik cukup tinggi. Mikroplastik yang terkandung dalam sedimen (dasar air) dapat berasal dari limbah mikroplastik yang terkandung dalam *road dust* (debu jalan raya) yang terdispersi melalui air hujan. Menurut Kang dkk (2022), 90-95% mikroplastik yang terakumulasi di area jalan raya (*road dust*) secara otomatis akan

berpindah tempat ke area lain jika tersapu oleh air hujan. Limpasan air hujan yang membawa partikel mikroplastik dari *road dust* ini pada akhirnya akan mengendap di tanah, sedimen sungai atau bahkan dasar lautan. Jika partikel mikroplastik ini telah memasuki bagian sedimen, maka 90% proses penanggulangan cemaran mikroplastik dari *road dust* akan semakin sulit dilakukan. Hal ini dikarenakan mikroplastik yang bersumber dari *road dust* diketahui memiliki ukuran $<400\text{ }\mu\text{m}$, bahkan terkadang ditemukan partikel dengan ukuran $<100\text{ }\mu\text{m}$. Semakin kecil ukuran mikroplastik yang dihasilkan, maka semakin besar potensi dampak kesehatan yang mungkin ditimbulkan dari akumulasi mikroplastik dari *road dust*. Mikroplastik yang berasal dari *road dust* umumnya memiliki karakteristik berwarna hitam atau sering disebut sebagai *black particle*, dan dapat berbentuk memanjang, bulat atau tidak beraturan. Warna hitam pada partikel mikroplastik yang bersumber dari *road dust* diidentifikasi sebagai komponen ban yang terabrasi menjadi partikel mikroplastik (*black particles*). Partikel ini diketahui mengandung material karet sebagai materi utama dengan persentase 40-45%, materi tambahan (karbon hitam, silika dan kapur) dengan persentase 30-35% serta material lain (sulfur dan zinc oxide) dengan persentase 2-5%.

Mikroplastik dari *road dust* (debu jalan raya) dapat terdispersi ke lingkungan saat mengenai air hujan (melalui presipitasi) dan ikut terbawa oleh limpasan air. Penyebaran mikroplastik dari *road dust* oleh air hujan bergantung pada ada atau tidaknya sistem saluran air atau drainase di sepanjang jalan raya. Umumnya di kota-kota besar yang memiliki saluran air, partikel mikroplastik akan terakumulasi di saluran air tersebut. Sedangkan pada area yang tidak memiliki saluran air, mikroplastik dari *road dust* akan terbawa oleh limpasan air dan berakhir terakumulasi di parit, lahan basah atau bahkan di perairan yang terletak tidak jauh dari jalan raya. Di area ini, jumlah partikel mikroplastik dari *road dust* lebih banyak ditemukan dalam fase sedimen jika dibandingkan dengan jumlah mikroplastik yang ditemukan di perairan. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya partikel karet karbon (15-38%) yang ditemukan di sedimen tersebut. Kondisi ini menunjukkan bahwa mikroplastik dari *road dust* yang ikut terbawa limpasan air, akan tersuspensi dalam badan air hingga akhirnya mengendap dan membentuk sedimen di dasar perairan.

Namun banyaknya mikroplastik di dalam sedimen diketahui dipengaruhi topografi, iklim dan jarak perairan dari jalan raya (Miera-Dominguez dkk., 2024).

2.2.2 Sumber Utama Mikroplastik di Sedimen Sungai

Sumber akumulasi mikroplastik di dalam sedimen selain dari *road dust*, juga dapat berasal dari hasil degradasi sampah plastik yang berada di badan air yang kemudian mengendap di dasar air. Perairan sungai umumnya banyak ditemukan cemaran sampah plastik yang kemudian terdegradasi secara fisik oleh paparan sinar matahari dalam periode waktu yang lama. Partikel mikroplastik yang terbentuk dapat mengendap dan membentuk sedimen di dasar perairan atau juga membentuk suspensi di dalam air. Mikroplastik dengan ukuran sangat kecil (<50%) akan mengendap di dalam sedimen dengan cara membentuk ikatan biofilm yang akan menarik komponen lain dan membentuk agregat yang lebih besar, sehingga partikel tersebut dapat tenggelam di dalam dasar perairan. Mikroplastik yang ditemukan di dalam sedimen perairan sungai berasal dari polimer sampah plastik domestik seperti botol plastik, kemasan plastik yang telah mengalami proses degradasi. Oleh karena itu kelimpahan mikroplastik di dalam sedimen terbilang cukup tinggi, sehingga hasil identifikasi mikroplastik yang bersumber dari sedimen umumnya dapat berbentuk fragmen, film, fiber, maupun foam. Hal ini dikarenakan partikel mikroplastik yang berada di sedimen berasal dari jenis polimer yang bervariasi, bergantung pada cemaran sampah plastik yang ditemukan di perairan tersebut (Utami dkk., 2021).

Pernyataan di atas sesuai dengan pendapat Wilyalodia dkk (2023) bahwa mikroplastik umumnya lebih banyak ditemukan di area perairan dengan kelimpahan yang cukup besar jika dibandingkan dengan area daratan. Namun di dalam badan air sendiri, keberadaan mikroplastik lebih banyak terakumulasi di bagian sedimen (dasar perairan). Hal ini dikarenakan, ketika sampah plastik memasuki badan air dan mengalami proses fragmentasi dalam periode waktu yang cukup lama hingga membentuk partikel lebih kecil yang disebut mikroplastik. Partikel mikroplastik ini kemudian tersuspensi dan membentuk agregat dengan komponen lain seperti materi organik hingga mikroorganisme, dan membuat massa

partikel menjadi lebih berat hingga akhirnya partikel ini akan mengendap di dasar perairan (sedimen). Selain itu akumulasi mikroplastik di dalam sedimen juga disebabkan oleh adanya tarikan gaya gravitasi. Hal ini disebabkan karena partikel mikroplastik memiliki kepadatan (densitas) yang melebihi air, sehingga partikel ini akan terpisah dari suspensi dan turun lalu terakumulasi di dalam sedimen.

2.3 Kelimpahan Mikroplastik di Badan Air (Sungai)

2.3.1 Mikroplastik dari *Road Dust* yang Terdispersi di dalam Badan Air Sungai

Akumulasi partikel mikroplastik yang bersumber dari *road dust* di badan air sungai, meskipun diketahui bukan sumber yang dominan, akan tetapi partikel ini dapat terdispersi dan ditemukan di area perairan sungai melalui limpasan air hujan. Hal ini dikarenakan mikroplastik yang bersumber dari *road dust* termasuk dalam *non-point pollutant*, yaitu jenis polutan yang keberadaannya sulit untuk dikendalikan, karena partikel ini amat sangat mudah terdispersi (menyebar) melalui air hujan, angin, dan salju. Mikroplastik dari *road dust* yang terbawa air hujan berpotensi dapat bermuara di perairan sungai, dimana karakteristik utama dari jenis mikroplastik dari *road dust* diidentifikasi sebagai partikel hitam (*black particle*) yang terbentuk dari material ban dan bitumen. Meskipun terdapat peluang ditemukannya akumulasi mikroplastik dari *road dust* yang menyumbang kelimpahan mikroplastik di badan air sungai, akan tetapi sumber mikroplastik di air sungai lebih dominan berasal dari hasil fragmentasi sampah plastik domestik yang ditemukan di sekitar area badan air. Maka tidak mengherankan jika kelimpahan mikroplastik dari *road dust* lebih banyak ditemukan pada air hujan, jika dibandingkan dengan air sungai.

2.3.2 Sumber Utama Mikroplastik di Badan Air Sungai

Sungai menjadi gerbang utama masuknya sampah plastik di perairan, hal ini dikarenakan sungai sering digunakan sebagai tempat pembuangan akhir limbah industri dan limbah domestik yang diketahui mengandung banyak cemaran sampah plastik. Oleh karena itu beberapa sungai di Indonesia termasuk ke dalam 20 sungai dengan cemaran sampah plastik paling banyak di dunia. Sampah plastik yang terpapar sinar matahari dalam jangka waktu yang lama akan terfragmentasi dan

terpecah menjadi partikel berukuran mikron hingga nanometer atau yang sering dikenal sebagai mikroplastik. Keberadaan mikroplastik yang telah terakumulasi di perairan atau sungai tidak hanya berada di permukaan air saja, melainkan dapat terdistribusi hingga dasar sungai. Hal ini dipengaruhi oleh potensi agregasi, densitas air sungai, faktor biotik dan abiotik serta muatan permukaan. Partikel mikroplastik yang dapat terdistribusi ke seluruh area perairan memiliki dampak buruk bagi ekosistem dan lingkungan, hal ini dikarenakan partikel ini bersifat persisten dan mampu menyerap polutan beracun. Proses identifikasi dan analisa kelimpahan mikroplastik di perairan diketahui dapat membantu memahami laju distribusi mikroplastik di kawasan perairan (Pradiptaadi & Fallahian, 2022).

Sumber utama partikel mikroplastik yang terakumulasi di sungai, baik yang ditemukan di dalam badan air air umumnya berasal dari sampah plastik domestik yang terfragmentasi. Sampah-sampah ini dapat berasal dari limbah rumah tangga dan limbah industri yang tidak melalui proses pengolahan limbah, dan dibuang di area sungai. Adapun contoh sampah plastik yang sering ditemukan di area sungai dan menyumbang akumulasi partikel mikroplastik yaitu sampah plastik kemasan makanan, kemasan detergen, botol minuman, *styrofoam*, serat pakaian berbahan sintesis seperti polyester, nylon dan akrilik dan masih banyak lagi. Kurangnya sistem pengelolaan sampah dan masih minimnya kesadaran akan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan di area sungai dinilai masih menjadi salah satu faktor krusial mengapa persoalan cemaran sampah plastik hingga kini belum menemukan titik terang (Basri dkk., 2021). Pernyataan tersebut sejalan dengan pendapat Gutierrez-Rial dkk (2024) bahwa cemaran sampah plastik domestik yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga menyumbang paling banyak akumulasi partikel mikroplastik di perairan sungai. Hal ini dikarenakan sungai umumnya adalah lokasi yang sangat dekat dengan pemukiman, sehingga semua limbah yang dihasilkan baik dari kegiatan rumah tangga dan industri berpeluang besar akan dibuang di perairan sungai.

2.4 Spektrofotometri FT-IR

Spektrofotometri FT-IR telah terbukti dapat mendeteksi jumlah mikroplastik dan berbagai polimer sintesis dalam sampel. Instrumen ini menawarkan efektivitas

biaya, keandalan, dan kenyamanan pengguna, sehingga teknik analisis sampel menggunakan spektrofotometri FT-IR adalah teknik yang paling umum digunakan untuk mengidentifikasi polimer dari mikroplastik (Pungut dkk., 2021). Prinsip kerja spektrofotometri FT-IR adalah menganalisis senyawa yang teridentifikasi dengan cara mengabsorpsi senyawa tersebut dengan sinar infra merah pada rentang panjang gelombang $400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$, kemudian dapat diidentifikasi gugus fungsinya (Lestari dkk., 2021). Penentuan karakteristik puncak FT-IR untuk berbagai jenis polimer plastik yang terdapat dalam *spectral library* dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2. 2 Penentuan Jenis Polimer Berdasarkan Nilai Puncak Gelombang FT-IR

No	Polymer	Characteristic Peaks (cm^{-1})	Assignment
1	High Density Polyethylene (HDPE)	2915 1845 1472 1462 730 717	C-H stretching C-H stretching CH ₂ bending CH ₂ bending CH ₂ rocking CH ₂ rocking
2	Low Density Polyethylene (LDPE)	2915 2845 1467 1462 1377 730 717	C-H stretching C-H stretching CH ₂ bending CH ₂ bending CH ₂ rocking CH ₂ rocking
3	Polyethylene Terephthalate (PET)	1713 1241 1094 720	C=O stretching C-O stretching C-O stretching Aromatic CH out-of-plane bending
4	Polypropylene (PP)	2950 2915 2838 1455 1377	C-H stretching C-H stretching C-H stretching CH ₂ bending CH ₂ bending

		1166	CH2 bending, CH3 rocking, C-C
		997	stretching CH3 rocking, CH3
		972	bending, CH bending CH3 rocking, C-C
		840	stretching CH2 rocking, C- CH3 stretching
		808	stretching CH2 rocking, C-C stretching, C- CH stretching
5	Polystyrene (PS)	3024 2847 1601 1492 1451 1027 694 537	Aromatic C-H stretching C-H stretching Aromatic ring stretching Aromatic ring stretching CH2 bending Aromatic CH bending Aromatic CH out-of-plane bending Aromatic ring out-of-plane bending
6	Polycarbonate (PC)	2966 1768 1503 1409 1364 1186 1158 1013	CH stretching C=O stretching Aromatic ring stretching Aromatic ring stretching CH3 bending C-O stretching C-O stretching

		828	Aromatic CH inplane bending Aromatic CH out-of-plane bending
7	Polytetrafluorethylene (PTFE)	1201 1147 638 554 509	CF2 stretching CF2 stretching C-C-F bending CF2 stretching CF2 stretching
8	Nylon (all polyamides)	3298 2932 2858 1634 1538 1464 1372 1274 1199 687	N-H stretching CH stretching CH stretching C=O stretching NH bending, C-N stretching CH2 bending CH2 bending NH bending, C-N stretching stretching CH2 bending NH bending, C=O bending

Sumber: Veerasingam dkk. (2021)

2.5 *Runoff* (Aliran Permukaan)

Limpasan permukaan atau yang biasa dikenal sebagai *runoff* merupakan air hujan yang terkumpul di atas atau menggenangi permukaan jalanan dan tanah kemudian mengalir menuju badan air lebih besar (sungai, laut dan danau). *Runoff* hanya terjadi apabila tanah telah melebihi kemampuannya dalam menginfiltasikan air ke dalam tanah, sehingga menciptakan kondisi jenuh. Akibatnya air permukaan akan mengalir sesuai dengan kontur tanah dan secara otomatis akan mengisi cekungan, parit, lahan hingga badan air di sekitarnya. Syarat terjadinya *runoff* adalah permukaan yang *impermeable* seperti jalanan beraspal, jalan beton, keramik dan tanah yang jenuh air, sehingga ketika air menyentuh permukaan tersebut maka tidak terjadi infiltrasi yang optimal. Oleh karena itu air permukaan (limpasan air

hujan) hanya akan melalui area tersebut hingga akhirnya mengalir ke area lebih rendah seperti badan air. *Runoff* pada dasarnya merupakan faktor penentu yang digunakan untuk menentukan kondisi area badan air terutama sungai (kawasan DAS) apakah masih dalam kondisi baik atau tidak. Pada prinsipnya *runoff* merupakan rasio atau perbandingan dari nilai aliran permukaan (limpasan) terhadap curah hujan, dimana nilai limpasan berbanding lurus dengan nilai *runoff*, sehingga semakin besar nilai limpasan maka nilai *runoff* juga semakin besar (Yulianto, 2022). Menurut Rohyanti dkk. (2015) besarnya nilai *runoff*, berbanding lurus dengan besarnya kerusakan dari potensi terjadinya erosi. Besarnya nilai *runoff* juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tutupan vegetasi, curah hujan, keberadaan bangunan penyimpan air dsb. *Runoff* juga diketahui dapat mengangkut partikel-partikel yang berada di atas permukaan jalan atau tanah termasuk konstituen tanah (batu, pasir, kerikil), sampah organik (kayu, dedaunan), sampah plastik, dan material-material lainnya.

Tabel 2.3 Koefisien *Runoff*

Tipe Daerah Aliran		Nilai Koefisien (C)
Halaman	Tanah berpasir, datar 2%	0,05-0,10
	Tanah berpasir, rata-rata 2-7%	0,10-0,15
	Tanah berpasir, curam 7%	0,15-0,20
	Tanah berat, datar 2%	0,20-0,25
	Tanah berat, rata-rata 2-7%	0,25-0,30
	Tanah berat, curam 7%	0,30-0,35
Bisnis	Perkotaan	0,70-0,95
	Pinggiran	0,50-0,70
Perumahan	Rumah tunggal	0,30-0,50
	Multiunit, terpisah	0,40-0,60
	Multiunit, tergabung	0,60-0,75
	Perkampungan	0,25-0,40
	Apartemen	0,50-0,70
Industri	Ringan	0,50-0,80
	Berat	0,60-0,90
Jalan Raya	Aspal dan beton	0,70-0,95
	Batu bata, paving	0,50-0,70
Hutan	Datar, 0-5%	0,10-0,40
	Bergelombang, 5-10%	0,25-0,50
	Berbukit, 10-30%	0,30-0,60
Atap		0,75-0,95
Taman, perkuburan		0,10-0,25

Tempat bermain	0,20-0,35
Halaman kereta api	0,10-0,35

Sumber: Suherman dan Firmansyah (2017)

2.6 Dampak Akumulasi Mikroplastik di Lingkungan

Akumulasi mikroplastik di lingkungan secara ekologis dapat berdampak langsung pada kehidupan makhluk hidup di habitatnya. Hal ini dikarenakan mikroplastik dapat memasuki tubuh makhluk hidup melalui sistem respirasi dan sistem pencernaan. Ada banyak penelitian yang menunjukkan bahwa kelompok hewan Annelida, Crustacea, Makrobentos, Zooplankton, ikan-ikan kecil hingga besar telah terakumulasi mikroplastik di dalam jaringan tubuhnya. Hewan-hewan tersebut mengenali partikel mikroplastik sebagai makanan mereka, hal ini terjadi karena mikroplastik telah membentuk agregat dengan mikroba dan bahan organik lain yang pada dasarnya menjadi sumber makanan hewan-hewan tersebut. Akumulasi mikroplastik di dalam tubuh bertahan selama 14 hari didalam pencernaan, periode tersebut tentunya lebih lama dibandingkan dengan proses pencernaan normal yaitu selama 2 hari. Mikroplastik yang telah memasuki tubuh akan sulit untuk mengeliminasi seluruh partikel tersebut dari tubuh organisme. Oleh karena itu hewan-hewan kecil yang telah terkontaminasi mikroplastik, jika dikonsumsi oleh hewan predator maka akan terjadi perpindahan partikel mikroplastik ke hewan predator. Kondisi inilah yang diketahui sebagai salah satu dampak signifikan dari akumulasi mikroplastik di lingkungan, yaitu menjadi rantai makanan (*food chain*) (Dewi, 2022).

2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut pada Tabel 2.3 adalah penelitian terdahulu yang telah menguji kandungan mikroplastik pada badan air.

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

Lokasi Penelitian	Karakteristik Mikroplastik				Hasil	Referensi
	Tipe/Jenis	Warna	Tipe Polimer	Kelimpahan Mikroplastik		
Sungai Gajahwong	Fragment dan fiber	Biru, hijau dan transparan	PET (Polyethylene Terephthalate), PS (Polystyrene)	30 – 150 partikel/kg sedimen	Kelimpahan mikroplastik di Sungai Gajahwong didominasi oleh jenis fragment dan fiber.	(Wirendra, 2022)
Perairan Banyuurip Gresik, Provinsi Jawa Timur	Fragmen, fiber dan film	Cokelat, kuning	PET (Polyethylene Terephthalate), PS (Polystyrene),	$57,11 \times 10^2$ partikel/m ³	Kelimpahan mikroplastik di ekosistem mangrove didominasi oleh jenis fiber, film dan fragmen yang dihasilkan oleh polimer plastik hasil kegiatan antropogenik masyarakat	(Ayuningtyas, 2019)
Sungai Opak	Fiber, foam, film, pellet dan fragmen,	Hitam, coklat, transparan,	PET (Polyethylene Terephthalate), PS (Polystyrene),	48 – 154 partikel/50g sedimen kering	Mikroplastik ditemukan dalam jumlah signifikan di sedimen Sungai	(Kumalasari, 2023)

		hijau, dan merah	Nylon, LDPE (Low-Density Polyethylene) dan HDPE (High-Density Polyethylene)		Opak, dengan variasi tipe, warna, dan polimer. Keberadaan mikroplastik yang beragam menunjukkan bahwa aktivitas manusia di sekitar sungai mempengaruhi tingkat pencemaran mikroplastik.	
Sungai Gajah Wong, Yogyakarta	Fragment dan fiber	Biru, hijau dan transparan	PET (Polyethylene Terephthalate) dan PP (Polypropylene)	50 – 200 partikel/kg sedimen	Mikroplastik ditemukan dengan dominasi tipe fragmen dan fiber. Polyethylene dan polipropylene yang paling banyak ditemukan.	(Putro, 2021)
Dataran kering di Uni Emirat Arab (UEA), tepatnya di Jalan Al ‘Ain Abu Dhabi	Fiber, film, fragmen, tubular, <i>microbead</i>	Putih, hitam, merah, biru, hijau dan cokelat	PE (Polyethylene), PP (Polypropylene)	<i>Road dust</i> : 22 partikel/gr Tanah sepanjang jalan: 12,21 partikel/gr Sedimen 5,6 partikel/gr	Kelimpahan mikroplastik di dataran kering sepanjang jalan Al ‘Ain paling tinggi ditemukan di sampel <i>road dust</i> , diikuti dengan sampel tanah kemudian sedimen.	(Habib dkk., 2022)

					Hal ini dikarenakan lokasi pengambilan sampel merupakan area yang ramai mobilitas penduduk, sehingga mudah ditemukan partikel mikroplastik	
Sedimen Sungai Code, Winongo dan Gajahwong Di Yogyakarta	Fragmen	Warna transparan	HDPE (High-Density Polyethylene), polypropylene (PP), polystyrene (PS), polyethylene terephthalate (PET)	Sungai Code:758,07 partikel/kg Sungai Winongo: 467,24 partikel/kg Sungai Gajahwong: 682,13 partikeel/kg	Kelimpahan mikroplastik di lapisan sedimen sungai Code, Gajahwong dan Winongo mengindikasikan banyaknya cemaran mikroplastik yang berasal dari plimer sampah plastik yang dihasilkan oleh limbah domestik dan rumah tangga seperti sampah kemasan plastik makanan, botol minuman dan lain sebagainya.	(Utami dkk., 2021).

Air dan sedimen sungai ciliwung	Fragmen	Hitam	Polypropylene (PP), polyethylene (PE), and polystyrene (PS)	Sampel air: 530 partikel/l Sampel sedimen: 859 partikel/gram	Kelimpahan mikroplastik berasal dari fragmentasi sampah plastik & partikel hasil abrasi ban kendaraan yang terdispersi melalui air	(Wilyalodia dkk., 2023)
---------------------------------	---------	-------	---	---	--	-------------------------

Berdasarkan Tabel 2.4 dapat diketahui bahwa research gap dari penelitian ini adalah sampel yang diuji untuk mengetahui jumlah kelimpahan mikroplastik meliputi sampel sedimen dan sampel air pada badan air di sepanjang jalan Ringroad Yogyakarta. Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada 1 atau 2 sampel seperti hanya menguji sampel sedimen dan sampel air. Selain itu identifikasi mikroplastik dilakukan berdasarkan karakteristik bentuk dan warna dari partikel mikroplastik, kemudian dilakukan analisis jenis polimernya menggunakan alat FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy). Sedangkan beberapa penelitian di atas diketahui tidak dilakukan analisis lanjutan untuk mengetahui jenis polimer dari mikroplastik yang telah teridentifikasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

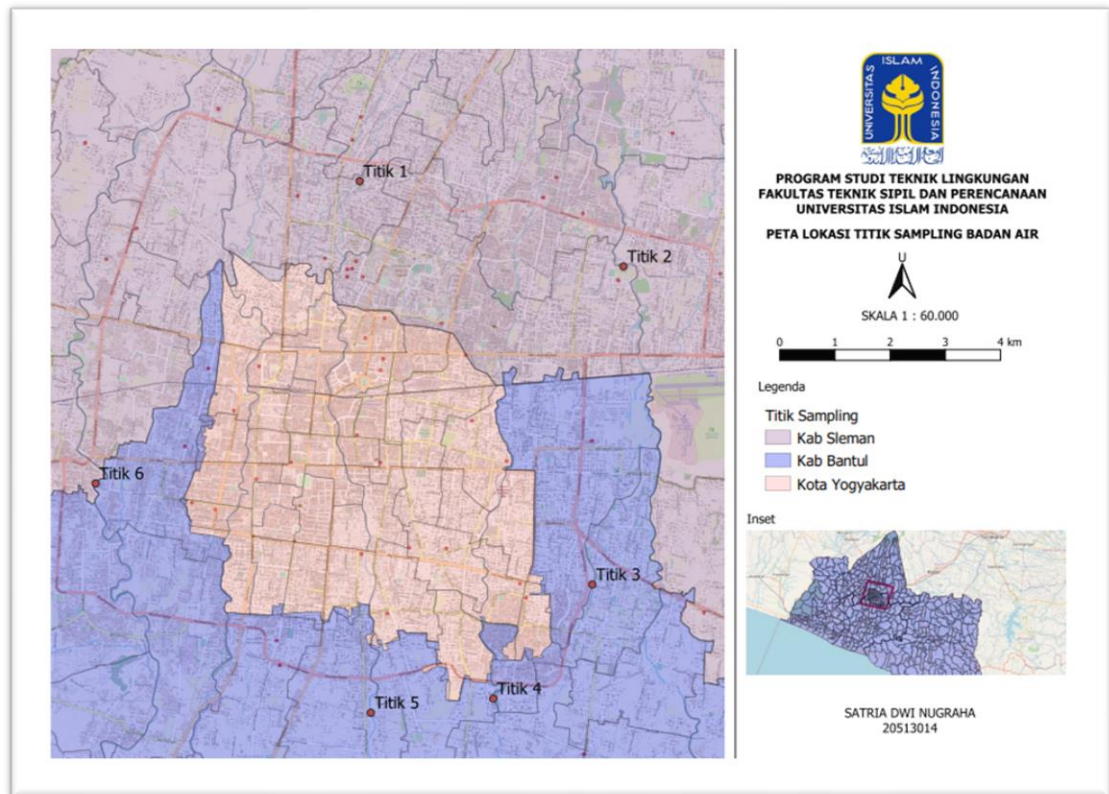
3.1 Lokasi Penelitian

Waktu untuk melakukan penelitian direncanakan berlangsung dalam rentang waktu 6 bulan, yang dimulai pada bulan Maret 2024 sampai dengan September 2024. Lokasi dari penelitian sampel bertempat di badan air sepanjang *Ringroad* Yogyakarta yaitu *Ringroad* Utara, *Ringroad* Selatan, *Ringroad* Barat, dan *Ringroad* Timur. Lokasi penelitian didasarkan pada hasil survey pendahuluan (survei awal) yang dilakukan pada Februari 2024. Survey pendahuluan dilakukan dengan tujuan untuk menentukan lokasi yang sesuai dengan kriteria justifikasi lokasi penelitian. Adapun kriteria lokasi yang dipilih berdasarkan aspek:

- a. Ditemukannya keberadaan cemaran sampah plastik dalam radius ± 10 meter di badan air.
- b. Lokasi perairan berada dekat dengan jalan ringroad Yogyakarta (maksimum jarak ± 500 meter).
- c. Tidak adanya naungan pepohonan, sehingga setiap lokasi perairan mendapatkan paparan sinar matahari yang sama. Hal ini dikarenakan paparan sinar matahari berperan besar dalam proses degradasi sampah plastik.

Berdasarkan hasil survey pendahuluan yang didasarkan pada kriteria di atas, didapatkan bahwa Sungai Code, Sungai Tambakbayan, Sungai Semerangan, Sungai Gajahwong, dan Sungai Bedog ditetapkan sebagai lokasi penelitian. Hal ini dikarenakan kelima sungai ini ditemukan akumulasi sampah plastik dalam berbagai bentuk dan jenis yang umumnya berasal dari sampah plastik domestik. Selain itu kelima sungai ini juga terletak tidak jauh dari jalan ringroad Yogyakarta yang meningkatkan potensi ditemukannya mikroplastik dari *road dust* yang terakumulasi dalam badan air dan sedimen serta setiap lokasi sungai juga mendapatkan paparan sinar matahari yang sama. Oleh karena itu lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini ditetapkan di 6 titik berbeda, dimana setiap lokasi dilakukan

pengambilan sampel air dan sampel sedimen. Adapun 6 titik lokasi pengambilan sampel di penelitian ini yaitu:



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen dan Sampel Air di Sepanjang Jalan Ringroad Yogyakarta

Tabel 3. 1 Detail Lokasi Sampling

Titik Sampel	Lokasi	Garis Lintang (Latitude)	Garis Bujur (Longitude)
1	Ringroad Utara	-7.761439°	110.370692°
2	Ringroad Utara	-7.768866°	110.416417°
3	Ringroad Timur	-7.821163°	110.411702°
4	Ringroad Selatan	-7.843398°	110.387062°
5	Ringroad Selatan	-7.841933°	110.375314°

6	Ringroad Barat	-7.803333°	110.32946°
---	----------------	------------	------------

Pada Tabel 3.1 terdapat garis lintang yang melingkari bumi ditarik dari arah Barat hingga Timur atau sebaliknya, sedangkan garis bujur yang ditarik dari Kutub Utara hingga Kutub Selatan atau sebaliknya. Masing-masing titik pada lokasi pengambilan sampel ini dipertimbangkan secara matang untuk dapat menyajikan keadaan sungai yang diteliti. Pertimbangan lain yang dilakukan salah satunya seperti lokasi sampling yang mudah diakses serta faktor keamanan dan keselamatan bagi peneliti dalam pengambilan sampel sedimen dan sampel air sungai.

Sampel sedimen di dasar sungai sepanjang jalan *Ringroad* Yogyakarta merupakan akumulasi *road dust* yang tersapu oleh limpasan air hujan, kemudian terbawa oleh saluran air hingga ke perairan sungai kemudian terdistribusi di perairan lalu mengendap menjadi sedimen.

Pengambilan sampel penelitian mikroplastik air dan sedimen dilakukan pada badan air disekitar *Ringroad* Yogyakarta. Jalan *Ringroad* Yogyakarta merupakan jalan arteri yang mengelilingi wilayah Yogyakarta. *Ringroad* Yogyakarta dibangun untuk mengantisipasi keramaian lalu lintas yang mengarah kepusat kota, akan tetapi mobilitas harian kendaraan di jalan ini selalu terpantau ramai lancar. Hal ini mengakibatkan polutan debu jalan raya yang dihasilkan banyak ditemukan dan terakumulasi disekitar perairan yang terletak di sepanjang jalan *Ringroad* Yogyakarta, yaitu Sungai Code, Sungai Tambakbayan, Sungai Semerangan, Sungai Gajahwong, dan Sungai Bedog. Lokasi pengambilan sampel dan deskripsi pada tiap lokasi dapat dilihat pada Tabel 3.2.

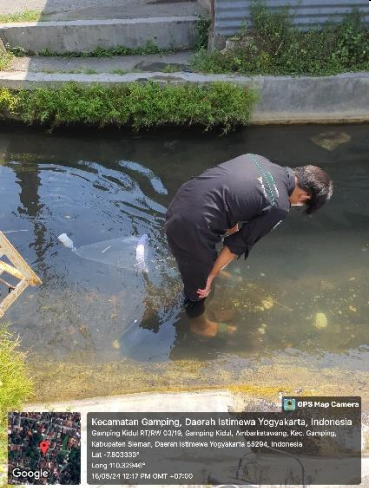
Tabel 3. 2 Lokasi Pengambilan Sampel

Titik Sampel	Lokasi	Deskripsi Lokasi	Dokumentasi
1	Sungai Code	Kondisi aliran air pada sungai ini cukup deras, terdapat pemukiman penduduk yang cukup padat disekitar lokasi pengambilan sampel terdapat saluran pembuangan yang mengalir ke sungai, ditemukan sampah yang dihasilkan oleh rumah tangga seperti botol plastik, kemasan plastik.	

2	Sungai Tambakbayan	<p>Kondisi aliran air pada sungai ini cukup deras dan terdapat pemukiman serta aktivitas masyarakat, pada bagian kanan dan kiri sungai ini ditumbuhi oleh banyak pepohonan. Selain itu, pada sungai ini didominasi dengan sampah botol dan sampah plastik dari aktivitas manusia. Pada bagian utara tempat pengambilan sampel ini menjadi tempat berkumpul masyarakat untuk aktivitas olahraga dan wisata. Pada dasar sungai terdiri dari bebatuan dan berlumpur.</p>	
---	--------------------	---	--

3	Sungai Semerangan	<p>Kondisi aliran air pada sungai ini cukup kecil, pada bagian sisi barat dari aliran sungai ini terdapat tempat penampungan sampah (TPS).</p> <p>Pada sekitar aliran sungai ini tidak terdapat pemukiman, tetapi ditemukan banyak sampah rumah tangga pada aliran sungai seperti plastik, kemasan plastik dan botol.</p> <p>Pada bagian dasar sungai terdiri dari batuan kecil, pasir dan lumpur.</p>	 <p>GPS Map Camera</p> <p>Kecamatan Benguntapan, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia 60 16° 10' 10" S 104° 47' 10" E Ranguntapan, Kabupaten Rantia, Daerah Istimewa Yogyakarta 55101, Indonesia Lat: -78°19'57" Long: 104°47'10" 18/05/24 10:42 AM GMT +07:00</p>
---	----------------------	--	--

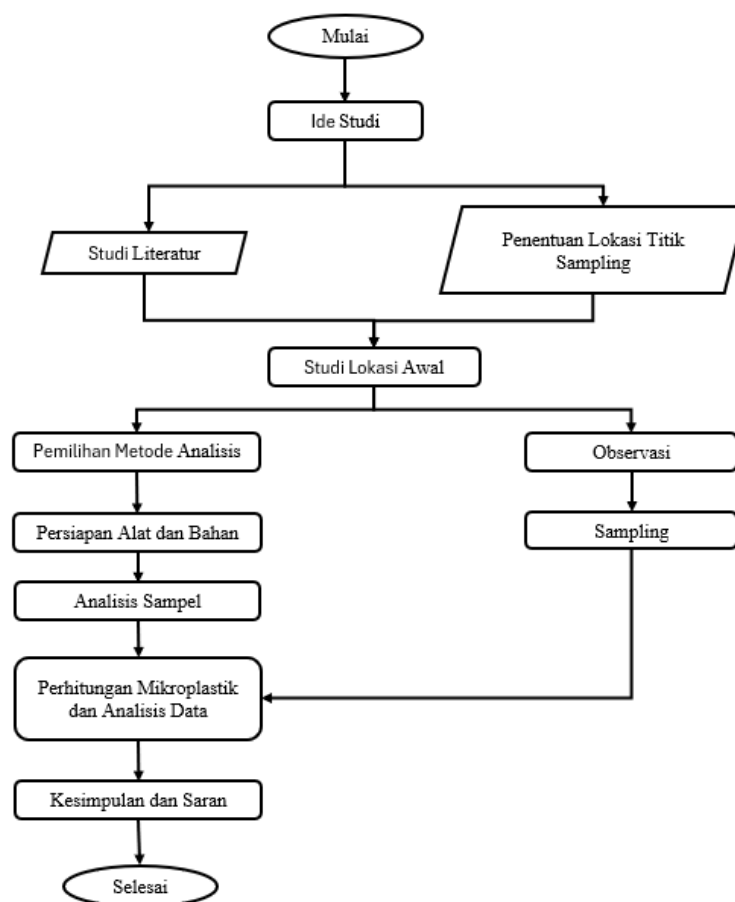
4	Sungai Gajahwong	Kondisi aliran air pada sungai ini cukup kecil, aliran sungai ini melewati lahan persawahan. Pada aliran sungai ini ditemukan cukup banyak sampah dedaunan dari pada sampah plastik. Pada bagian dasar sungai ini terdiri dari pasir.	
5	Sungai Code	Kondisi aliran air sungai ini cukup deras, pada lokasi sungai ini ditumbuhi banyak pepohonan. Pada aliran sungai ini banyak ditemukan sampah rumah tangga seperti sampah plastik kresek, plastik kemasan makanan, botol kemasan plastik. Selain itu aliran air ini melalui tengah perkotaan yang	

		dimana terdapat beberapa rumah makan atau kegiatan rumah tangga yang dibuang dalam aliran air. Bagian dasar sungai ini terdiri dari pasir dan bebatuan yang ukurannya cukup bervariasi.	
6	Sungai Bedog	Kondisi aliran air sungai ini cukup kecil, aliran sungai ini melewati pemukiman masyarakat yang cukup padat. Pada aliran sungai ini ditemukan banyak sampah rumah tangga berupa sampah plastik maupun kemasan plastik makanan yang dihasilkan oleh rumah tangga. Selain itu terdapat saluran pembuangan rumah	

		<p>tangga yang masuk kedalam aliran air. Bagian dasar sungai ini terdiri dari batuan kecil dan pasir.</p>	
--	--	---	--

3.2 Diagram Alir Penelitian

Pada metode penelitian memerlukan suatu diagram alir yang memberikan gambaran mengenai prosedur metode penelitian dan proses analisis datanya, termasuk langkah-langkah yang akan dilakukan selama proses penelitian. Diagram alir yang akan dilakukan pada proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

3.3 Jenis Penelitian

Sampel yang diambil merupakan sampel sedimen dan sampel air yang berada pada badan air di sekitar *Ringroad* Yogyakarta dimulai dari bagian *Ringroad* Utara Yogyakarta yaitu Kabupaten Sleman hingga *Ringroad* Barat Yogyakarta yaitu Kabupaten Bantul. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari hingga siang hari. Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan cara mengambil sedimen yang terdapat di dasar badan air menggunakan *grab sampler* atau sekop dengan kedalaman 5 cm, sedangkan pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan alat *plankton net mess*. Sampel yang didapatkan kemudian disimpan pada wadah yang berbahan non plastik. Sampel sedimen maupun sampel air tidak perlu dilakukan pengawetan karena karakteristik dari mikroplastik cenderung lama untuk terdegradasi.

3.4 Alat dan Bahan

Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini:

a. Alat

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel sedimen dan sampel air yaitu sekop yang berfungsi untuk mengambil sampel sedimen, *plankton net mesh* ukuran 300 μm yang berfungsi untuk mengumpulkan sampel air, wadah sampel (kaca atau non plastik). Adapun beberapa alat laboratorium yang digunakan untuk memperoleh hasil analisis dari sampel yang telah disiapkan yaitu loyang oven, oven, sendok, ayakan, hotplate stirrer, magnetic stirrer bar, neraca analitik, vakum filter, gelas beker 250 mL, erlenmeyer 250 mL, labu ukur, pipet ukur, karet hisap, corong kaca, cawan petri, preparat, Mikroskop Olympus CX23 dan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) IR-Tracer-100.

b. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu larutan NaCl jenuh, larutan H_2O_2 30%, aquades, kertas pH universal, aluminium foil, dan kertas saring.

3.5 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan pertimbangan pemilihan lokasi yang memiliki potensi kelimpahan mikroplastik cukup tinggi seperti dilalui oleh jalan raya dengan kepadatan atau mobilitas lalu lintas yang tinggi serta perairan yang memiliki cemaran sampah plastik. Oleh karena itu lokasi penelitian dilakukan di 6 titik lokasi dengan pengambilan sampel air dan sampel sedimen pada masing-masing lokasi sampling. Pengambilan sampel air dilakukan untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik di sekitar perairan *Ringroad* Yogyakarta, sedangkan pengambilan sampel sedimen dilakukan untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik pada *road dust* yang telah tersapu limpasan air hujan dan terbawa oleh sistem drainase hingga akhirnya mengendap didasar sedimen perairan. Lokasi pengambilan sampel bertempat di sekitar area perairan sepanjang jalan *Ringroad* Yogyakarta, dengan 6 titik utama pengambilan. Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel air adalah *plankton net mess* berukuran 300 μm , wadah botol kaca untuk menyimpan sampel air yang telah dikumpulkan. Sedangkan sampel sedimen diambil menggunakan *grab sampler* atau sekop dengan cara sedimen di dasar sungai digali hingga kedalaman 5 cm menggunakan *grab sampler* atau sekop.



(a)

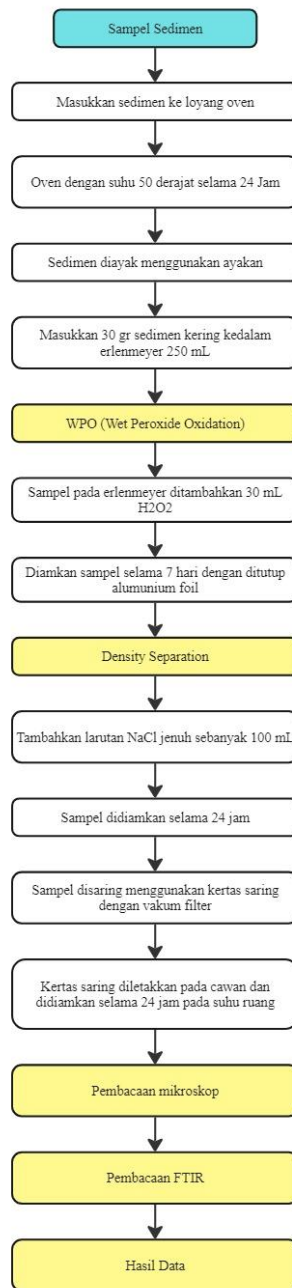


(b)

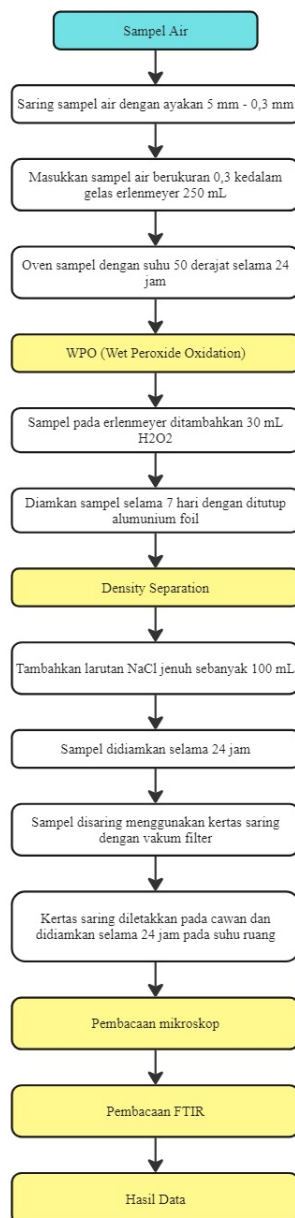
Gambar 3. 3 Proses Pengambilan (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen

3.6 Analisis Laboratorium

Setelah proses pengambilan sampel dilakukan, sampel harus diolah terlebih dahulu agar siap untuk diuji. Pengolahan sampel meliputi pengeringan, pengayakan, WPO (*Wet Peroxide Oxidation*), *density separation* dan penyaringan. Tahapan selanjutnya yaitu identifikasi mikroplastik menggunakan Mikroskop Olympus CX23 dan tahap terakhir identifikasi senyawa polimer mikroplastik menggunakan Spektrofotometri *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) IRTracer-100. Diagram alir pengolahan hingga analisis sampel pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.4 Dan Gambar 3.5.



Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengujian Sampel Sedimen



Gambar 3. 5 Diagram Alir Pengujian Sampel Air

3.6.1 Pengeringan Sampel

Tahap ini mencakup proses penyaringan dan pengeringan sampel air yang telah dikumpulkan dari lokasi penelitian. Tahap ini dilakukan berdasarkan metode NOAA (*National Oceanic Atmosphere Administration*). Tahap preparasi sampel diawali dengan proses penyaringan basah menggunakan alat penyaring *mesh sieve* dengan ukuran 0,3 dan 5 mm yang diletakkan secara bertumpuk. Tujuannya untuk

mendapatkan partikel mikroplastik dengan ukuran $< 5\text{mm}$ dari sampel air yang telah disaring. Tahap selanjutnya adalah tahap pengeringan sampel air yang telah disaring di dalam oven selama ± 24 jam, hingga didapatkan berat kering dari partikel mikroplastik. Tahap preparasi untuk sampel sedimen mencakup proses pengeringan, dimana sampel sedimen dikeringkan menggunakan oven pada suhu $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama ± 24 jam. Sampel sedimen yang telah kering lalu disaring menggunakan *mesh sieve* (saringan) berukuran $< 5\text{ mm}$ dan setiap sampel dikumpulkan serta ditimbang sebanyak 30 gram.



(a)



(b)

Gambar 3. 6 Proses Pengeringan Sampel (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen

3.6.2 WPO (*Wet Peroxide Oxidation*)

Tujuan dari proses WPO untuk menghilangkan kandungan organik dari sampel sedimen dan sampel air. Proses WPO dilakukan dengan menambahkan 30 mL H_2O_2 30% kedalam sampel yang telah disiapkan dalam erlenmeyer. Kandungan organik dihilangkan menggunakan metode WPO (*Wet Peroxide Oxidation*), sehingga zat organik yang terdapat didalam sampel tidak terakumulasi pada sampel uji sehingga dapat mengganggu proses pengamatan mikroskop.



(a)



(b)

Gambar 3. 7 Proses WPO (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen

3.6.3 *Density Separation*

Density separation merupakan proses pemisahan mikroplastik dari sedimen menggunakan perbedaan densitas atau berat jenis. Pada proses ini sampel sedimen ditimbang menggunakan neraca analitik seberat 30 gram, kemudian sampel dicampur dengan larutan NaCl sebanyak 100 mL, larutan NaCl yang digunakan memiliki densitas $1,35 \text{ g/cm}^3$, tujuan ditambahkan larutan NaCl untuk mempercepat proses pengapungan partikel mikroplastik yang densitasnya lebih rendah dibandingkan larutan NaCl dan mempercepat proses sedimentasi sedimen yang mengandung densitas lebih tinggi dari larutan NaCl. Setelah mencampurkan sampel sedimen dan sampel air dengan larutan NaCl jenuh, campuran diaduk untuk mempercepat pemisahan mikroplastik dari sedimen pada sampel. Kemudian sampel ditutup menggunakan aluminium foil selama 24 jam untuk flotasi dan sedimentasi sempurna.

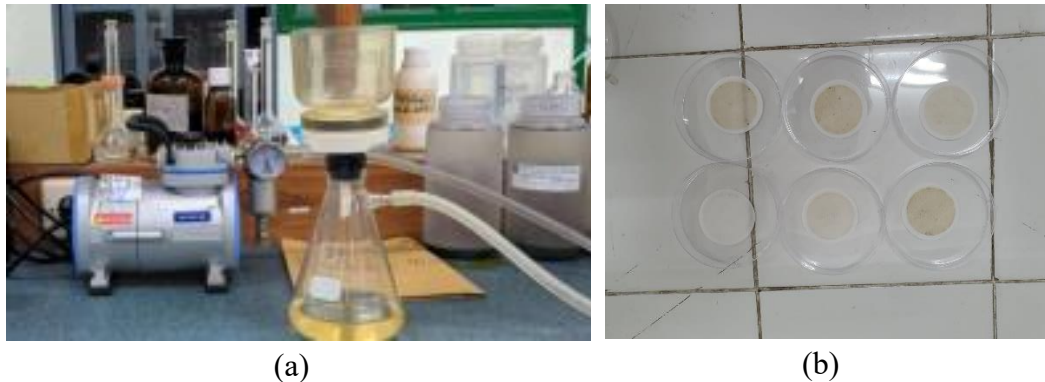


Gambar 3. 8 Proses *Density Separation*

3.6.4 *Penyaringan (Filtrasi)*

Tujuan dari proses filtrasi yaitu untuk menyaring partikel mikroplastik yang terdapat pada sampel yang diuji. Proses filtrasi dilakukan dengan menggunakan kertas saring Whatman. Proses penyaringan menggunakan alat vakum untuk mempercepat proses penyaringan. Penyaringan vakum dilakukan dengan meletakkan kertas saring pada atas vakum kemudian corong penutup diletakkan diatas kertas saring agar larutan sampel tidak meluap dan dapat tersaring secara sempurna. Kemudian, alat dihidupkan lalu dituangkan sampel kedalam vakum. Larutan akan terhisap melalui kertas saring dan setelah larutan habis pompa vakum

dimatikan. Kertas saring dipindahkan dari pompa vakum kedalam wadah cawan petri dan didiamkan selama 24 jam.



Gambar 3. 9 Penyingkapan (a) Proses Penyingkapan dan (b) Hasil Penyingkapan

3.7 Analisis Sampel

3.7.1 Mikroskop

Tahap selanjutnya yaitu identifikasi mikroplastik menggunakan alat mikroskop Olympus CX23. Tujuan pengujian sampel dengan menggunakan mikroskop yaitu untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada sampel berdasarkan jumlah, jenis dan warna. Pengujian sampel dengan mikroskop idealnya pada perbesaran 10x agar lebih mudah menentukan mikroplastik pada sampel. Pada proses pengamatan menggunakan mikroskop, sampel dibagi menjadi 4 kuadran untuk memudahkan pengamatan dan pengolahan data.

3.7.2 Spektrofotometri FT-IR

Tahap terakhir yang dilakukan yakni identifikasi senyawa polimer yang terkandung dalam mikroplastik menggunakan alat Spektrofotometri *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) IRTracer-100 yang ada di Laboratorium Kualitas Lingkungan. FT-IR dihubungkan dengan komputer untuk mengamati grafik hasil pengujian senyawa polimer. Proses penggunaan alat FT-IR, alat uji terlebih dahulu dilap menggunakan larutan alkohol untuk mensterilkan, kemudian letakkan kertas saring dan alat FT-IR siap untuk menganalisis senyawa polimer.

3.8 Analisis Data

3.8.1 Analisis Data Pengamatan Mikroskop

Analisis data berupa pengamatan mikroskopis, kemudian dilakukan analisis deskriptif. Analisis deskriptif dilakukan dengan menggambarkan keadaan dan kelimpahan mikroplastik berdasarkan jumlah, jenis dan warna mikroplastik persatuan berat sampel disetiap titik sampling. Data yang diperoleh dengan menggunakan pengamatan mikroskop akan dianalisis kelimpahan dan kuantitasnya. Setiap 30 gram sampel sedimen akan dianalisis kelimpahan dan kuantitasnya. Jumlah mikroplastik dalam sampel dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{jumlah mikroplastik} \left(\frac{\text{Partikel}}{\text{Gram Sedimen Kering}} \right) = \frac{\text{Jumlah Mikroplastik pada Sedimen (Partikel)}}{30 \text{ Gram Sedimen Kering (Gram)}}$$

Mikroplastik terdapat berbagai jenis seperti fiber, film, foam, pellet dan fragment. Selain itu, mikroplastik tersedia berbagai warna seperti biru, hitam, hijau, transparan, putih, merah dan lainnya. Saat menganalisis data, jenis dan warna mikroplastik dapat disajikan dalam bentuk jumlah dan persentase. Berikut rumus untuk menghitung presentase jenis dan warna:

$$\text{Presentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah Partikel Jenis atas Warna (Partikel)}}{\text{Jumlah Keseluruhan Partikel Jenis atau Warna (Partikel)}} \times 100\%$$

3.8.2 Analisis Data FT-IR

Analisis menggunakan FT-IR diperoleh dari pembacaan hasil sampel sedimen maupun sampel air dalam bentuk grafik dan hasil serapan gugus fungsi senyawa polimer. Puncak unsur kimia yang terserap dicatat pada kurva dari yang tertinggi hingga terendah. Sedangkan hasil serapan gugus fungsi kimia diperoleh dari daftar nama gugus fungsi senyawa yang dibaca FT-IR. Gugus fungsi yang terdapat pada spektro FT-IR selanjutnya disesuaikan dengan senyawa polimer yang ada di data base FT-IR berdasarkan referensi.

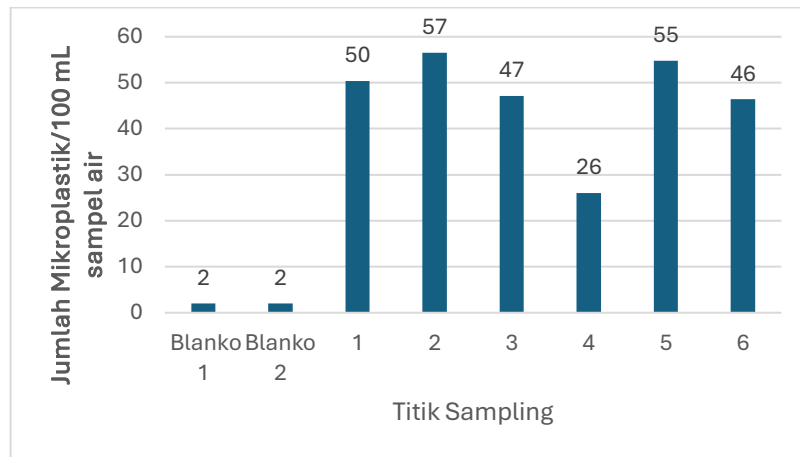
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

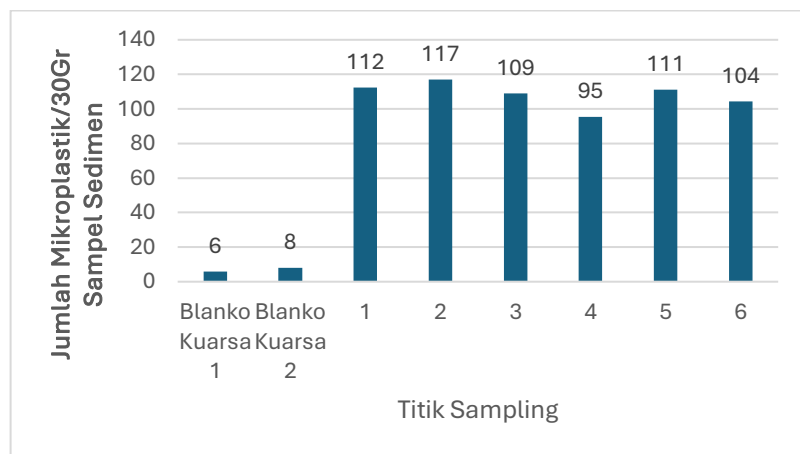
4.1 Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dari 6 titik pengambilan sampel, diperoleh kelimpahan mikroplastik di sampel air dan sampel sedimen pada badan air sekitar jalan *Ringroad* Yogyakarta seperti terlihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2. Pada grafik tersebut dapat diketahui pada sampel air ditemukan mikroplastik dengan nilai tertinggi 57 partikel/mL yang terdapat pada titik sampel 2. Selanjutnya mikroplastik tertinggi kedua 55 partikel/mL yang terdapat pada titik sampel 5, hingga 26 partikel/mL yang terdapat pada sampel 4. Sedangkan pada sampel sedimen ditemukan mikroplastik dengan rentan 117 partikel/gram sedimen kering yang terdapat pada titik sampel 2 hingga 95 partikel/gram sedimen kering yang terdapat pada titik sampel 4. Banyaknya mikroplastik yang ditemukan pada titik sampel 2 yang terletak pada Sungai Tambakbayan, dengan kondisi aliran air yang cukup deras, terdapat sampah kemasan plastik dari aktivitas kegiatan manusia di sungai dapat menjadi faktor penyebabnya. Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan di titik pengambilan sampel 4 yang terletak pada Sungai Gajahwong, dengan kondisi aliran air yang cukup kecil, lebih banyak ditemukan sampah organik berupa dedaunan.

Mikroplastik yang ditemukan pada tiap titik pengambilan sampel memiliki nilai kelimpahan yang berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi aliran air dan tekstur sedimen sungai pada setiap titik pengambilan sampel berbeda antara satu dengan lainnya. Titik 1 dan 2 memiliki kondisi aliran cukup deras dan tekstur sedimen berlumpur terdapat bebatuan. Titik 3 dan 4 memiliki kondisi aliran cukup kecil dan tekstur sedimen dasar batuan kecil, pasir. Titik 5 memiliki kondisi aliran cukup deras dan sedimen berupa pasir halus. Sedangkan Titik 6 memiliki aliran cukup kecil dan sedimen berupa batuan kecil berpasir.



Gambar 4.1 Kelimpahan Mikroplastik Sampel Air Pada Badan Air Sekitar Ringroad Yogyakarta Pada Tiap Titik Sampel



Gambar 4.2 Kelimpahan Mikroplastik Sampel Sedimen Pada Badan Air Sekitar Ringroad Yogyakarta Pada Tiap Titik Sampel

Dalam peneliti ini dilakukan perbandingan antara sampel air, sampel sedimen, dan blanko. Grafik hasil perbandingan ini memperlihatkan hasil yang ditemukan dalam blanko, yang seharusnya sampel blanko kosong dari mikroplastik, akan tetapi masih ditemukan adanya partikel mikroplastik. Blanko merupakan kontrol dalam penelitian, yang bertujuan memastikan bahwa hasil yang diperoleh bukan berasal dari kontaminasi eksternal, melainkan berasal dari sampel yang diuji. Namun, fakta bahwa mikroplastik juga terdeteksi didalam blanko selama proses pengujian.

Pada blanko air, yang menggunakan Aquadest, NaCl, dan H₂O₂, ditemukan partikel mikroplastik. Dalam blanko air 1 ditemukan sebanyak 188 partikel mikroplastik, sementara dalam blanko air 2 jumlahnya mencapai 197 partikel. Jumlah ini cukup besar untuk sebuah blanko yang diharapkan tidak mengandung partikel asing, sehingga memberikan indikasi bahwa mikroplastik dapat dengan mudah menyusup ke dalam berbagai lingkungan, bahkan dalam sistem yang terkontrol.

Sementara itu, blanko sedimen yang menggunakan pasir kuarsa sebagai media juga menunjukkan hasil yang serupa. Pada blanko kuarsa 1 mikroplastik terdeteksi sebanyak 193 partikel mikroplastik. Sedangkan pada blanko kuarsa 2 jumlahnya bahkan lebih tinggi mencapai 229 partikel mikroplastik. Hasil ini karena pasir kuarsa yang digunakan sebagai kontrol untuk melihat apakah ada kontaminan didapatkan dari pembelian yang wadahnya terbungkus plastik. Hasil ini menunjukkan bahwa upaya dalam pencegahan telah dilakukan untuk mengurangi kontaminasi, seperti penggunaan sarung tangan, pakaian katun dan pembersihan wadah uji dengan air suling, meskipun upaya pencegahan tersebut sudah dilakukan tetap ditemukan partikel mikroplastik dalam blanko.

4.2 Identifikasi Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Jenis

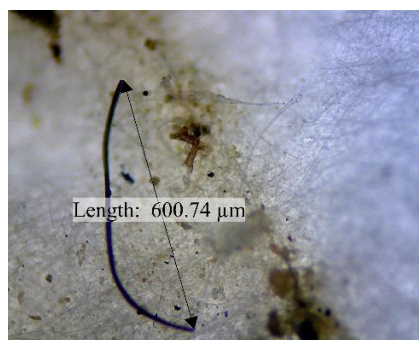
Berdasarkan pengamatan mikroskop, ditemukan beberapa jenis mikroplastik pada sampel air dan sampel sedimen pada badan air di sekitar *ringroad* Yogyakarta yaitu jenis fragment, fiber, film, foam, dan pellet. Beberapa gambar dari jenis mikroplastik yang terlihat pada mikroskop dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Mikroplastik jenis fragment merupakan partikel mikroplastik yang berbentuk serpihan, bertekstur cukup keras dan biasanya berasal dari sumber sekunder seperti pecahan plastik yang tebal (Pradiptaadi and Fallahian, 2022). Fragment memiliki sifat mampu menyerap ion logam dan bahan organik. Fragment dapat diindikasikan berasal dari limbah aktivitas masyarakat setempat (Wright dkk., 2013).

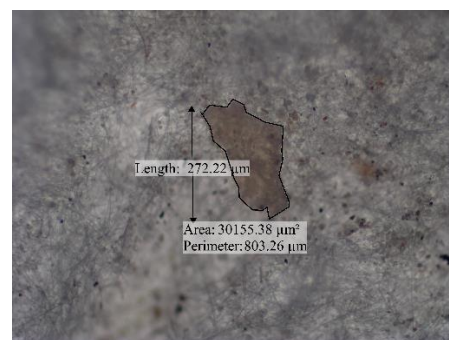
Mikroplastik jenis fiber merupakan mikroplastik yang tipis, panjang dan berbentuk benang. Mikroplastik jenis ini memiliki permukaan yang kasar dan retak

akibat proses oksidasi jangka panjang yang terjadi pada lingkungan. Mikroplastik jenis film merupakan mikroplastik yang tipis dan sangat rapuh. Film juga memiliki bentuk yang tidak beraturan dan didominasi warna transparan. Film memiliki tingkat penuaan yang lebih tinggi dibandingkan jenis mikroplastik lainnya. Mikroplastik jenis foam merupakan partikel ini berbentuk lonjong berongga dan tampak bervolume. Mikroplastik jenis foam ini biasanya berasal dari styrofoam yang biasa digunakan dalam aktivitas manusia, misalnya pada kemasan gelas mie instan, wadah makanan, dan juga sering digunakan pada kemasan peralatan rumah tangga (De Troyen, 2015).

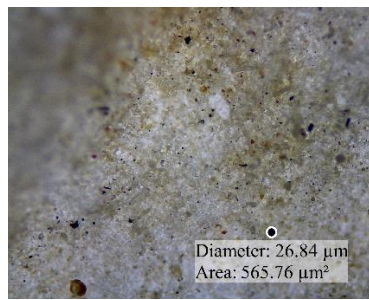
Mikroplastik jenis pellet memiliki bentuk yang bulat seperti bola atau silinder, dapat dilihat pada Gambar 4.3 terlihat mikroplastik jenis pellet berwarna hitam. Sumber mikroplastik jenis ini berasal dari produk kosmetik seperti scrub pembersih wajah, bedak dan lipstik. Mikroplastik jenis pellet berbentuk silinder dikarenakan mikroplastik jenis ini merupakan produk yang berbentuk silinder dan berukuran mikron. Oleh karena itu, mikroplastik jenis pellet merupakan limbah dari produk kosmetik dan produk lain yang berbentuk silinder dan berukuran kecil. Mikroplastik jenis ini merupakan jenis mikroplastik yang jarang ditemui dalam penelitian ini.



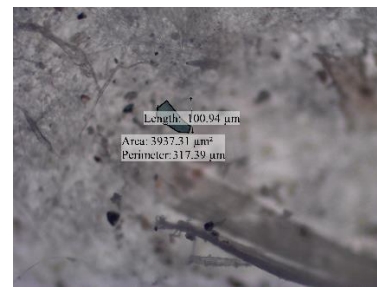
(a)



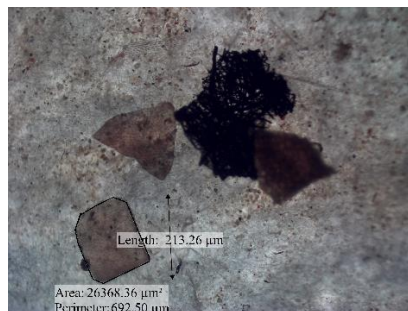
(b)



(c)



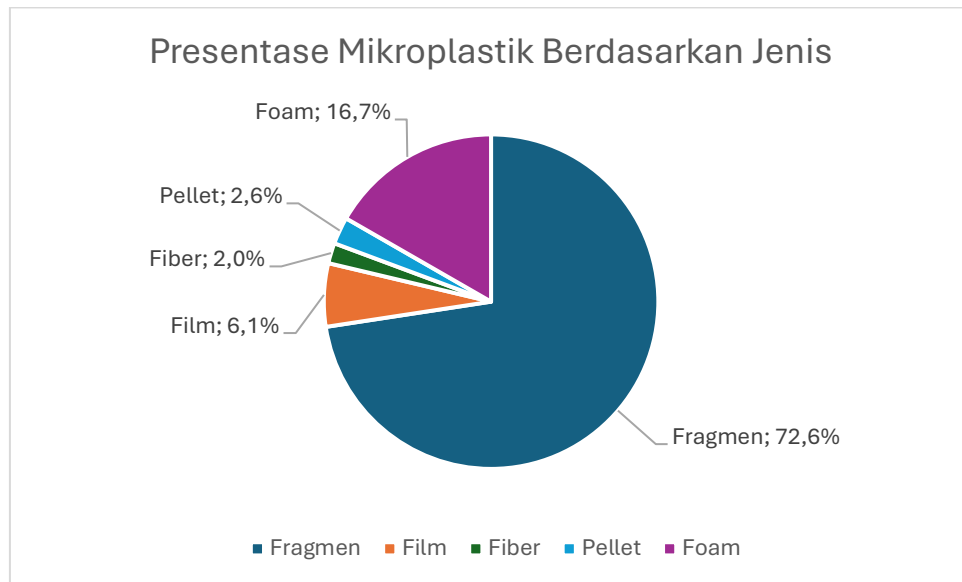
(d)



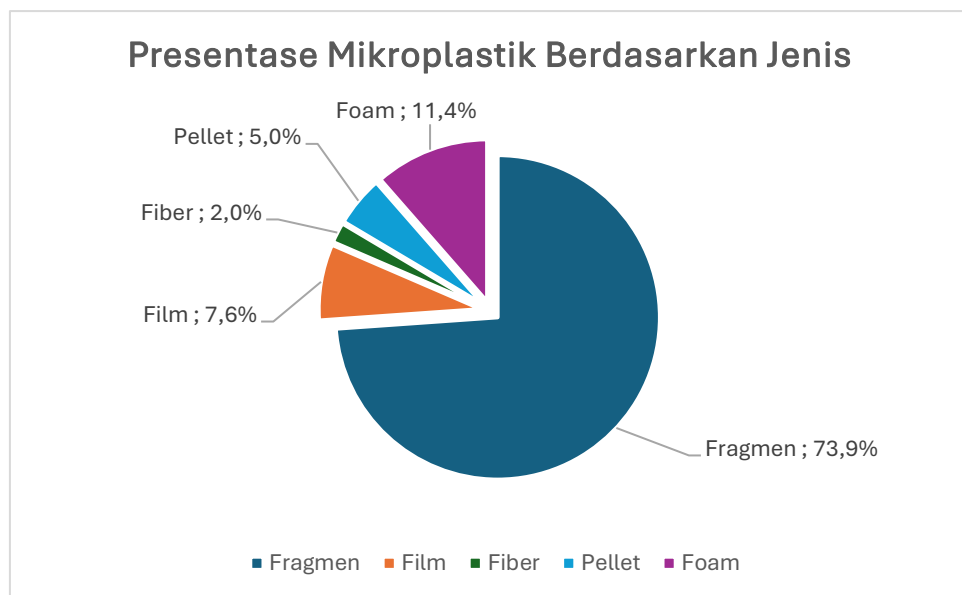
(e)

Gambar 4. 3 Jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel air dan sedimen: (a) Fiber, (b) Film, (c) Pellet, (d) Fragment, (e) Foam

Jenis mikroplastik yang terdapat pada sampel air dan sampel sedimen badan air di sekitar jalan *ringroad* Yogyakarta. Berdasarkan Gambar 4.4 dan Gambar 4.5, jumlah mikroplastik dengan jenis fragment lebih banyak dijumpai pada sampel air sebanyak 204 partikel/mL air atau sebanyak 72,6%, sedangkan pada sampel sedimen jenis fragment yang ditemukan sebanyak 479 partikel/gram sedimen kering atau sebanyak 73,9%. Berikutnya ditemukan jenis foam pada sampel air sebanyak 47 partikel/mL air atau sebanyak 16,7%, sedangkan pada sampel sedimen sebanyak 74 partikel/gram sedimen kering atau 11,4%. Lalu jenis film pada sampel air sebanyak 17 partikel/mL air atau 6,1%, sedangkan pada sampel sedimen sebanyak 49 partikel/gram sedimen kering atau 7,6%. Selanjutnya jenis pellet pada sampel air sebanyak 7 Partikel/mL air atau 2,6%, sedangkan pada sampel sedimen sebanyak 33 partikel/gram sedimen kering atau 5,0%. Selanjutnya jenis fiber pada sampel air sebanyak 6 partikel/mL air atau 2,0%, sedangkan pada sampel sedimen 13 partikel/gram sedimen kering atau 2,0%.

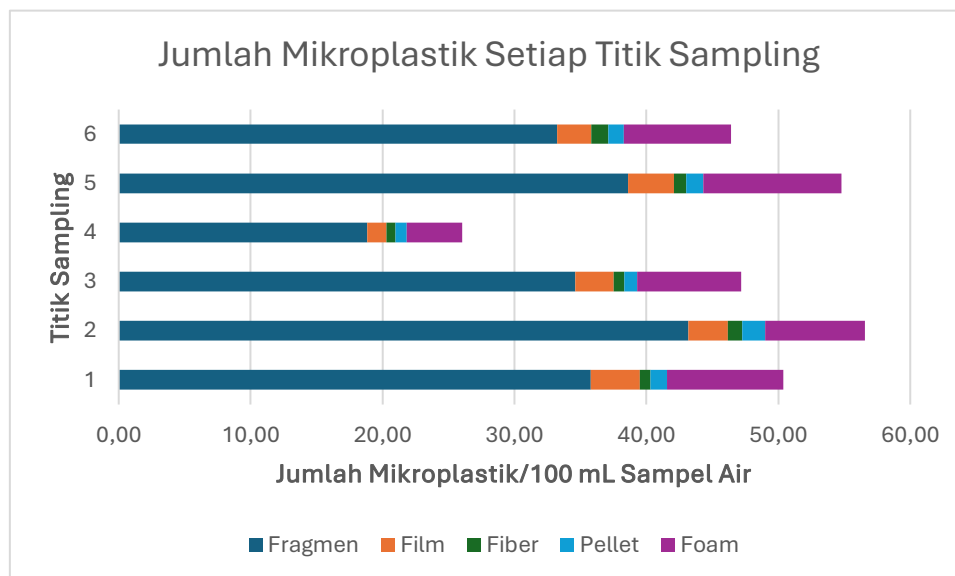


(a)

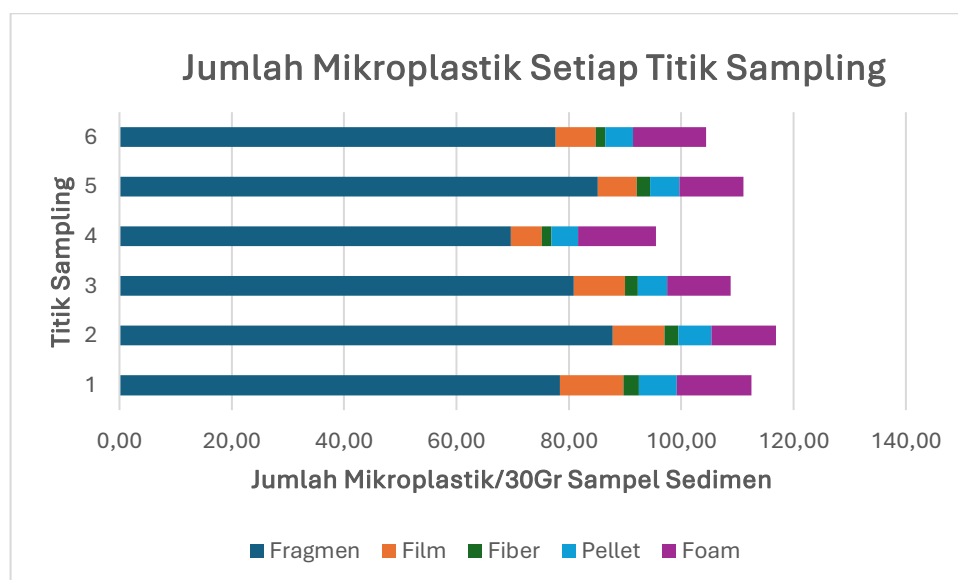


(b)

Gambar 4.4 Presentase Mikroplastik Berdasarkan Jenis (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen



(a)



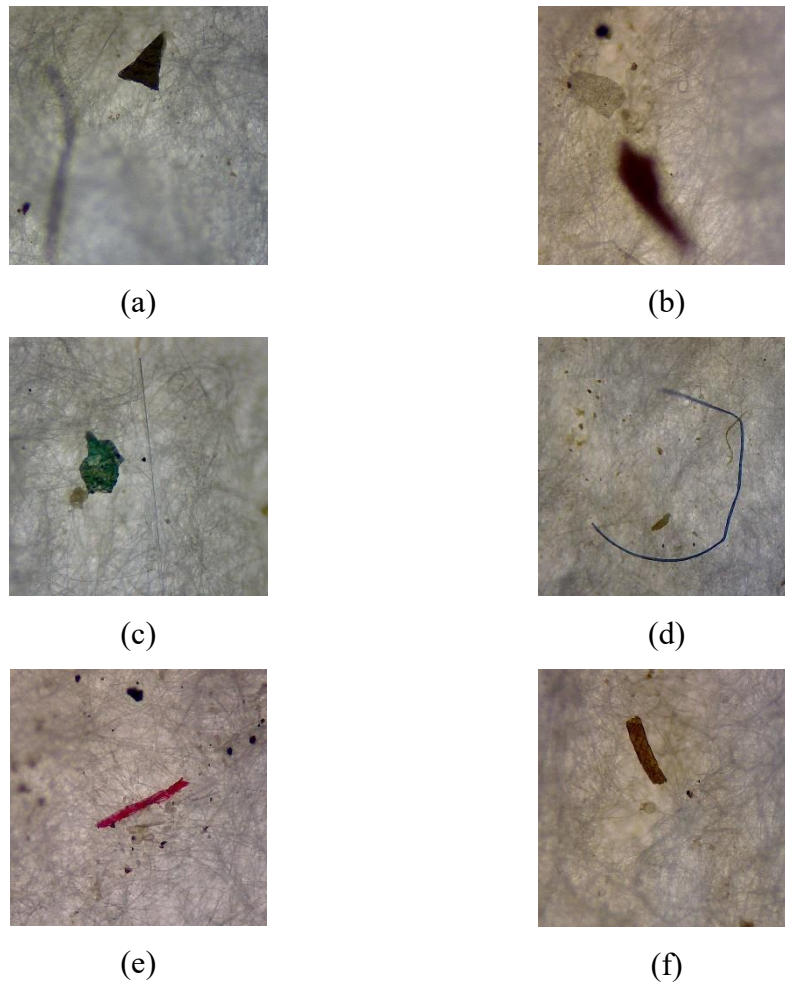
(b)

Gambar 4.5 Jumlah Jenis Mikroplastik Pada Setiap Titik Sampling (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen

4.3 Identifikasi Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Warna

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh dari setiap lokasi pengambilan sampel air dan sampel sedimen di badan air sekitar *ringroad* Yogyakarta ditemukan

beberapa warna jenis mikroplastik yaitu hitam, transparan, hijau, biru, merah, dan kecoklatan yang ditunjukkan pada Gambar 4.6. Warna mikroplastik berbeda-beda karena telah terdegradasi oleh sinar matahari sehingga dapat menyebabkan perubahan warna yang dialami mikroplastik (Bergmann dkk., 2015).

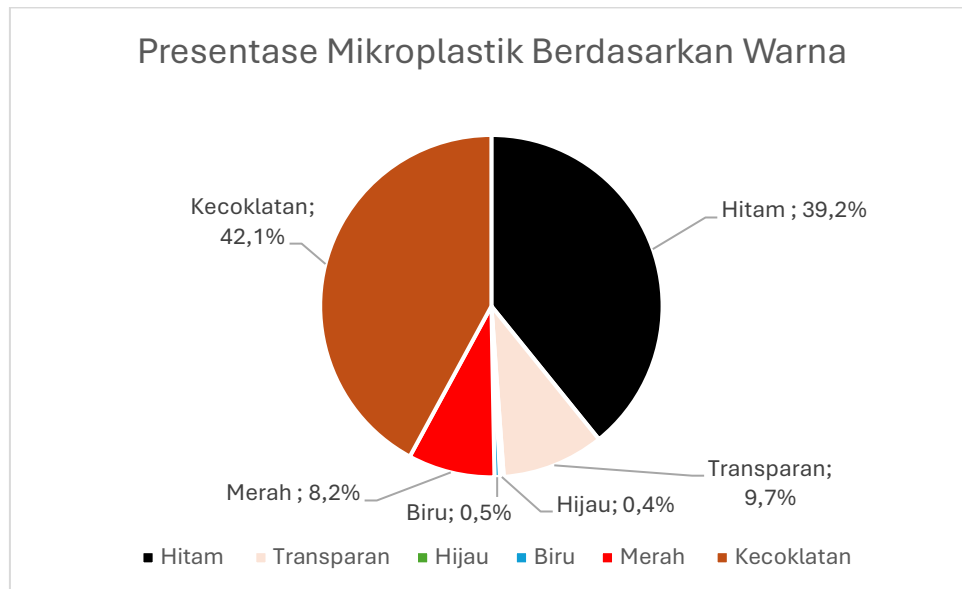


Gambar 4. 6 Warna Mikroplastik yang ditemukan pada sampel uji (a) Hitam, (b) Transparan, (c) Hijau, (d) Biru, (e) Merah, dan (f) Coklat

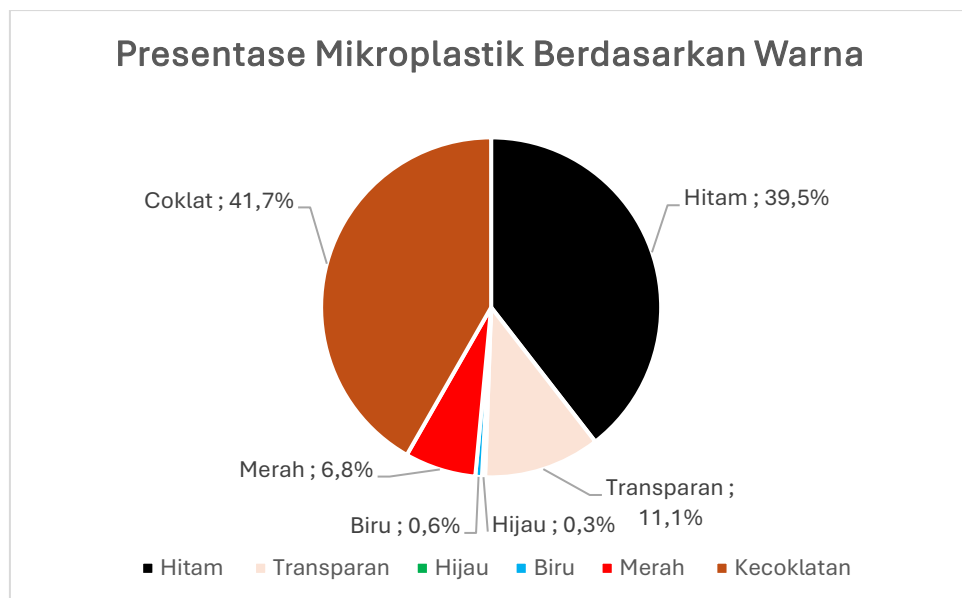
Berdasarkan hasil pada Gambar 4.7 dan 4.8 mikroplastik berwarna hitam banyak ditemukan pada sampel air maupun sampel sedimen di badan air sekitar *ringroad* Yogyakarta. Jumlah mikroplastik pada sampel air dengan warna hitam paling banyak ditemukan pada titik sampling 5 yaitu sebanyak 23 partikel/mL air, kemudian mikroplastik pada sampel sedimen dengan warna hitam paling banyak ditemukan pada titik sampling 2 sebanyak 47 partikel/gram sedimen kering. Sedangkan mikroplastik warna coklat pada sampel air ditemukan paling banyak

pada titik sampling 2 sebanyak 24 partikel/mL air, kemudian mikroplastik pada sampel sedimen dengan warna coklat paling banyak ditemukan pada titik sampling 5 sebanyak 48 partikel/gram sedimen kering. Kemudian untuk warna transparan tertinggi pada sampel air ditemukan pada titik sampling 3 sebanyak 6 partikel/mL air, untuk warna merah pada sampel sedimen paling banyak ditemukan pada titik 1 sebanyak 12 partikel/gram sedimen kering.

Adapun mikroplastik berwarna coklat menjadi warna yang paling banyak jumlahnya pada sampel air dan sampel sedimen yaitu sampel air sebesar 42,1% atau sebanyak 118 partikel/mL air, sedangkan pada sampel sedimen mikroplastik berwarna coklat sebesar 41,7% atau sebanyak 271 partikel/gram sedimen kering. Selanjutnya mikroplastik berwarna hitam menjadi warna kedua paling banyak ditemukan pada sampel air dan sampel sedimen yaitu sampel air sebesar 39,2% atau sebanyak 110 partikel/mL air, sedangkan pada sampel sedimen mikroplastik berwarna hitam sebesar 39,5% atau sebanyak 256 partikel/gram sedimen kering. Kedua warna tersebut yang paling banyak ditemukan pada pengujian mikroplastik di badan air sekitar *ringroad* Yogyakarta. Kemudian warna transparan pada sampel air sebesar 9,7% atau sebanyak 27 partikel/mL air dan sampel sedimen sebanyak 11,1% atau sebanyak 72 partikel/gram sedimen kering. Untuk warna merah pada sampel air sebesar 8,2% atau sebanyak 23 partikel/mL air dan sampel sedimen sebesar 6,8% atau sebanyak 44 partikel/gram sedimen kering. Selanjutnya warna biru pada sampel air sebesar 0,5% atau sebanyak 2 partikel/mL air dan sampel sedimen sebesar 0,6% atau sebanyak 1 partikel/gram sedimen kering, untuk warna hijau pada sampel air sebesar 0,4% atau sebanyak 1 partikel/mL air dan sampel sedimen sebesar 0,3% atau sebanyak 1 partikel/gram sedimen kering. Warna biru dan hijau menjadi warna yang paling sedikit ditemukan pada pengujian mikroplastik ini.

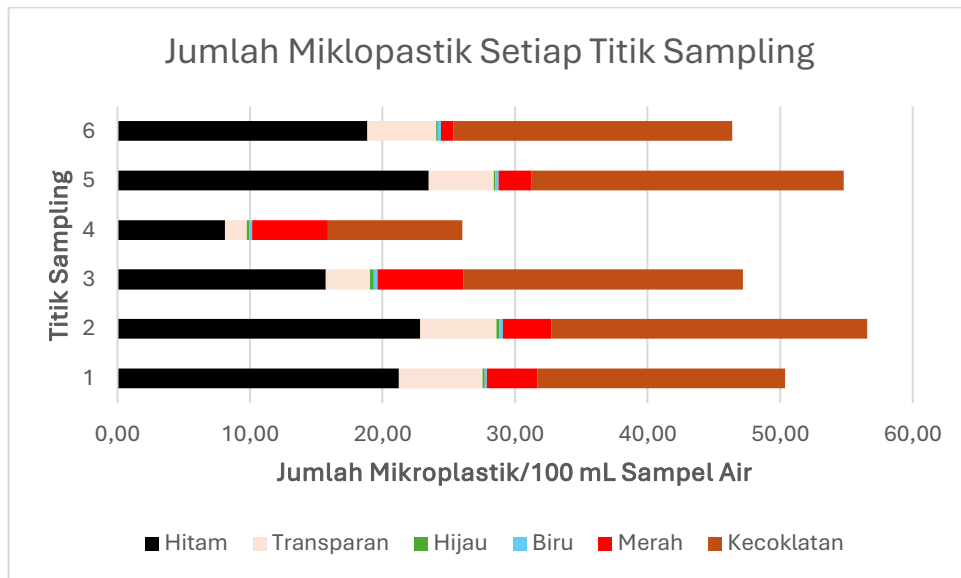


(a) Sampel Air

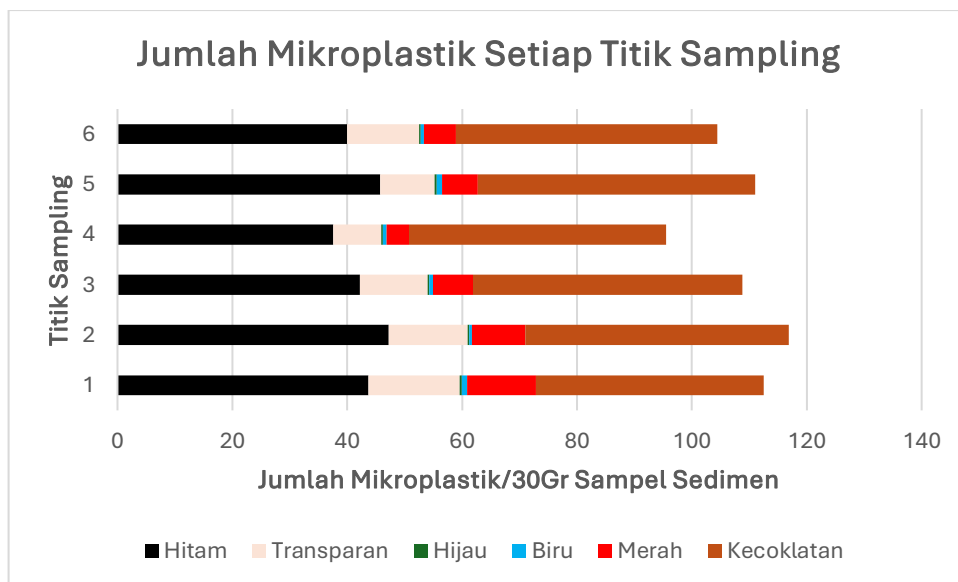


(b) Sampel Sedimen

Gambar 4.7 Presentase Mikroplastik Berdasarkan Warna (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen



(a) Sampel Air



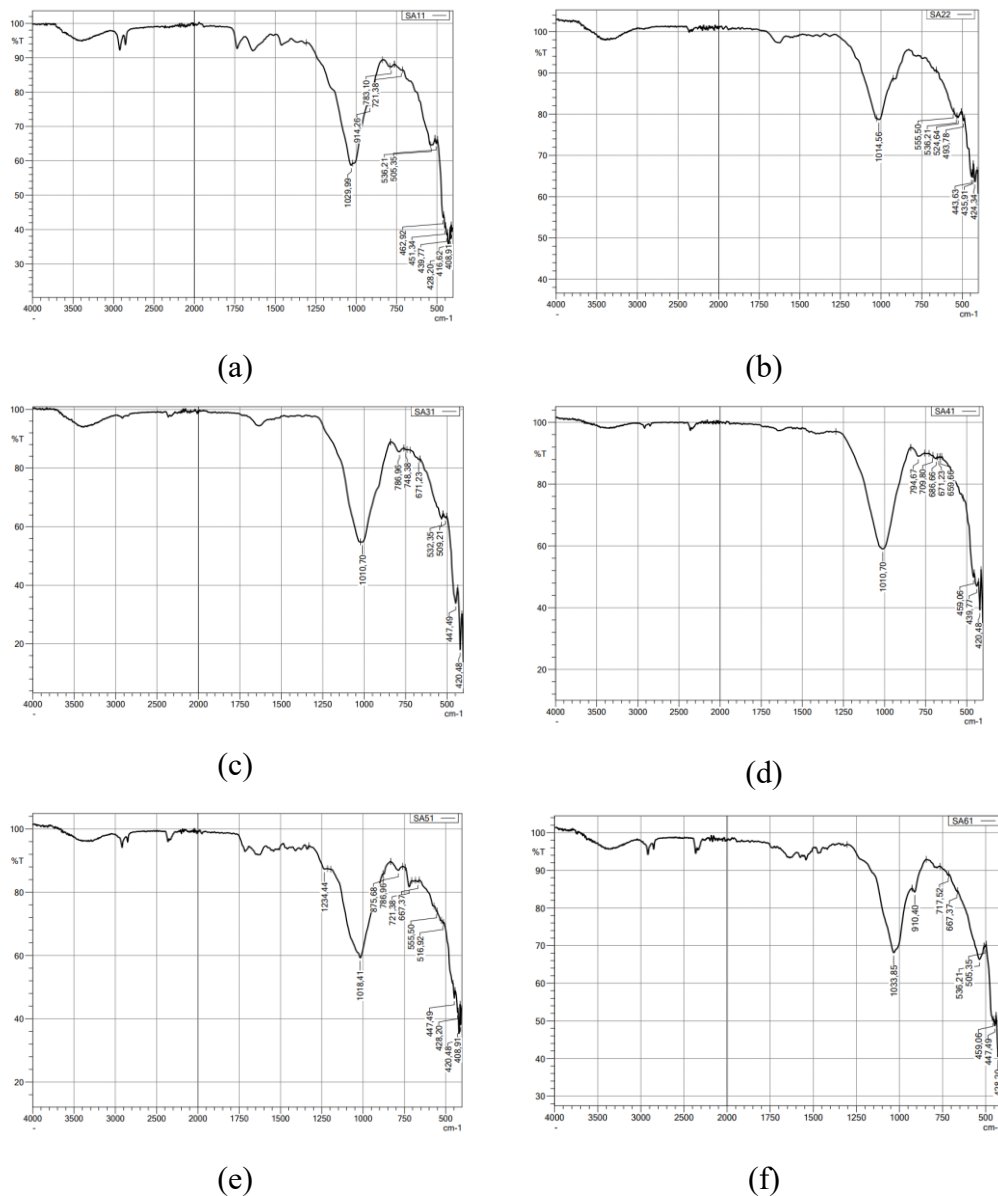
(b) Sampel Sedimen

Gambar 4.8 Jumlah Warna Mikroplastik di Setiap Titik Pengambilan Sampel (a) Sampel Air dan (b) Sampel Sedimen

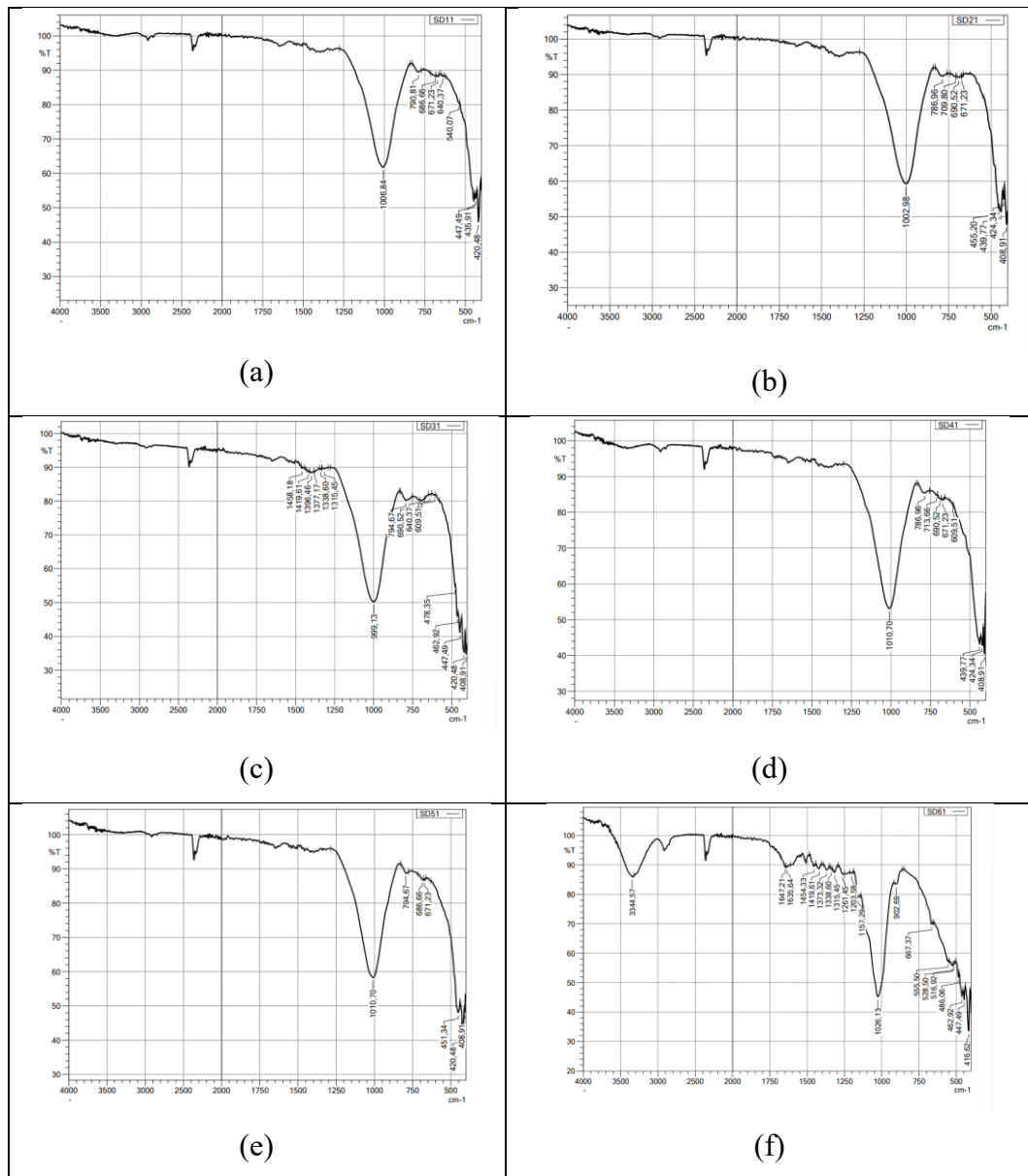
4.4 Identifikasi Mikroplasti dengan Spektrofotometri FT-IR

Setelah dilakukan analisis data pengamatan menggunakan mikroskop, selanjutnya sampel dianalisis menggunakan Spektrofotometri FT-IR. Spektrofotometri FT-IR merupakan instrumen yang digunakan untuk mengetahui gugus kimia mikroplastik yang terdapat pada sampel mikroplastik. Analisis kertas

saring menggunakan FT-IR dilakukan untuk mengetahui senyawa polimer yang terdapat pada kertas saring sehingga dapat mempermudah pada saat analisis data sampel uji. Pembacaan gelombang FT-IR pada rentang panjang gelombang 400 – 4000 cm^{-1} . Hasil uji Spektrofotometri FT-IR pada sampel air dan sampel sedimen di sekitar badan air *ringroad* Yogyakarta ditunjukkan pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10.



Gambar 4.9 Hasil Uji FT-IR Pada Sampel Air di Badan Air Sekitar Ringroad Yogyakarta (a) Titik 1, (b) Titik 2, (c) Titik 3, (d) Titik 4, (e) Titik 6



Gambar 4.10 Hasil Uji FT-IR Pada Sampel Sedimen di Badan Air Sekitar Ringroad Yogyakarta (a) Titik 1, (b) Titik 2, (c) Titik 3, (d) Titik 4, (e) Titik 6

Berdasarkan Gambar 4.9 dan Gambar 4.10, dapat diketahui hasil pengujian Spektrofotometri FT-IR pada badan air sekitar *ringroad* Yogyakarta. Jenis polimer mikroplastik diidentifikasi berdasarkan pada nilai puncak gelombang yang muncul dan dibandingkan dengan daftar tabel analisis Spektrofotometri FT-IR yang terdapat pada Tabel 2.3. Hasil penentuan jenis polimer dari mikroplastik dengan membandingkan puncak gelombang Spektrofotometri FT-IR yang dihasilkan

dengan polimer plastik yang terdapat dalam spectral library dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Pendugaan Jenis Polimer Mikroplastik pada Sampel Air

Sampel Air			
Sampel	<i>Peak</i> (cm ⁻¹)	<i>Peak</i> Acuan (cm ⁻¹)	Pendugaan Jenis Polimer
SA 1 (RU 1)	1029,99	1027	Polystyrene (PS)
	536,21	537	Polystyrene (PS)
	721,38	720	Polyethylene Terephthalate (PET)
SA 2 (RU 2)	1014,56	1013	Polycarbonate (PC)
	555,5	554	Polytetrafluorethylene (PTFE)
	536,21	537	Polystyrene (PS)
SA 3 (RT 3)	1010,7	1013	Polycarbonate (PC)
	509,21	509	Polytetrafluorethylene (PTFE)
SA 4 (RS 4)	1010,7	1013	Polycarbonate (PC)
	686,66	687	Nylon (allpolyamides)
SA 5 (RS 5)	1018,41	1013	Polycarbonate (PC)
	721,38	720	Polyethylene Terephthalate (PET)
	555,5	554	Polytetrafluorethylene (PTFE)
SA 6 (RB 6)	1033,85	1027	Polystyrene (PS)
	717,52	717	High Density Polyethylene (HDPE), Low Density Polyethylene (LDPE)
	505,35	509	Polytetrafluorethylene (PTFE)

Tabel 4. 2 Pendugaan Jenis Polimer Mikroplastik pada Sampel Sedimen

Sampel Sedimen			
Sampel	Peak (cm ⁻¹)	Peak Acuan (cm ⁻¹)	Pendugaan Jenis Polimer
SD 1 (RU 1)	1006,84	1013	Polycarbonate (PC)
	686,66	687	Nylon (allpolyamides)
	540,07	537	Polystyrene (PS)
SD 2 (RU 2)	1002,98	997	Polypropulene (PP)
	690,53	687	Nylon (allpolyamides)
SD 3 (RT 3)	1458	1455	Polypropulene (PP)
	1377,17	1377	Polypropulene (PP)
	690,52	687	Nylon (allpolyamides)
	640,37	638	Polytetrafluorethylene (PTFE)
SD 4 (RS 4)	1010,7	1013	Polycarbonate (PC)
	713,66	717	High Density Polyethylene (HDPE), Low Density Polyethylene (LDPE)
	690,52	687	Nylon (allpolyamides)
SD 5 (RS 5)	1010,7	1013	Polycarbonate (PC)
	686,66	687	Nylon (allpolyamides)
SD 6 (RB 6)	1635,64	1634	Nylon (allpolyamides)
	1454,33	1455	Polypropulene (PP)
	1373,32	1372	Nylon (allpolyamides)
	1203,58	1201	Polytetrafluorethylene (PTFE)
	1157,29	1158	Polycarbonate (PC)
	1026,13	1027	Polystyrene (PS)

Jenis polimer yang teridentifikasi pada sampel air dan sampel sedimen di badan air sekitar ringroad Yogyakarta, yang menunjukkan keragaman kontaminan mikroplastik dilingkungan tersebut. Jenis polimer yang ditemukan mencakup

Polystyrene (PS), *Polycarbonate* (PC), *Polytetrafluorethylene* (PTFE), serta *Nylon*. Selain itu, juga terdeteksi *Polyethylene Terephthalate* (PET), *Polypropylene* (PP), *High Density Polyethylene* (HDPE), dan *Low Density Polyethylene* (LDPE). Keberadaan berbagai polimer ini mencerminkan tingginya potensi pencemaran mikroplastik di area tersebut, yang dapat berdampak negatif pada ekosistem akuatik dan kesehatan lingkungan secara keseluruhan. Pada Tabel 4.3 merupakan identifikasi penggunaan polimer dari hasil pengujian mikroplastik menggunakan Spektrofotometri FT-IR yang terdapat pada sampel air dan sampel sedimen di badan air sekitar *ringroad* Yogyakarta.

Tabel 4. 3 Penggunaan Polimer

Jenis Polimer	Penggunaan
<i>Polystyrene</i> (PS)	Sering digunakan sebagai bahan styrofoam, mangkuk dan tempat minum sekali pakai, kemasan buah dan sayur, wadah telur.
<i>Polycarbonate</i> (PC)	Sering digunakan sebagai bahan pembuatan lensa kaca mata, peralatan medis, komponen otomotif, digital disks (CD, DVD dan Blu-ray), material pembentuk atap dan pelapis dinding.
<i>Polytetrafluorethylene</i> (PTFE)	Sering digunakan sebagai pelapis anti lengket pada panci, wajan, dan peralatan masak lainnya.
<i>Nylon</i>	Sering digunakan sebagai bahan pembuat tali, jalan, parasut dan digunakan sebagai bahan pakaian.
<i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET)	Sering digunakan sebagai bahan produksi botol atau wadah untuk minuman, minuman ringan berkarbonasi dan industri makanan.
<i>Polypropylene</i> (PP)	Sering digunakan sebagai wadah makanan panas, tali, tutup botol, alat pancing, pengikat, suku cadang mobil, lapisan popok sekali pakai.

<i>High Density Polyethylene</i> (HDPE)	Sering digunakan pada kantong belanja, botol shampo, botol detergen dan botol obat.
<i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE)	Sering digunakan sebagai tas (sembako, dry cleaning, roti, kantong makanan beku, koran, sampah), bungkus plastik, pelapis untuk karton kertas susu dan cangkir minuman panas/dingin, beberapa botol yang bisa ditekan (madu, mustar), wadah penyimpanan makanan, tutup wadah dan juga digunakan untuk penutup kawat dan kabel.

Dari jenis polimer yang teridentifikasi pada sampel air dan sampel sedimen di badan air sekitar ringroad Yogyakarta, *Polystyrene* (PS), *Polycarbonate* (PC), *Nylon*, *Polypropylene* (PP), *High Density Polyethylene* (HDPE), dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) merupakan jenis polimer dengan densitas yang rendah. Berdasarkan penelitian, densitas yang rendah akan membuat polimer mengapung pada permukaan air, sedangkan densitas yang tinggi akan membuat polimer tenggelam dan mengendap seperti jenis *Polytetrafluorethylene* (PTFE) dan *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang memiliki densitas tinggi (Bergmann dkk., 2015). Densitas jenis polimer pembentuk plastik dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Jenis Polimer yang Dominan ditemukan dan Densitas Mikroplastik

Jenis Polimer	Density (g/cm³)
<i>Polycarbonate</i> (PC)	1,2 - 1,22
<i>Polystyrene</i> (PS)	1,04 - 1,1
<i>Polytetrafluorethylene</i> (PTFE)	2,18
<i>High Density Polyethylene</i> (HDPE)	0,93 -0,96
<i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE)	0,91 - 0,93
<i>Nylon</i>	1,02 - 1,05
<i>Polypropylene</i> (PP)	0,89 - 0,91
<i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET)	1,38 - 1,39

4.5 Pembahasan

4.5.1 Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

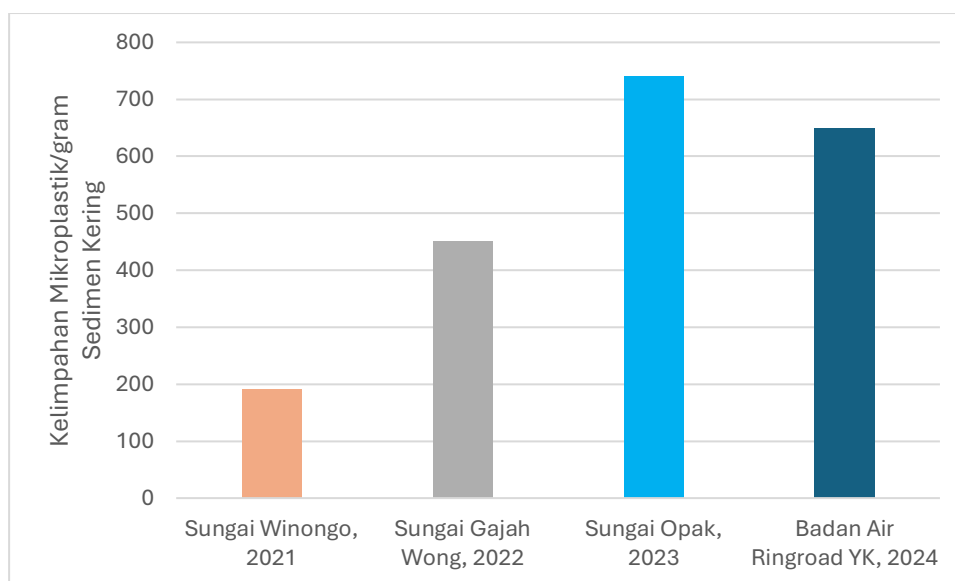
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di badan air sekitar ringroad Yogyakarta ditemukan adanya kontaminasi mikroplastik pada sampel sedimen maupun sampel air. Pada sampel sedimen, tekstur dari sedimen dapat mempengaruhi kemampuan dalam menangkap mikroplastik. Tekstur sedimen yang semakin lunak memiliki kemampuan menangkap mikroplastik menjadi semakin besar. Mikroplastik yang ditemukan pada titik 2 memiliki kelimpahan yang cukup tinggi dengan nilai kelimpahan 117 partikel/gram sedimen kering. Kelimpahan yang tinggi tersebut dikarenakan pada titik 2 memiliki tekstur berlumpur, sehingga mikroplastik tertahan pada sedimen tersebut. Sedimen yang lunak seperti lumpur memiliki celah yang cukup rapat, sehingga menyebabkan mikroplastik terperangkap dengan kuat (Azizah dkk., 2020). Selain itu pada kondisi sekitar pengambilan sampel ditemukan banyak sampah plastik seperti kemasan plastik dan botol kemasan plastik dari aktivitas kegiatan manusia. Sedangkan dapat diketahui pada titik 4 memiliki kelimpahan yang rendah dibandingkan dengan titik lainnya dengan nilai kelimpahan 95 partikel/gram sedimen kering, yang dimana kondisi dasar sungai lokasi pengambilan sampel sedimen ini berpasir dan terdapat batuan cukup besar. Kondisi dasar sungai tersebut mengakibatkan mikroplastik tidak dapat terperangkap atau mengendap didasar.

Kelimpahan mikroplastik pada sedimen dipengaruhi oleh proses sedimentasi. Berdasarkan penelitian, proses sedimentasi mikroplastik secara berkelanjutan dapat menyebabkan partikel tersebut terakumulasi dalam jumlah besar di lapisan sedimen (Azizah dkk., 2020). Proses sedimentasi mikroplastik ini dapat terjadi karena adanya pengaruh gravitasi dan pergerakan melalui kolom air (Ayuningtyas dkk., 2019). Selain itu, mikroplastik dapat tersedimentasi karena adanya aktivitas organisme air yang menyebabkan terjadi biofouling sehingga terjadi perubahan pada densitas mikroplastik yang semakin besar (Mauludy dkk., 2019).

Penelitian mengenai kelimpahan mikroplastik telah diteliti di beberapa sungai di Indonesia, salah satunya yaitu sedimen maupun air sungai di D.I Yogyakarta. Penelitian terdahulu mengenai mikroplastik sedimen sungai di D.I Yogyakarta

berlokasi di Sungai Winongo tahun 2021, Sungai Gajah Wong tahun 2022 dan Sungai Opak 2023. Sedangkan penelitian terdahulu mengenai kelimpahan mikroplastik air sungai di D.I Yogyakarta berlokasi di Sungai Opak tahun 2023.

Hasil perbandingan kelimpahan mikroplastik pada sedimen Sungai Winongo, Sungai Gajah Wong dan Sungai Opak ditunjukan pada Gambar 4.11. Kelimpahan mikroplastik pada sedimen di ketiga sungai ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk tahun pengambilan sampel yang berada dan juga terdapat perbandingan musim saat pengambilan sampel, untuk pengambilan sampel di Sungai Opak dilakukan pada musim kemarau sedangkan pengambilan sampel sedimen di Sungai Winongo dan Sungai Gajah Wong dilakukan pada musim hujan. Perbedaan musim saat pengambilan sampel sangat mempengaruhi hasil kelimpahan mikroplastik dikarenakan konsentrasi mikroplastik lebih tinggi pada saat musim kemarau dibandingkan musim hujan. Kelimpahan mikroplastik sedimen sungai pada penelitian ini dan penelitian terdahulu mempunyai selisih yang tidak terlalu banyak. Hal ini dikarenakan perairan masih banyak dijumpai sampah plastik, terutama pada aliran sungai. Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan plastik pada masyarakat sendiri cukup tinggi karena plastik memiliki sifat yang tahan lama, ringan dan harga yang terjangkau.

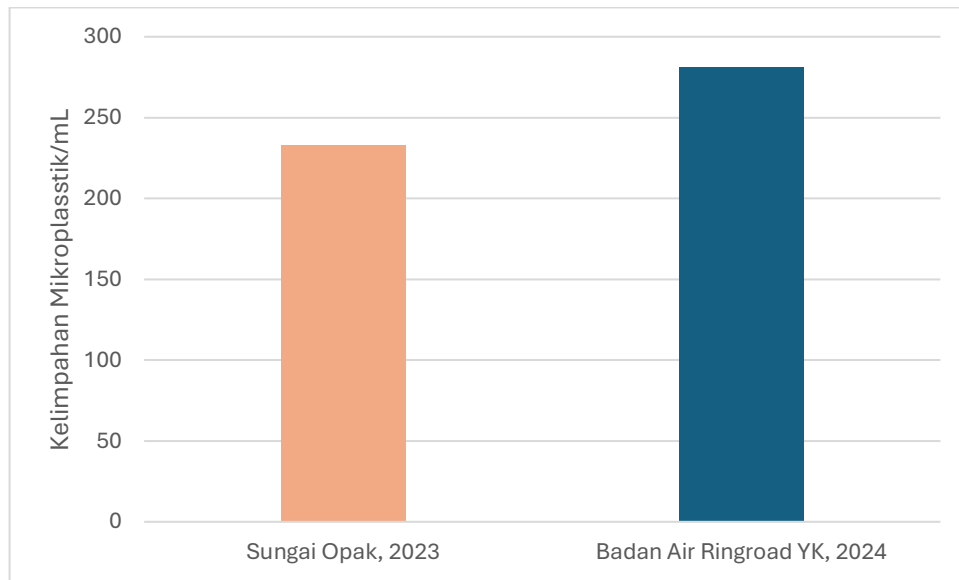


Gambar 4. 11 Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Sungai

Sumber : Putro (2021); Wirendra (2022) dan Kumalasari (2023)

Kemudian mikroplastik yang ditemukan pada titik 2 sampel air memiliki kelimpahan yang cukup tinggi dibandingkan dengan titik sampel air lainnya yaitu 57 partikel/mL. Kelimpahan mikroplastik pada air di sungai ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk tahun pengambilan sampel yang berada dan juga terdapat perbandingan musim saat pengambilan sampel, untuk pengambilan sampel di Sungai Opak dilakukan pada musim hujan. Perbedaan musim saat pengambilan sampel sangat mempengaruhi hasil kelimpahan mikroplastik dikarenakan konsentrasi mikroplastik lebih tinggi pada saat musim kemarau dibandingkan musim hujan. Pada musim hujan terdapat peningkatan volume air sungai, dengan meningkatnya volume air juga menyebabkan mikroplastik akan lebih cepat berpindah tempat. Berdasarkan penelitian Tsang dkk, (2020) menyatakan bahwa konsentrasi mikroplastik pada saat musim hujan lebih sedikit, sedangkan konsentrasi mikroplastik pada musim kemarau lebih tinggi. Kelimpahan mikroplastik air sungai pada penelitian ini dan penelitian terdahulu mempunyai selisih yang tidak terlalu banyak. Hal ini dikarenakan perairan masih banyak dijumpai sampah plastik, terutama pada aliran sungai. Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan plastik pada masyarakat sendiri cukup tinggi karena plastik memiliki sifat yang tahan lama, ringan dan harga yang terjangkau.

Sedangkan hasil perbandingan kelimpahan mikroplastik pada air Sungai Opak ditunjukkan pada Gambar 4.12. Kelimpahan mikroplastik yang tinggi disebabkan oleh aliran air, sampah plastik dari aktifitas disekitar dan buangan limbah rumah tangga maupun industri disekitar badan air. Persebaran mikroplastik di perairan khususnya sungai dipengaruhi oleh arus sungai, kondisi lahan sekitar sungai (Syachbudi, 2020). Selain disebabkan oleh aliran, kondisi sekitar pengambilan sampel ditemukan banyak sampah plastik berupa kemasan plastik dan botol plastik dari aktivitas manusia.



Gambar 4. 12 Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Sungai

Sumber: Raihana (2023)

Perbedaan konsentrasi mikroplastik dari air dan sedimen sungai ini dipengaruhi oleh adanya gaya gravitasi dan massa jenis (densitas) mikroplastik itu sendiri. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Amin dkk. (2021) selama proses degradasi polimer plastik di wilayah perairan, partikel mikroplastik yang terbentuk ada yang memiliki densitas lebih kecil dari air dan ada juga yang memiliki densitas lebih besar dari air. Partikel mikroplastik dengan densitas lebih kecil, akan mengapung di permukaan air, sebaliknya partikel mikroplastik dengan densitas lebih besar cenderung akan mengendap di dalam sedimen air. Kondisi inilah yang dapat mempengaruhi perbedaan jumlah kelimpahan mikroplastik di dalam sedimen dan air, mengingat partikel mikroplastik juga dapat membentuk agregat dengan bahan organik, mikroba, konstituen tanah dan partikel lain sehingga secara otomatis membuat massanya semakin berat hingga akhirnya partikel tersebut mengendap di dasar sungai. Selain itu keberadaan sedimen sungai sendiri diketahui mampu memerangkap mikroplastik, dimana tipe sedimen yang lunak seperti dasar sungai yang berlumpur atau liat memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memerangkap partikel mikroplastik, dibandingkan dengan tipe sedimen yang berpasir atau berbatu.

Menurut pendapat Suprayogi dkk. (2024) tingginya jumlah kelimpahan mikroplastik di lapisan sedimen sungai dibandingkan dengan permukaan air, disebabkan oleh adanya proses deposisi, terperangkap partikel mikroplastik serta berhubungan dengan berbagai elemen dalam ekosistem sungai. Partikel mikroplastik yang telah mengalami degradasi di permukaan sungai lambat laun akan terdeposisi dan terperangkap oleh sedimen sungai. Hal inilah yang menyebabkan mikroplastik lebih banyak terakumulasi di dalam sedimen sungai. Selain itu arus sungai juga ikut mempengaruhi proses deposisi atau pergerakan partikel mikroplastik di perairan. Perbedaan konsentrasi mikroplastik di lapisan sedimen dan air sungai juga dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan perairan seperti tipe sedimen sungai, granulometri, komposisi bahan organik di dasar sungai serta hidrodinamika lokal yang diketahui memiliki peran paling besar dalam proses deposisi dan perpindahan mikroplastik. Tipe sedimen sungai yang halus dapat lebih mudah menjerat partikel mikroplastik dibandingkan dengan tipe sedimen kasar.

4.5.2 Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Berdasarkan hasil pengamatan mikroplastik, ditemukan jenis mikroplastik pada sampel air dan sampel sedimen pada badan air sekitar ringroad Yogyakarta dengan berbagai varian bentuk mikroplastik yang beragam.

Mikroplastik jenis fragment merupakan salah satu jenis mikroplastik dengan presentase yang paling banyak ditemukan pada sampel air dan sampel sedimen di badan air jalan *ringroad* Yogyakarta dengan presentase sebesar 73% pada sampel air dan 74% sampel sedimen. Mikroplastik jenis fragment merupakan pecahan dari sampah produk plastik berukuran besar atau makro seperti botol minum dan kemasan makanan berbahan plastik (De Toyer, 2015). Berdasarkan temuan di lokasi saat pengambilan sampel, masih banyak dijumpai sampah plastik makro seperti botol plastik dan kemasan makanan yang menjadi sumber mikroplastik jenis fragment.

Mikroplastik jenis foam merupakan jenis mikroplastik dengan presentasi paling banyak ke dua setelah mikroplastik jenis fragment yang ditemukan pada sampel air dan sampel sedimen di badan air jalan *ringroad* Yogyakarta dengan presentase sebesar 17% pada sampel air dan 11% sampel sedimen. Foam

merupakan salah satu jenis mikroplastik sekunder yang terbentuk dari fragmen plastik yang lebih besar setelah terurai menjadi partikel yang lebih kecil melalui proses fisik, kimia, dan biologis. Mikroplastik jenis foam berasal dari potongan atau serpihan sampah makro berbahan styrofoam, seperti kemasan makanan (*disposable cups*), potongan pembungkus produk elektronik dan potongan penyimpanan hasil tangkapan. Sumber limbah styrofoam tidak terlepas dari aktivitas seperti perdagangan dan pemukiman yang terdapat di lokasi sampling. Penyebab nilai kepadatan foam tinggi dibandingkan dengan jenis mikroplastik lainnya, dikarenakan lokasi ini terdapat kawasan pemukiman yang cukup padat. Dimana dapat menjadi salah satu sumber peningkatan sampah styrofoam di badan air (Yolla, 2020).

Mikroplastik dengan jenis film ditemukan dalam sampel air sebesar 6% dan 8% pada sampel sedimen. Film merupakan polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik kemasan dan memiliki densitas rendah. Berdasarkan penelitian, mikroplastik jenis ini berasal dari degradasi plastik yang umumnya digunakan sebagai tas plastik (Mauludy dkk., 2019). Tas plastik ini dapat berbahan dasar dari polimer PE, PP, low density polyethylene (LDPE) dan high density polyethylene (Azizah dkk., 2020).

Mikroplastik jenis fiber berasal dari serat sintetis yang terdegradasi dari baju yang dibuang sebagai sampah maupun baju yang dicuci oleh masyarakat. Mikroplastik jenis fiber dapat berasal dari limbah cucian baju yaitu sisa benang pakaian, selain itu dapat berasal dari fragmentasi monofilamen alat tangkap ikan yang digunakan oleh masyarakat seperti jala, alat pancing dan jaring tangkap (Hiwari dkk., 2019).

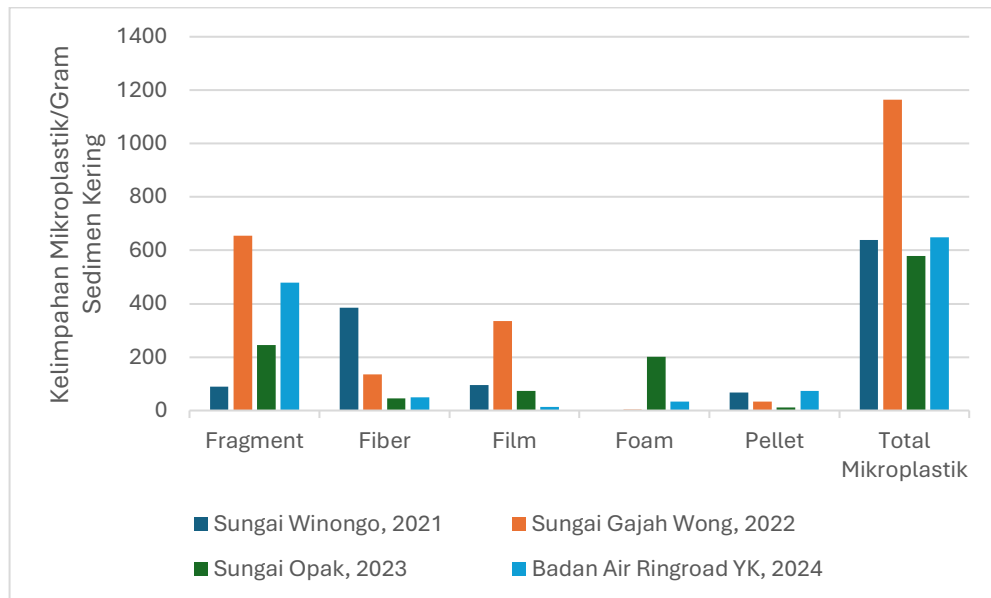
Mikroplastik jenis pellet merupakan jenis mikroplastik sekunder yang terbentuk dari degradasi mikroplastik primer yang lebih besar. Mikroplastik jenis pellet memiliki bentuk bulat, permukaan yang halus dan merupakan bahan baku utama yang biasanya digunakan untuk membuat produk berbahan plastik (Azizah dkk., 2020).

Pada Gambar 4.13 menunjukkan grafik perbandingan sampel sedimen antara penelitian di badan air sekitar ringroad Yogyakarta dengan penelitian di Sungai

Winongo, Sungai Gajah Wong, dan Sungai, fragment merupakan jenis mikroplastik yang paling sering ditemukan. Sedangkan pada Gambar 4.14 menunjukkan perbandingan sampel air antara penelitian di badan air sekitar ringroad Yogyakarta dengan penelitian di Sungai Gajah Wong. Mikroplastik jenis fragment paling dominan ditemukan pada sampel sedimen di Sungai Gajah Wong sebanyak 655 partikel mikroplastik/gram sedimen kering. Mikroplastik jenis fragment yang ditemukan di Sungai Gajah Wong berasal dari fragmentasi botol minuman dan kantong plastik (Wirendra, 2022). Sedangkan mikroplastik jenis fragment yang ditemukan pada sampel air di Sungai Opak sebesar 105 partikel mikroplastik/mL (Raihana, 2023). Mikroplastik jenis fragment yang ditemukan berasal dari botol minuman, kantong plastik dan potongan pipa.

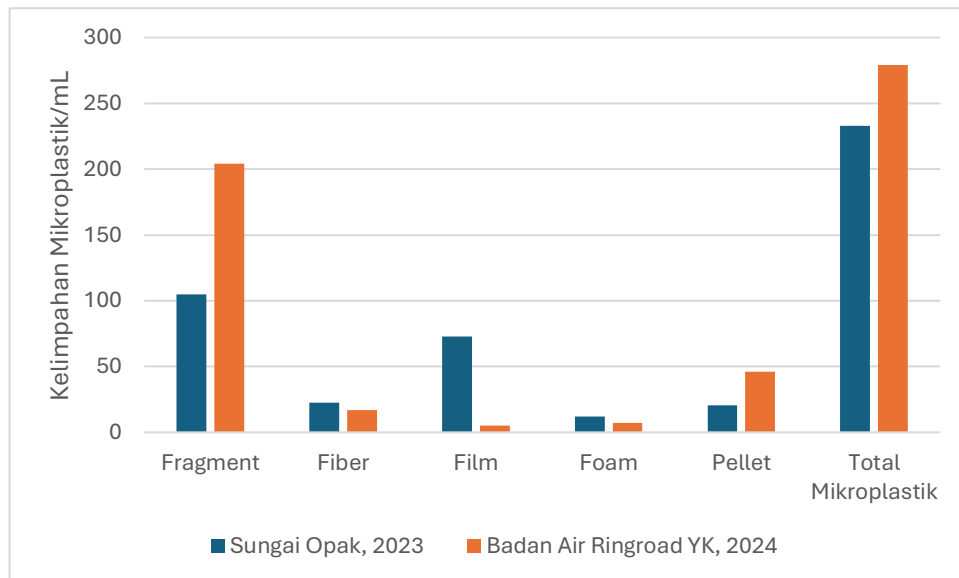
Penelitian yang dilakukan pada Sungai Winongo jenis fiber yang paling banyak ditemukan pada sampel sedimen sebanyak 385 partikel mikroplastik/gram sedimen kering. Sungai Winongo banyak ditemukan sampah berserakan seperti karung, tali dan kain baju yang dapat menghasilkan mikroplastik jenis fiber. Selain itu, terdapat kegiatan memancing oleh masyarakat, peralatan memancing seperti tali pancing, perangkap atau jaring ikan yang tertinggal di lokasi tersebut dapat menghasilkan mikroplastik jenis fiber (Putro, 2021). Sedangkan mikroplastik jenis fiber yang ditemukan pada sampel air di Sungai Opak sebesar 23 partikel mikroplastik/mL (Raihana, 2023).

Kemudian pada penelitian badan air disekitar ringroad Yogyakarta paling banyak ditemui di sampel sedimen mikroplastik jenis fragment sebanyak 479 partikel mikroplastik/gram sedimen kering. Sedangkan pada sampel air jenis fragment sebanyak 204 partikel mikroplastik/mL.



Gambar 4. 13 Perbandingan Jenis Mikroplastik Pada Sampel Sedimen

Sumber: Wirendra (2022); Putro (2021) dan Kumalasari (2023)



Gambar 4. 14 Perbandingan Jenis Mikroplastik Pada Sampel Air

Sumber: Raihana (2023)

Mikroplastik berbentuk *fragment* adalah jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan di sampel air dan sedimen penelitian ini, dengan jumlah masing-masing sebesar 204 partikel/ml dan 479 partikel/gram. Hasil tersebut juga sejalan

dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Utami dkk. (2021) bahwa pada sungai Code, Winongo dan Gajahwong telah ditemukan partikel mikroplastik berbentuk *fragment* dengan kelimpahan paling besar yaitu berjumlah 276 partikel/kg (43%), kemudian diikuti oleh bentuk fiber (34%), film (23%) dan pellet dengan kelimpahan paling kecil 1,12 partikel/kg (0,1%). Mikroplastik berbentuk *fragment* diidentifikasi. Mikroplastik berbentuk *fragment* diidentifikasi sebagai partikel hasil fragmentasi polimer plastik jenis *Polypropylene*, *Polyethylene* dan *Polystyrene*. Mikroplastik berbentuk *fragment* memiliki karakteristik tepian yang cenderung bergerigi, dihasilkan dari mikroplastik sekunder dan polymer bertekstur keras seperti kemasan air minum, botol bekas, plastik kemasan dan lain sebagainya. Oleh karena itu mikroplastik berbentuk *fragment* lebih banyak ditemukan di penelitian ini, mengingat kondisi badan air sekitar *Ringroad* Yogyakarta banyak ditemukan polimer sampah botol air minum sekali pakai, plastik kemasan makanan karena lokasi badan air ini melalui area pemukiman yang tidak luput dari aktivitas antropogenik masyarakat setempat seperti kebiasaan membuang sampah di area sungai. Menurut pendapat Pamungkas dkk. (2022) akumulasi mikroplastik berbentuk *fragment* di badan air mengindikasikan bahwa area tersebut telah tercemar sampah plastik hasil aktivitas antropogenik. Hal ini dikarenakan mikroplastik berbentuk *fragment* merupakan hasil pemecahan sampah plastik tebal atau keras seperti botol air minum, kemasan plastik makanan atau bungkus makanan dan jenis sampah plastik lainnya yang dihasilkan dari industri makanan dan minuman.

Mikroplastik berbentuk *foam* di penelitian ini menjadi jenis mikroplastik dengan urutan kedua paling banyak ditemukan setelah bentuk *fragment*, dimana pada sampel air ditemukan sebanyak 47 partikel/ml dan pada sampel sedimen sebanyak 74 partikel/gram. Sebaliknya pada penelitian yang dilakukan oleh Utami dkk. (2021) menunjukkan bahwa pada sungai Code, Winongo dan Tambakbayan tidak ditemukan mikroplastik berbentuk *foam*, karena bentuk mikroplastik yang ditemukan adalah bentuk *fragment* (43%), fiber (34%), film (23%) dan pellet (0,1%). Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan titik lokasi sampling, meskipun area sungai yang diteliti serupa. Hal ini dikarenakan lokasi sampling yang

berbeda, akan berdampak pada perbedaan kelimpahan jumlah, warna, bentuk serta jenis polimer mikroplastik. Mikroplastik berbentuk *foam* pada dasarnya merupakan hasil fragmentasi polimer jenis *styrofoam*. Menurut pendapat Susanto dkk. (2023) mikroplastik jenis *foam* memiliki karakteristik unik karena warnanya yang putih dan teksturnya kenyal. Keberadaan mikroplastik jenis ini mengindikasikan bahwa area perairan tersebut telah tercemar oleh sampah domestik, hal ini dikarenakan jenis polimer *styrofoam* umumnya digunakan untuk wadah makanan sekali pakai, *cup mie instan*, pembungkus alat elektronik dan lain sebagainya. Sedangkan *Polystyrene* adalah jenis polimer yang teridentifikasi dapat menghasilkan mikroplastik bentuk *foam*. Pernyataan tersebut juga sejalan dengan kondisi di lokasi penelitian, bahwa badan air sekitar *Ringroad* Yogyakarta diketahui melalui pemukiman yang tentunya banyak ditemukan rumah makan, sehingga keberadaan sampah *styrofoam* banyak ditemukan di perairan tersebut, dan pada akhirnya menghasilkan mikroplastik bentuk *foam*.

4.5.3 Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Warna

Menurut (Hiwari dkk., 2019) Mikroplastik berwarna hitam memiliki kemampuan dalam menyerap ion logam dan bahan organik serta polutan lain secara baik. Warna pada mikroplastik dapat disebabkan oleh akumulasi logam berat. Logam berat pada plastik dapat mempengaruhi warna pada mikroplastik ketika mengalami degradasi. Selain itu mikroplastik transparan disebabkan oleh warna asli plastik atau akibat degradasi fisik atau oksidatif, paparan sinar UV atau penyerapan bahan kimia (Djumanto, 2011). Warna mikroplastik juga mengindikasikan lama waktu tinggal di permukaan serta tingkat pelapukan. Warna mikroplastik berwarna terang yang ditemukan yaitu merah yang diduga berasal dari aktivitas manusia sekitar perairan. Mikroplastik berwarna dapat berasal dari buangan kemasan produk dan pakaian dari pemukiman. Mikroplastik berwarna sebagian besar tertelan oleh ikan pemakan plankton sehingga prevalensi mikroplastik berwarna untuk termakan oleh ikan besar karena menyerupai makanan alaminya. Mikroplastik berwarna lebih rentan tercemar oleh biota laut, karena memiliki warna menarik yang dapat menyebabkan kematian bagi biota laut sehingga keberadaannya menjadi ancaman biologis (Zhao dkk., 2022).

Seperti yang diketahui warna mikroplastik yang dominan di penelitian ini adalah warna cokelat lalu diikuti warna hitam, sedangkan warna merah, transparan, biru dan hijau hanya ditemukan dalam jumlah yang lebih kecil (<10%). Banyaknya mikroplastik berwarna cokelat yang berhasil teridentifikasi dipengaruhi oleh aktivitas biota perairan yang dapat menyalahartikan keberadaan partikel mikroplastik berwarna terang (biru, hijau, kuning, merah) sebagai mangsa (sumber makanan). Sebaliknya hasil penelitian yang dilakukan oleh Utami dkk. (2021) menunjukkan bahwa pada sungai Code, Winongo dan Gajahwong paling banyak ditemukan mikroplastik dengan 3 warna dominan yaitu transparan (43%), abu-abu (19%) dan cokelat (17%), sedangkan mikroplastik berwarna terang hanya ditemukan sebagian kecil saja. Hasil tersebut membuktikan bahwa kelimpahan mikroplastik berwarna terang memiliki jumlah lebih sedikit akibat pengaruh aktivitas biota perairan. Menurut pendapat Horie dkk. (2024) beberapa biota perairan diketahui memiliki preferensi khusus terhadap warna mikroplastik. Fakta bahwa biota perairan seperti ikan dan krustasea tidak dapat membedakan antara mangsa dan partikel mikroplastik, membuat akumulasi mikroplastik dapat ditemukan di jaringan tubuh biota air. Beberapa penelitian juga telah membuktikan bahwa hanya mikroplastik yang berwarna terang terutama warna biru, merah dan kuning yang secara tidak sengaja termakan oleh biota air dan menghindari mikroplastik berwarna gelap (cokelat, hitam) serta mikroplastik berwarna putih (transparan). Akibat dari aktivitas tersebut keberadaan mikroplastik berwarna terang di perairan dan sedimen tidak banyak banyak ditemukan dibandingkan mikroplastik berwarna cokelat dan hitam, karena sebagian besar mikroplastik berwarna terang secara tidak sengaja termakan oleh biota perairan. Oleh karena itu kondisi di atas menjadi salah satu penyebab mengapa kelimpahan mikroplastik berwarna cokelat lebih banyak ditemukan dibandingkan dengan mikroplastik berwarna biru, merah dan hijau.

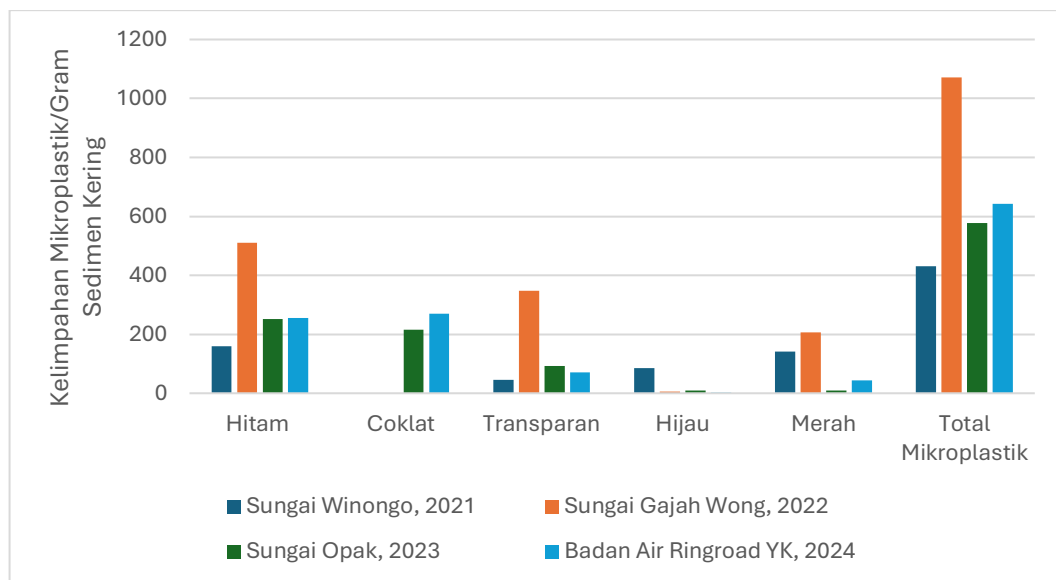
Alasan lain mengapa kelimpahan mikroplastik berwarna gelap (cokelat dan hitam) lebih banyak ditemukan di sampel air dan sedimen badan air *Ringroad* Yogyakarta adalah karena mikroplastik berwarna gelap dapat terindikasi belum mengalami proses *discoloring* (perubahan warna)(Kedang dkk. 2022). Meskipun

warna mikroplastik pada dasarnya dapat ditentukan berdasarkan jenis warna polimernya, akan tetapi proses *discoloring* akibat paparan sinar UV juga menjadi salah satu penyebab adanya perbedaan kelimpahan warna mikroplastik di badan air. Pernyataan tersebut sejalan dengan pendapat Kedang dkk. (2022) bahwa selain proses fragmentasi, mikroplastik juga diketahui mengalami proses *discoloring* atau perubahan warna, dimana semakin lama partikel mikroplastik terpapar oleh sinar matahari, maka warna pada mikroplastik semakin cepat memudar. Maka dari itu warna mikroplastik dapat digunakan sebagai indeks proses fotodegradasi sekaligus penentu lamanya mikroplastik terpapar di lingkungan serta tingkat pelapukannya. Mikroplastik berwarna terang seperti biru, hijau, kuning diindikasikan telah mengalami proses *discoloring* dengan warna putih atau transparan sebagai hasil akhir proses tersebut. Hal ini dikarenakan warna putih menandakan partikel tersebut telah sepenuhnya kehilangan pigmen warna akibat paparan ekstrem sinar UV. Sedangkan mikroplastik berwarna gelap seperti coklat dan hitam dapat mengindikasikan bahwa partikel mikroplastik masih berada pada tahap awal proses *discoloring* (belum banyak mengalami perubahan warna. Mengingat proses sampling dilakukan pada periode musim penghujan dengan intensitas paparan sinar matahari lebih rendah, maka memungkinkan jika jenis mikroplastik berwarna gelap lebih banyak ditemukan dibandingkan dengan mikroplastik berwarna terang. Kondisi ini juga dialami oleh Wilyalodia dkk. (2023) bahwa pada musim penghujan, mikroplastik berwarna gelap lebih banyak ditemukan pada sampel air dan sedimen di sungai Ciliwung.

Pada Gambar 4.15 menunjukkan grafik perbandingan sampel sedimen antara hasil penelitian badan air sekitar *ringroad* Yogyakarta dengan penelitian di Sungai Winongo, Sungai Gajah Wong dan Sungai Opak. Sedangkan pada Gambar 4.16 menunjukkan grafik perbandingan sampel air antar hasil penelitian badan air sekitar *ringroad* Yogyakarta dengan sampel air Sungai Opak. Mikroplastik dengan warna hitam paling dominan ditemukan pada sedimen di Sungai Gajah Wong sebanyak 511 partikel mikroplastik/gram sedimen kering (Wirendra, 2022). Kemudian pada Sungai Opak ditemukan warna hitam sebanyak 252 partikel mikroplastik/gram sedimen kering (Kumalasari, 2023). Sedangkan pada badan air sekitar *ringroad*

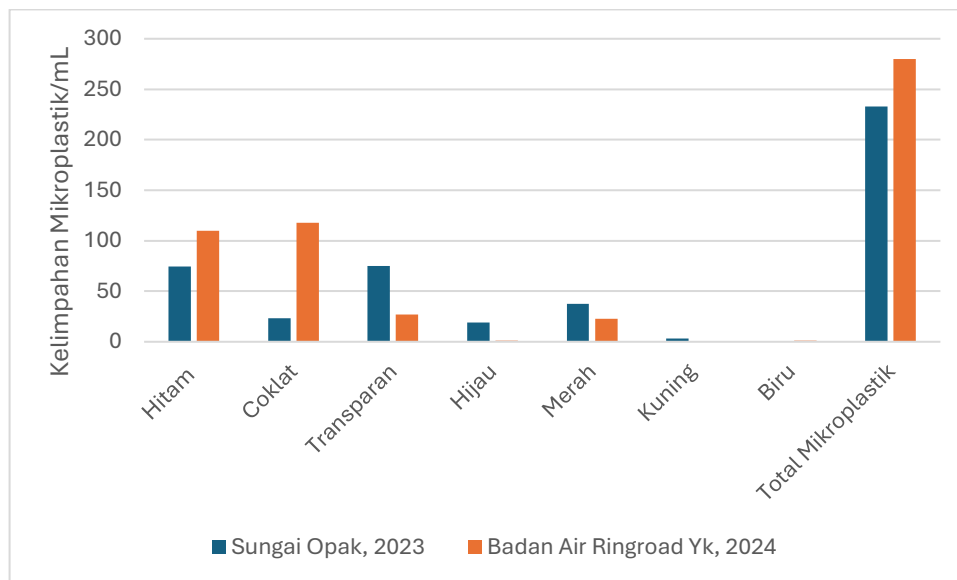
Yogyakarta ditemukan warnaa yang dominan sebanyak 256 partikel mikroplastik/gram sedimen kering. Warna hitam ini mengindikasikan banyaknya kontaminan yang menempel pada mikroplastik dan partikel lainnya. Warna hitam pada mikroplastik juga mampu untuk menyerap ion Logam dan bahan organik serta polutan lain secara baik. Warna pada mikroplastik dapat dipengaruhi oleh akumulasi dari logam berat. Logam berat pada plastik nantinya dapat mempengaruhi warna pada mikroplastik ketika mengalami degradasi (Hiwari dkk., 2019).

Penelitian yang dilakukan pada air Sungai Opak memiliki warna yang dominan yaitu warna hitam sebanyak 75 partikel/mL (Raihana, 2023). Sedangkan warna yang dominan pada penelitian badan air sekitar ringroad Yogyakarta berwarna coklat sebanyak 118 partikel/mL.



Gambar 4. 15 Perbandingan Warna Mikroplastik Pada Sampel Sedimen

Sumber: Wirendra (2022); Putro (2021) dan Kumalasari (2023)



Gambar 4. 16 Perbandingan Warna Mikroplastik Pada Sampel Air

Sumber: Raihana (2023)

4.6 Rekomendasi Pengelolaan Lingkungan

Upaya pengelolaan dan pencegahan sampah merupakan cara yang sangat penting untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan, termasuk pencemaran air akibat sampah plastik. Dengan semakin sadarnya masyarakat akan dampak negatif sampah terhadap lingkungan, banyak pihak baik pemerintah, lingkungan, perusahaan, masyarakat, maupun individu berupaya menciptakan strategi pengelolaan dan pencegahan yang efektif. Masyarakat dan pemerintah bertanggung jawab untuk menjaga lingkungan hidup dan mewujudkan pola hidup sehat. Penerapan kebijakan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup serta perspektif hukum di Indonesia sangat penting untuk menjaga lingkungan hidup. Setiap orang berhak atas lingkungan hidup yang bersih dan sehat. Selain itu, masyarakat juga diberi peran aktif dalam mengelola dampak lingkungan hidup (Saputra dkk., 2024).

Upaya yang paling penting dalam mengurangi adalah penggunaan plastik sekali pakai. Hal ini dapat dilakukan dengan mengganti kantong plastik dengan kantong kain atau kantong belanja yang dapat digunakan setiap saat. Selain itu, menghindari penggunaan sedotan plastik, botol air plastik, dan wadah makanan

dapat mengurangi jumlah plastik yang berakhir di ekosistem pesisir. Selain itu, penegelolaan sampah sangat penting untuk mencegah masuknya sampah plastik. Pemerintah dan masyarakat harus bekerja sama untuk menciptakan infrastruktur pengelolaan sampah padat dan pentingnya pengelolaan sampah yang baik (Mahmud dkk., 2022).

Salah satu langkah krusial dalam pengelolaan sampah adalah terdapatnya infrastruktur yang memadai untuk pengumpulan, pemilahan, dan pemrosesan limbah. Sistem ini melibatkan pembuangan sampah yang terorganisir, fasilitas daur ulang yang efektif, dan metode pengolahan limbah yang ramah lingkungan. Pada hal ini pemerintah memiliki peran penting untuk mengembangkan dan memelihara infrastruktur ini. Pengembangan teknologi dan inovasi dalam pengelolaan limbah dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam mengatasi sampah.

Selain itu, pemerintah dapat berperan penting dalam menentukan perubahan perilaku dan praktik industri melalui pembentukan kebijakan dan peraturan yang tegas. Pembatasan penggunaan plastik sekali pakai, meningkatkan standar pengelolaan limbah industri, dan insentif untuk praktik berkelanjutan yang membentuk lingkungan lebih baik. Serangkaian upaya ini diharapkan dapat menciptakan perubahan positif dalam pengelolaan dan pencegahan sampah, khususnya dalam permasalahan pencemaran air oleh sampah plastik. Kesadaran akan pentingnya tindakan ini tidak hanya harus dimiliki oleh pemerintah dan industri, akan tetapi harus menjadi tanggung jawab bersama bagi setiap individu untuk melibatkan diri dalam hidup yang berkelanjutan dan berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang identifikasi kelimpahan mikroplastik pada badan air sekitar ringroad Yogyakarta, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari penelitian yang dilakukan, peneliti dapat menyimpulkan bahwa badan air sekitar ringroad Yogyakarta sudah tercemar oleh mikroplastik dimana jumlah kelimpahan pada sampel air sebanyak 281 partikel/mL air, dengan rentang 26 – 57 partikel/mL air. Sedangkan kelimpahan pada sampel sedimen sebanyak 649 partikel/gram sedimen kering, dengan rentang 95 – 117 partikel/gram sedimen kering.
2. Bentuk mikroplastik yang ditemukan pada badan air sekitar ringroad Yogyakarta jika diurutkan mulai dari yang paling dominan pada sampel air adalah bentuk fragment sebanyak 202 partikel, foam sebanyak 47 partikel, film sebanyak 17 partikel, pellet sebanyak 7 partikel, dan fiber sebanyak 6 partikel. Sedangkan pada sampel sedimen bentuk fragment sebanyak 480 partikel, foam sebanyak 74 partikel, film sebanyak 49 partikel, pellet sebanyak 32 partikel, dan fiber sebanyak 13 partikel. Selain itu ditemukan beragam jenis warna diantaranya hitam, coklat, transparan, merah, biru, dan hijau. Warna yang paling dominan pada sampel air adalah coklat sebanyak 118 partikel, hitam sebanyak 110 partikel, transparan sebanyak 27 partikel, merah sebanyak 23 partikel, biru sebanyak 1 partikel, dan hijau sebanyak 1 partikel. Sedangkan warna yang paling dominan pada sampel sedimen adalah coklat sebanyak 271 partikel, coklat sebanyak 256, transparan sebanyak 72 partikel, merah sebanyak 44 partikel, biru sebanyak 4 partikel, dan hijau sebanyak 2 partikel.
3. Jenis senyawa polimer mikroplastik di badan air sekitar ringroad Yogyakarta terdeteksi saat uji Spektrofotometri FT-IR adalah *Polystyrene* (PS), *Polycarbonate* (PC), *Polytetrafluorethylene* (PTFE), *Nylon*,

Polyethylene Terephthalate (PET), Polpropylene (PP), High Density Polyethylene (HDPE), dan Low Density Polyethylene (LDPE).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyatakan pada penelitian selanjutnya untuk:

1. Memperhatikan waktu pada saat proses WPO (*Wet Peroxide Oxidation*).
2. Perlu pemahaman dan ketelitian yang tinggi terkait pengelompokkan jenis mikroplastik fragment, fiber, film, foam, dan pellet untuk mencegah kesalahan identifikasi mikroplastik.
3. Perlunya pemahaman dalam pembacaan hasil dari Spektrofotometri FT-IR mengenai nilai peak dengan score kemiripan peak.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, B., Febriani, I. S., Nurrachmi, I., & Fauzi, M. (2021). The Occurrence and Distribution of Microplastic in Sediment of the Coastal Waters of Bengkalis Island Riau Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 695(1), 1–14. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/695/1/012041>
- Anisa Raihana Malau. (2023). *Identifikasi Keberadaan Dan Bentuk Mikroplastik Pada Air Sungai Opak, D.I Yogyakarta*.
- Ayuningtyas, W.C. (2019) ‘Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuwirip, Gresik, Jawa Timur’, *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), pp. 41–45. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5>.
- Azizah, P., Ridlo, A., & Suryono, C. A. (2020). Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 326–332. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.28197>.
- Azizy, A., Mustika, D., Fairus, S., Puspito, D. F. (2022). 'Analisis Mikroplastik di Perairan Laut dan Sedimen Wilayah Indonesia'. Yogyakarta: Nas Media Pustaka
- Basri, S. K., Basri, K., Syaputra, E. M., & Handayani, S. (2021). Microplastic Pollution in Waters and its Impact on Health and Environment in Indonesia: A Review. *Journal of Public Health for Tropical and Coastal Region*, 4(2), 63–77. <https://doi.org/10.14710/jphtcr.v4i2.10809>
- Bergmann, M., Gutow, L., & Klages, M. (2015). Marine anthropogenic litter. In *Marine Anthropogenic Litter*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>.
- De Troyer, N. (2015). Occurrence and distribution of microplastics in the Scheldt river.
- Dewi, N.M.N.B.S. (2022) ‘Studi Literatur Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan’, *Jurnal Sosial Sains dan Teknologi*, 2(2), pp. 239–250.

- Djumanto, & Probosunu, N. (2011). Biodiversitas sumber daya ikan di hulu Sungai Opak [Biodiversity of fisheries resources in upstream of Opak River]. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(1), 1–10. <http://www.jurnal-iktiologi.org/index.php/jii/article/view/144>.
- Fadhilah, W., Sofiana, M. S. J., Kushadiwijayanto, A. A. (2023) ‘Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Pulau Temajo Mempawah Kalimantan Barat’, *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 6(3), p. 134. Available at: <https://doi.org/10.26418/lkuntan.v6i3.64222>.
- Gutiérrez-Rial, D., Villar, I., Álvarez-Troncoso, R., Soto, B., Mato, S., & Garrido, J. (2024). Assessment of Microplastic Pollution in River Ecosystems: Effect of Land Use and Biotic Indices. *Water (Switzerland)*, 16(10), 1–15. <https://doi.org/10.3390/w16101369>
- Habib, R. Z., Ramachandran, T., Hamed, F., Kindi, R. Al, Mourad, A.-H. I., & Thieman, T. (2022). Microplastic in an Arid Region: Identification, Quantification and Characterization on and Alongside Roads in Al Ain, Abu Dhabi, United Arab Emirates. *Journal of Environmental Protection*, 13(10), 671–688. <https://doi.org/10.4236/jep.2022.1310043>
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. (2019). *Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote , Provinsi Nusa Tenggara Timur Condition of microplastic garbage in sea surface water at around Kupang and Rote , East Nusa Tenggara Province*. 5, 165–171. <https://doi.org/10.13057/psnmmbi/m050204>.
- Horie, Y., Mitsunaga, K., Yamaji, K., Hirokawa, S., Uaciquete, D., Ríos, J. M., Yap, C. K., & Okamura, H. (2024). Variability in Microplastic Color Preference and Intake Among Selected Marine and Freshwater Fish and Crustaceans. *Discover Oceans*, 1(1). <https://doi.org/10.1007/s44289-024-00005-w>
- Kabir, S. M. A., Bhuiyan, M. A., Zhang, G., & Pramanik, B. K. (2023). Microplastic Distribution and Ecological Risks: Investigating Road Dust and Stormwater Runoff Across Land Uses. *Environmental Science: Advances*, 3(1), 62–75.

<https://doi.org/10.1039/d3va00128h>

- Kang, H., Park, S., Lee, B., Kim, I., Kim, S. (2022) ‘Concentration of Microplastics in Road Dust as a Function of the Drying Period-A Case Study in G City, Korea’, *Sustainability (Switzerland)*, 14(5), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.3390/su14053006>.
- Kedang, A. S. S., Masitah, Jailani, Kurniawati, Z. L., Nasution, R., & Rosrinda, E. (2022). Identification of Microplastic Content in Several Types of Shellfish in Tanjung Batu Waters, Berau Regency. *Genbinesia Journal of Biology*, 2(1), 1–8.
- Kumalasari, N. (2023). *Identifikasi Mikroplastik pada Sedimen di Sungai Opak, Di Yogyakarta*.
- Kurniawan, M.A., Nugroho, S., Adnan, F., Zulya, F. (2023) ‘Analisis Keterkaitan Kelimpahan Mikroplastik Dengan Keberadaan Sampah Plastik Di Sungai Mahakam, Kecamatan Muara Kaman’, *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, 7(1), p. 20. Available at: <https://doi.org/10.30872/jtlunmul.v7i1.10822>.
- Lestari, S. I., Ningsih, S., & Marni, L. G. (2023). An Analysis of Microplastics Contamination on Road Dust Around Jambi’s Angso Duo Market. *BUMI: International Journal of Environmental Reviews*, 01(02), 42–49. <https://ejournal.lp2m.uinjambi.ac.id/ojp/index.php/bumi/article/view/2222>
- Luo, Z., Zhou, X., Su, Y., Wang, H., Yu, R., Zhou, S., Su, E. G., Xing, B. (2021) ‘Environmental Occurrence, Fate, Impact, and Potential Solution of Tire Microplastics: Similarities and Differences With Tire Wear Particles’, *Science of the Total Environment*, 795(4), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148902>.
- Mahmud, A., Wasif, M. M., Roy, H., Mehnaz, F., Ahmed, T., Pervez, M. N., Naddeo, V., & Islam, M. S. (2022). Aquatic Microplastic Pollution Control Strategies: Sustainable Degradation Techniques, Resource Recovery, and Recommendations for Bangladesh. *Water (Switzerland)*, 14(23).

<https://doi.org/10.3390/w14233968>.

- Marliantari, S. (2022) 'Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan di Sulawesi Selatan', *Environmental Pollution Journal*, 2(3), pp. 519–526. Available at: <https://doi.org/10.58954/epj.v3i3.102>.
- Mauludy, M. S., Yunanto, A., & Yona, D. (2019). Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), 73. <https://doi.org/10.22146/jfs.45871>.
- Miera-Domínguez, H., Lastra-González, P., Indacoechea-Vega, I., & Castro-Fresno, D. (2024). What is Known and Unknown Concerning Microplastics From Tyre Wear? *Road Materials and Pavement Design Journal*, 25(8), 1658–1679. <https://doi.org/10.1080/14680629.2023.2281956>
- Mon, E. E., Tun, T. Z., Agusa, T., Yeh, H. M., Huang, C. H., & Nakata, H. (2022). Monitoring of Microplastics in Road Dust Samples From Myanmar and Taiwan. *Environmental Monitoring and Contaminants Research*, 2(1), 112–119. <https://doi.org/10.5985/emcr.20220008>
- Myszka, R., Enfrin, M., & Giustozzi, F. (2021). Microplastics in Road Dust: A Practical Guide For Identification and Characterisation. *Journal Chemosphere*, 4(12), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.137757>
- Pamungkas, N. A. G., Hartati, R., Redjeki, S., Riniatsih, I., Suprijanto, J., Supriyo, E., & Widianingsih, W. (2022). Karakteristik Mikroplastik pada Sedimen dan Air laut di Muara Sungai Wulan Demak. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(3), 421–431. <https://doi.org/10.14710/jkt.v25i3.14923>
- Pradiptaadi, B.P.A. and Fallahian, F. (2022) 'Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air dan Sedimen di Kawasan Hilir DAS Brantas', *Environmental Pollution Journal*, 2(1), pp. 344–352. Available at: <https://doi.org/10.58954/epj.v2i1.39>.
- Putro, D. H. W. (2021). *Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Sedimen di Sungai Winongo Yogyakarta*. 1–72.

- Rahman, M. A. (2022). Identifikasi Keberadaan Dan Bentuk Mikroplastik Pada Air Di Sungai Gajah Wong, D.I. Yogyakarta.
- Rohyanti, S., Ridwan, I., & Nurlina. (2015). Analisis Limpasan Permukaan dan Pemaksimalan Resapan Air Hujan di Daerah Tangkapan Air (Dta) Sungai Besar Kota Banjarbaru untuk Pencegahan Banjir. *Jurnal Fisika FLUX*, 12(2), 128–139.
- Rosso, B., Bravo, B., Gregoris, E., Barbante, C., Gambaro, A., & Corami, F. (2023). Quantification and Chemical Characterization of Plastic Additives and Small Microplastics (<100 µm) in Highway Road Dust. *Toxics*, 11(936), 1–18. <https://doi.org/10.3390/toxics11110936>
- Saputra, D. N., Ritonga, A. I., Utama, S. P., Studi, P., Sumber, P., Alam, D., Pertanian, F., Bengkulu, U., Pertanian, D. F., & Bengkulu, U. (2024). Dampak Mikroplastik terhadap Ekosistem Pesisir : Sebuah Telaah Pustaka. 3(3), 352–358. <https://doi.org/10.55123/insologi.v3i3.3628>.
- Sem, H., Mustakim, M. dan Ghitarina (2023) ‘Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Kembung (*Rastrelliger brachysoma*) di Tempat Pelelangan Ikan Selili Kota Samarinda, Kalimantan Timur’, *Tropical Aquatic Sciences*, 2(2), pp. 228–235.
- Sidiqi, F.M., Yulianto, B. dan Suprijanto, J. (2023) ‘Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik di Perairan Kolam Labuh dan Sungai Blangor Kecamatan Palang, Tuban’, *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(3), pp. 514–522. Available at: <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i3.18498>.
- Suherman, H., & Firmansyah, A. (2017). Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Di Wilayah Hilir Aliran Kali Angke. *Jurnal Konstruksia*, 8(2), 79–95.
- Suprayogi, D., Utama, T. T., Hadi, M. I., Agung, T. S., & Rizqiyah, Z. (2024). Distribution and Abundance of Microplastics in Underground Rivers in the South Malang Karst Area: First Evidence in Indonesia. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 16(2), 101–109. <https://doi.org/10.20473/jkl.v16i2.2024.101->

- Susanto, C. A. Z., Fitria, S. N., Purwaningrum, D., Fadila, M. D., Triajie, H., & Chandra, A. B. (2023). Kajian Kelimpahan Mikroplastik Pada Berbagai Tekstur Sedimen Di Kawasan Pantai Wisata Mangrove Desa Labuhan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 3(4), 143–150. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i4.18001>
- Syachbudi, R. R. (2020). Identifikasi keberadaan dan bentuk mikroplastik pada sedimen dan ikan di Sungai Code, D.I Yogyakarta.
- Tsang, Y.Y., Mak, C.W., Liebich, C., Lam, S.W., Sze, E.T.P. & Chan, K.M. 2020. Spatial and Temporal Variations of Coastal Microplastic Pollution in Hongkong. *Marine Pollution Buletin*.
- Utami, I., Pidianto, P., Tricahya, F. H., & Rahmawati, S. (2021). Initial Investigation of Microplastic Pollution in River Sediments at Yogyakarta City Indonesia. *Sustinere: Journal of Environment and Sustainability*, 5(3), 155–165. <https://doi.org/10.22515/sustinere.jes.v5i3.178>
- Wilyalodia, H. C., Tybeyuliana, E. V., Dhika, A. P. M., Pratama, M. A., Rahmawati, S., Fajri, J. A., & Mursidik, S. S. (2023). Seasonal Variability on Microplastic Polutions In Water and Sediment of Ciliwung River. *CSID Journal of Infrastructure Development*, 6(2), 185–197. <https://doi.org/10.7454/jid.v6.i2.1118>
- Wirendra Nouqih, A. 2022. Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Sedimen di Sungai Gajahwong Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia.
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, 178, 483–492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>.
- Yolla, 2020. Jenis Dazan Kepadatan Mikroplastik Di Sedimen Pantai desa Naras Hilir Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat.[Jurnal]. Fakultas Perikanan Dan Kelautan. Universitas Riau Pekanbaru.

Yulianto, U. (2022). Kajian Limpasan Permukaan (Run Off) pada Daerah Aliran Sungai Cidurian di Kabupaten Bogor. *Jurnal Ismetek*, 14(1), 1–5.

Zhao, X., Wang, J., Yee Leung, K. M., & Wu, F. (2022). Color: An Important but Overlooked Factor for Plastic Photoaging and Microplastic Formation. *Environmental Science and Technology*, 56(13), 9161–9163. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c02402>.

LAMPIRAN

