



JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

**Analisis Karakteristik Mikroplastik Sebagai Potensi Pencemar
Non-point Source di Daerah Aliran Sungai Code Segmen
Kota Yogyakarta**

Fathan Baskara Jayamurti

21513128

Dosen Pembimbing I :

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

Dosen Pembimbing II :

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

Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

2026



DEPARTMENT
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BACHELOR THESIS

***Analysis of Microplastic Characteristics as a Potential Non-Point
Source Pollutant in the Code River Segment Watershed of
Yogyakarta City***

Fathan Baskara Jayamurti

21513128

Supervisor I :

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

Supervisor II :

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

Environmental Engineering Bachelor Program

Faculty of Civil Engineering and Planning

Universitas Islam Indonesia

2026

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

Analisis Karakteristik Mikroplastik Sebagai Potensi Pencemar *Non-point*
***Source* di Daerah Aliran Sungai Code Segmen Kota Yogyakarta**

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Fathan Baskara Jayamurti
21513128

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 10 April 2026 dan disetujui oleh:


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

(Pembimbing 1)


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

(Pembimbing 2)


Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng., Ph.D.

(Penguji)

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana



Any Juliana, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D.

PERNYATAAN

Saya, menyusun tugas akhir ini, menyatakan bahwa:

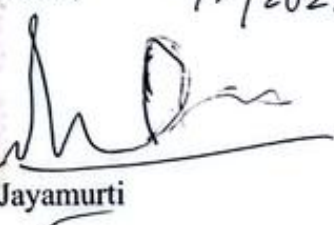
1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia, maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan studi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
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. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
 - a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
 - b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.

Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.

6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, tanggal submit TA
Yang membuat pernyataan,

25/5/2026


Fathan Baskara Jayamurti
21513128



PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Analisis Karakteristik Mikroplastik Sebagai Potensi Pencemar Non-point Source di Daerah Aliran Sungai Code Segmen Kota Yogyakarta Penyusunan laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses penyusunan laporan tugas akhir ini banyak hambatan yang dihadapi, tetapi dengan adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual pada akhirnya penulis mampu melampauinya dengan baik. Untuk itu pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kesehatan, kekuatan, kelancaran dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis yakni Bapak Yanu Rianto dan Ibu Maisuri. Kedua kakak saya Riyan Cahyo Jayamurti, Kartika Jayamurti dan Adik saya Muhammad wildan Shabir Jayamurti dan juga seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan, doa, semangat, dan kepercayaan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.
3. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. Dan Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan II Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu, masukan, serta bimbingan selama berjalannya tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen, staf, dan Keluarga Besar Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Terimakasih atas bantuan, pengajaran, dan pengalaman yang telah diberikan.
5. Seluruh staf Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan.
6. Jihan Shafa Dhiya yang sudah selalu support saya dalam bentuk apapun dengan sangat tulus.

7. Teman-teman angkatan 2021 program studi Teknik Lingkungan
8. Semua pihak yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih memiliki banyak kekurangan, sehingga perlu adanya saran serta masukan dari berbagai pihak.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Maret 2026

Fathan Baskara Jayamurti

Analisis Karakteristik Mikroplastik Sebagai Potensi Pencemar *Non-point Source* di Daerah Aliran Sungai Code Segmen Kota Yogyakarta

Mahasiswa : Fathan Baskara Jayamurti
NIM : 21513128
Program Studi : Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing I : Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.
Pembimbing II : Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

Abstrak

Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm yang menjadi salah satu pencemar utama di lingkungan perkotaan. Keberadaan mikroplastik di Daerah Aliran Sungai (DAS) Code tidak hanya dipengaruhi oleh sumber pencemar terpusat (*point source*), tetapi juga oleh sumber pencemar tidak terpusat (*non-point source*) yang berasal dari aktivitas perkotaan dan terbawa melalui limpasan permukaan (*runoff*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelimpahan, karakteristik, dan tingkat pencemaran mikroplastik sebagai indikator pencemar *non-point source* di DAS Sungai Code segmen Kota Yogyakarta. Pengambilan sampel dilakukan pada 15 titik yang mewakili kawasan permukiman dan jalan raya dengan kedalaman tanah 0–10 cm. Analisis laboratorium dilakukan melalui proses pengeringan, destruksi bahan organik menggunakan H_2O_2 30%, pemisahan massa jenis menggunakan larutan $ZnCl_2$, penyaringan dengan kertas saring, serta identifikasi menggunakan mikroskop dan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik ditemukan pada seluruh titik sampel dengan nilai kelimpahan berkisar antara 9,06–20,01 partikel/gram. Kelimpahan tertinggi ditemukan pada titik J13 sebesar 20,01 partikel/gram, sedangkan terendah pada titik P4 sebesar 9,06 partikel/gram. Rata-rata kelimpahan mikroplastik pada kawasan jalan raya lebih tinggi dibandingkan kawasan permukiman. Mikroplastik didominasi oleh bentuk *fragment* dan *fiber* dengan warna dominan hitam yang mengindikasikan pengaruh aktivitas transportasi dan domestik. Ukuran mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 0,01–3,84 mm. Hasil identifikasi FTIR menunjukkan adanya beberapa jenis polimer plastik yang berasal dari aktivitas domestik dan penggunaan plastik sehari-hari. Nilai Indeks Pencemaran Mikroplastik menunjukkan bahwa beberapa lokasi telah mengalami tingkat pencemaran kategori sedang hingga tinggi. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa *runoff* perkotaan berperan penting dalam distribusi dan akumulasi mikroplastik sebagai pencemar *non-point source* di DAS Sungai Code.

Kata kunci: DAS Code, FTIR, mikroplastik, *non-point source*, *runoff*, tanah permukiman dan jalan raya, CMPI

Analysis of Microplastic Characteristics as a Potential Non-Point Source Pollutant in the Code River Segment Watershed of Yogyakarta City

Student : Fathan Baskara Jayamurti
Student Number : 21513128
Study Program : Environmental Engineering – Bachelor Program
Supervisor I : Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.
Supervisor II : Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

Abstract

Microplastics are plastic particles measuring less than 5 mm that have become one of the major pollutants in urban environments. The presence of microplastics in the Code River Watershed is influenced not only by point source pollution, but also by non-point source pollution originating from urban activities and transported through surface runoff. This study aimed to analyze the abundance, characteristics, and pollution level of microplastics as indicators of non-point source pollution in the Code River Watershed segment of Yogyakarta City. Sampling was conducted at 15 locations representing residential and roadside areas with a soil depth of 0–10 cm. Laboratory analysis was carried out through drying, organic matter destruction using 30% H₂O₂, density separation using ZnCl₂ solution, filtration using filter paper, and identification using microscopy and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). The results showed that microplastics were found in all sampling locations with abundance values ranging from 9.06–20.01 particles/gram. The highest abundance was found at sample J13 with 20.01 particles/gram, while the lowest was found at sample P4 with 9.06 particles/gram. The average abundance of microplastics in roadside areas was higher than in residential areas. Microplastics were dominated by fragment and fiber shapes with black as the dominant color, indicating the influence of transportation and domestic activities. The size of the identified microplastics ranged from 0.01–3.84 mm. FTIR analysis identified several polymer types originating from domestic activities and daily plastic usage. The Microplastic Pollution Index values indicated that several locations had experienced moderate to high levels of microplastic pollution. Overall, this study shows that urban runoff plays an important role in the distribution and accumulation of microplastics as non-point source pollutants in the Code River Watershed.

Key words: CMPI, Code River watershed, FTIR, microplastics, non-point source, runoff, soil, land use

DAFTAR ISI

PRAKATA	ii
Abstrak	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	i
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Kerangka Berpikir	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 DAS Code.....	5
2.2. <i>Point Source (PS)</i>	6
2.3. <i>Non Point Source (NPS)</i>	6
2.4 Mikroplastik	7
2.5 Penelitian Mikroplastik di Daerah Istimewa Yogyakarta.....	8
BAB III METODE PENELITIAN	10
3.1 Kerangka Penelitian.....	10
3.2 Pengumpulan Data.....	11
3.2.1 Pengambilan Sampel	11
3.2.2 Pengujian Laboratorium	13
3.3 Alat dan Bahan	20
3.4 Analisis Data	20
3.5 Analisis Spasial menggunakan IDW Pada QGIS	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian	23
4.2 Karakteristik Mikroplastik.....	30

4.2.1	Kelimpahan Mikroplastik	30
4.2.2	Karakteristik Bentuk Mikroplastik Berdasarkan Jenis	35
4.2.3	Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Warna	40
4.2.4	Hubungan Antara Bentuk dan Warna Mikroplastik	43
4.2.5	Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Ukuran.....	45
4.2.6	Pengujian Parameter Fisik (Suhu dan pH).....	48
4.3	Identifikasi Mikroplastik dengan <i>Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR)</i>	50
4.4	Indeks Pencemaran Mikroplastik (CMPI).....	53
BAB V PENUTUP		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....		60
LAMPIRAN		62
RIWAYAT HIDUP		74

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Titik Koordinat lokasi pengambilan sampel.....	12
Tabel 3.2 Alat & Bahan Pengujian Sampel.....	20
Tabel 4.1 Tabel Deskripsi Lokasi.....	23
Tabel 4.2 Tabel Jumlah Kelimpahan Partikel MPs	31
Tabel 4.3 Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Bentuk	37
Tabel 4.4 Mikroplastik Berdasarkan Warna.....	40
Tabel 4.5 Mikroplastik berdasarkan ukuran	45
Tabel 4.6 Data Parameter Fisik-Kimia	48
Tabel 4.7 Hasil Skoring FTIR	51
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan CMPI	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Contoh gambar skema kerangka berpikir penelitian	4
Gambar 2.1 Daerah Aliran Sungai (Manuhana, R., & Dibyosaputro, S., 2017)	5
Gambar 2.2 Sumber Pencemar <i>Non-Point Sources</i> (Sumber: NOAA, 2024; <i>Environmental Protection Agency [EPA]</i> , 200.....	7
Gambar 3.1 Alur penelitian	10
Gambar 3.2 Lokasi Titik Pengambilan Sampel.....	11
Gambar 3.3 Sketsa Pengambilan Sampel.....	13
Gambar 3.4 Diagram Alir Metode Pengujian Sampel	13
Gambar 3.5 Neraca Analitik.....	15
Gambar 3.6 pH Meter.....	15
Gambar 3.7 Proses Pencampuran sampel dengan Larutan $ZnCl_2$	16
Gambar 3.8 Proses Pemisahan dengan <i>Centrifuge</i>	17
Gambar 3.9 Proses Penghilangan Bahan Organik Sampel.....	17
Gambar 3.10 Proses Penyaringan dengan Pompa Vakum	18
Gambar 3.11 Proses Pengeringan di Oven	18
Gambar 3.12 Pengamatan MPs dengan Mikroskop	19
Gambar 4.1. Grafik Jumlah Kelimpahan Partikel MPs	31
Gambar 4.2 Persentase Kelimpahan Mikroplastik	32
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan antara Sampel Jalan Raya & Permukiman	35
Gambar 4.4 Peta IDW Persebaran Kelimpahan mikroplastik	35
Gambar 4.5 Grafik Persentase Jenis Mikroplastik	37
Gambar 4.6 Persentase Mikroplastik Berdasarkan Jenis.....	38
Gambar 4.7 Peta IDW Persebaran MPs Berdasarkan Jenis <i>Fragment</i>	38
Gambar 4.8 Peta IDW Persebaran MPs Berdasarkan Jenis Fiber	39
Gambar 4.9 Peta IDW Persebaran MPs Berdasarkan Jenis Film	39
Gambar 4.12 Peta IDW Persebaran MPs Berdasarkan Warna Hitam	42
Gambar 4.13 Peta IDW Persebaran MPs Berdasarkan Warna Biru.....	43
Gambar 4.14 Lokasi Penelitian Titik P2	45
Gambar 4.15 Bentuk Mikroplastik Jenis <i>Fragment</i>	46
Gambar 4.16 Bentuk Mikroplastik Jenis Fiber.....	46

Gambar 4.17 Bentuk Mikroplastik Jenis Film	46
Gambar 4.18 Grafik Parameter pH, Suhu, dan Kadar air.....	50
Gambar 4.19 Peta Persebaran CMPI <i>Fragment</i> , Fiber, Film, dan Kelimpahan	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Kondisi Lokasi Penelitian	62
Lampiran 2.	Kondisi Pengambilan Sampel	62
Lampiran 3.	Pengujian Laboratorium.....	63
Lampiran 4.	Grafik FTIR.....	58
Lampiran 5.	Tabel Hasil FTIR Sampel P7, P9, J12, P15	68
Lampiran 6.	Tabel Jumlah Bentuk dan Warna Mikroplastik	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm yang kini menjadi salah satu isu pencemar utama di perairan, termasuk sungai perkotaan (GESAMP, 2015). Partikel ini dapat berasal dari degradasi plastik berukuran besar seperti kantong plastik dan botol minuman (Andrady, 2011), maupun dari aktivitas manusia sehari-hari seperti pencucian pakaian sintetis dan abrasi ban kendaraan (Wright & Kelly, 2017). Mikroplastik bersifat persisten dan sulit terurai di lingkungan, sehingga mudah terakumulasi dalam tanah sungai (Hurley dkk., 2018). Sungai-sungai di wilayah perkotaan berperan penting dalam mentransfer mikroplastik dari darat ke laut, menjadikannya bagian dari siklus pencemaran plastik global (Teuten dkk., 2009). Oleh karena itu, mikroplastik di ekosistem sungai perlu mendapat perhatian khusus dalam kajian kualitas lingkungan perkotaan.

Pencemaran air di wilayah perkotaan secara umum disebabkan oleh dua sumber utama, yaitu *Point Source* (PS) dan *Non-Point Source* (NPS) (Liu, 2023; Brontowiyono, 2025; Jumiati 2024). *Point source* berasal dari titik buangan yang jelas dan teridentifikasi, seperti saluran limbah domestik atau industri, sehingga relatif mudah dipantau dan dikendalikan (Syahril, 2016). Sebaliknya, *Non-Point Source* merupakan pencemaran yang bersifat menyebar dan sulit ditentukan titik asalnya, karena berasal dari limpasan permukaan (*runoff*) yang membawa polutan dari berbagai aktivitas di daratan seperti permukiman, jalan raya, area perdagangan, dan fasilitas perkotaan (NOAA, 2024). Dalam konteks daerah perkotaan seperti Yogyakarta, *runoff* yang mengalir menuju sungai berpotensi membawa partikel mikroplastik dari permukaan jalan, serat pakaian, maupun sampah plastik sekali pakai (Wright & Kelly, 2017). Hal ini menjadikan sumber NPS berperan penting sebagai jalur utama masuknya mikroplastik ke badan air.

Berbagai penelitian mengenai pencemaran di Sungai Code menunjukkan bahwa beban pencemar utama berasal dari aktivitas domestik dan buangan limbah cair (*point source*) (Nurhadi dkk., 2019; Setiawan, 2021). Namun, kajian terhadap potensi *non-point source* (NPS) dalam membawa polutan, terutama mikroplastik, masih sangat terbatas. Padahal, aktivitas perkotaan yang padat di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Code

sangat berpotensi menghasilkan polutan yang masuk melalui limpasan permukaan (BBWSSO, 2020). Hingga kini, belum terdapat penelitian yang secara spesifik menyoroti kontribusi *runoff* perkotaan sebagai sumber mikroplastik di Sungai Code. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis kelimpahan dan karakteristik mikroplastik sebagai pencemar NPS di DAS Code Yogyakarta. Kajian ini diharapkan dapat melengkapi penelitian terdahulu yang lebih menitikberatkan pada sumber *Point Source* dan memberikan pemahaman baru terkait peran *runoff* dalam pencemaran mikroplastik di sungai perkotaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dari penelitian ini:

- 1) Bagaimana potensi sumber pencemaran mikroplastik *Non-Point Source* yang berkontribusi terhadap keberadaan mikroplastik di DAS Sungai Code di Kota Yogyakarta?
- 2) Bagaimana kelimpahan dan karakteristik mikroplastik yang meliputi ukuran, bentuk, warna, dan jenisnya pada DAS Sungai Code di Kota Yogyakarta?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian akhir ini adalah:

- 1) Mengkaji kontribusi potensi sumber pencemaran *Non-Point Source* terhadap keberadaan mikroplastik di DAS Code di Kota Yogyakarta.
- 2) Mengidentifikasi kelimpahan mikroplastik dan menganalisis karakteristik mikroplastik yang meliputi ukuran, bentuk, warna, dan jenisnya yang ditemukan pada DAS Sungai Code di Kota Yogyakarta sebagai potensi *Non-Point Source*.

1.4 Manfaat

Penelitian ini memberikan manfaat dari sisi ilmiah, praktis, dan sosial sebagai berikut:

- 1) Menambah pengetahuan tentang *Non-Point Source Pollution (NPS)* di wilayah perkotaan, khususnya terkait mikroplastik.
- 2) Memberikan dasar bagi pemerintah daerah dalam memahami potensi pencemar NPS, khususnya mikroplastik.

- 3) Meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap dampak sampah plastik dan mikroplastik dari aktivitas sehari-hari.

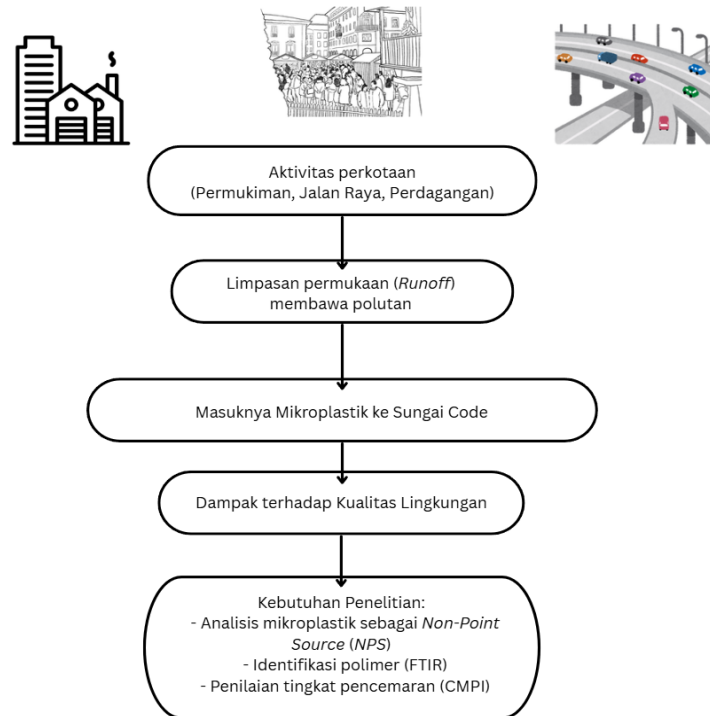
1.5 Ruang Lingkup

Batasan dari kegiatan penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian ini dilakukan di DAS Sungai Code Kota Yogyakarta
- 2) Objek yang diteliti adalah mikroplastik dalam tanah bantaran sungai sebagai indikator pencemar *nonpoint source (NPS)* yang terbawa melalui *runoff* perkotaan.
- 3) Penelitian difokuskan pada *nonpoint source pollution (NPS)* berupa mikroplastik
- 4) Jenis Tata guna lahan (*Land Use*) yang di analisis yaitu Permukiman padat penduduk, Jalan raya, Kawasan perdagangan dan pasar, dan Ruang terbuka hijau atau vegetasi.

1.6 Kerangka Berpikir

Gambar 1.1 menunjukkan skema kerangka berpikir penelitian mengenai pencemaran mikroplastik yang berasal dari aktivitas perkotaan seperti permukiman dan Jalan Raya yang terbawa melalui *runoff* menuju Sungai Code sehingga berpotensi mempengaruhi kualitas lingkungan dan memerlukan analisis tingkat pencemaran mikroplastik.



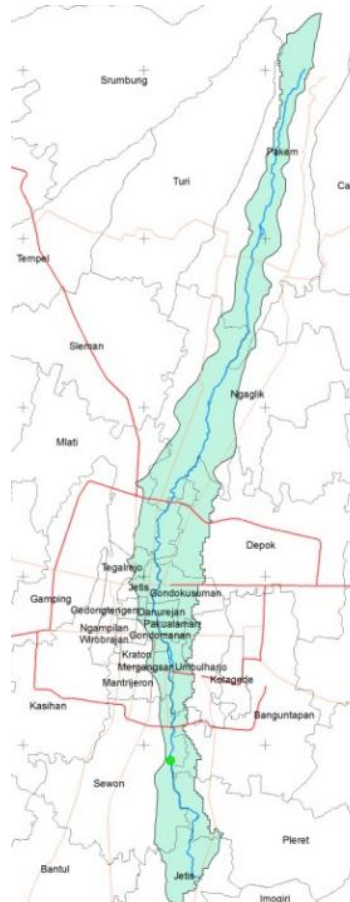
Gambar 1.1. Contoh gambar skema kerangka berpikir penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 DAS Code

DAS Code (Gambar 2.1) merupakan salah satu DAS penting di Daerah Istimewa Yogyakarta. Sungai Code membentang dari lereng Gunung Merapi di utara hingga bermuara di Sungai Opak di selatan. Sungai ini melintasi kawasan padat penduduk di Kota Yogyakarta dan menjadi salah satu ikon sosial-ekologis masyarakat kota. Seiring dengan pertumbuhan penduduk, penggunaan lahan di sepanjang Sungai Code semakin didominasi oleh permukiman, perdagangan, dan infrastruktur perkotaan. Hal ini meningkatkan tekanan terhadap kualitas lingkungan sungai. Beberapa permasalahan yang sering terjadi di Sungai Code adalah banjir, penurunan kualitas air, serta pencemaran akibat pembuangan limbah domestik dan sampah padat (BBWSSO, 2020).



Gambar 2.1 Daerah Aliran Sungai (Manuhana, R., & Dibyosaputro, S., 2017)

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa Sungai Code menerima beban pencemar yang tinggi dari aktivitas masyarakat. Pencemar utama yang telah banyak dikaji berasal dari *point source pollution*, seperti buangan limbah rumah tangga, limbah cair dari kegiatan pasar tradisional, serta sampah padat yang dibuang langsung ke sungai (Nurhadi dkk., 2019; Setiawan, 2021). Meski demikian, kajian mengenai *Non-Point Source Pollution* (NPS) di Sungai Code masih sangat terbatas. Padahal, aktivitas perkotaan yang tersebar di sepanjang DAS Code sangat berpotensi menghasilkan polutan yang masuk ke sungai melalui limpasan permukaan (*runoff*). Salah satu polutan yang perlu mendapat perhatian adalah mikroplastik, yang belum banyak diteliti di konteks Sungai Code.

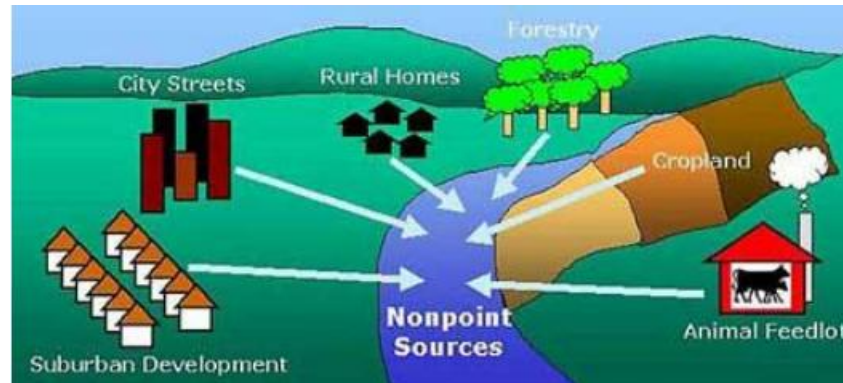
2.2. Point Source (PS)

Sumber pencemar titik (*point source*) didefinisikan sebagai bentuk pencemaran yang berasal dari lokasi tertentu dengan titik keluaran yang teridentifikasi secara jelas, seperti pipa buangan industri atau saluran limbah domestik (Syahril, 2016). Dalam konteks mikroplastik, *point source* dapat berasal dari kegiatan industri plastik, tekstil, serta instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang mengalirkan *effluent* mengandung partikel mikroplastik ke sungai (Wright & Kelly, 2017). Mikroplastik dari sumber ini umumnya bersifat konstan dan berukuran seragam, misalnya *microbeads* dari produk kosmetik atau *fiber* dari proses pencucian pakaian sintetis. Karena berasal dari titik yang jelas, pencemar jenis ini relatif lebih mudah dipantau dan dikendalikan melalui pengolahan limbah atau peraturan lingkungan.

2.3. Non Point Source (NPS)

Pencemaran sumber tidak tetap (*non-point source*, NPS) merupakan pencemaran yang bersifat menyebar dan sulit ditentukan asalnya secara spesifik (NOAA, 2024). Dalam konteks mikroplastik, NPS berasal dari limpasan permukaan (*runoff*) yang membawa partikel plastik dari berbagai aktivitas manusia di daratan, seperti permukiman, jalan raya, area parkir, dan kawasan perdagangan (GESAMP, 2015; Wright & Kelly, 2017). Saat hujan turun, partikel plastik dari sampah, abrasi ban kendaraan, dan degradasi material sintetis akan terbawa menuju sungai. Mikroplastik dari NPS memiliki variasi bentuk, ukuran, dan jenis polimer yang lebih beragam dibandingkan dengan sumber PS karena berasal dari aktivitas harian masyarakat yang tersebar. Pencemaran mikroplastik jenis ini sulit dikendalikan karena prosesnya tidak melalui sistem pembuangan tertentu

dan bergantung pada intensitas curah hujan serta kondisi tata guna lahan di daerah perkotaan. Sumber Pencemar NPS ada pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sumber Pencemar *Non-Point Sources* (Sumber: NOAA, 2024;
Environmental Protection Agency [EPA], 200

2.4 Mikroplastik

Mikroplastik didefinisikan sebagai partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm (GESAMP, 2015). Berdasarkan asal usulnya, mikroplastik dibedakan menjadi primer (diproduksi dalam ukuran mikro seperti microbeads pada kosmetik) dan sekunder (hasil degradasi plastik berukuran besar seperti kantong plastik atau botol minuman) (Andrady, 2011). Mikroplastik memiliki beragam bentuk, antara lain fiber (serat), *fragment* (pecahan), film, serta dapat dikenali dari variasi warnanya (Cole dkk., 2011).

Sumber mikroplastik di perkotaan sangat beragam. Dari aspek *point source*, mikroplastik dapat berasal dari industri tekstil dan pabrik plastik. Sementara dari aspek *nonpoint source*, mikroplastik banyak dihasilkan oleh aktivitas rumah tangga (serat pakaian dari pencucian), transportasi (abrasi ban dan cat jalan), maupun penggunaan plastik sekali pakai yang terbawa *runoff* saat hujan (Wright & Kelly, 2017).

Mikroplastik umumnya terakumulasi dalam tanah sungai. Faktor lingkungan seperti pH tanah, kelembaban, tekstur tanah, dan intensitas aktivitas manusia memengaruhi distribusi serta persistensi mikroplastik dalam tanah (Hurley dkk., 2018). Karena sifatnya yang persisten dan mudah masuk ke rantai makanan, mikroplastik dipandang sebagai pencemar baru yang menimbulkan resiko ekologis maupun kesehatan manusia.

2.5 Penelitian Mikroplastik di Daerah Istimewa Yogyakarta

Penelitian mengenai mikroplastik di Daerah Istimewa Yogyakarta terus mengalami perkembangan dalam beberapa tahun terakhir. Kajian mikroplastik tidak hanya dilakukan pada media air sungai, tetapi juga pada sedimen, tanah, drainase, dan udara di kawasan perkotaan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pencemaran mikroplastik telah menyebar pada berbagai kompartemen lingkungan akibat aktivitas antropogenik yang semakin meningkat. Kawasan perkotaan seperti Kota Yogyakarta memiliki potensi pencemaran mikroplastik yang cukup tinggi karena dipengaruhi oleh aktivitas domestik, transportasi, serta tingginya penggunaan plastik sekali pakai (Hurley dkk., 2018).

Beberapa penelitian pada kawasan DAS Sungai Code menunjukkan adanya partikel mikroplastik dengan berbagai bentuk seperti *fiber*, *fragment*, dan *film*. Mikroplastik yang ditemukan umumnya berasal dari limbah rumah tangga, degradasi sampah plastik, dan limpasan permukaan dari kawasan permukiman padat di sekitar sungai. Selain itu, hasil identifikasi menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)* menunjukkan adanya beberapa jenis polimer seperti *Polyethylene (PE)*, *Polypropylene (PP)*, dan *Polyethylene Terephthalate (PET)*. Keberadaan jenis polimer tersebut menunjukkan bahwa sumber pencemar mikroplastik di wilayah perkotaan sangat berkaitan dengan aktivitas masyarakat sehari-hari (GESAMP, 2015; Wright & Kelly, 2017).

Penelitian lain pada media tanah di sekitar DAS Sungai Code menunjukkan bahwa mikroplastik dapat terakumulasi pada lapisan tanah permukaan akibat proses deposisi dan limpasan air hujan. Aktivitas domestik masyarakat menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi keberadaan mikroplastik di dalam tanah. Mikroplastik yang ditemukan pada penelitian tersebut didominasi oleh bentuk *fiber* dan *fragment* dengan ukuran partikel yang bervariasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah di kawasan perkotaan berpotensi menjadi tempat akumulasi mikroplastik dalam jangka waktu yang lama (Liu dkk., 2023).

Selain pada media tanah dan sedimen, penelitian mikroplastik di Yogyakarta juga dilakukan pada saluran drainase dan udara ambien perkotaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas kendaraan bermotor, abrasi ban, serat tekstil, serta aktivitas masyarakat di kawasan padat penduduk menjadi sumber utama pencemaran mikroplastik

di lingkungan perkotaan. Mikroplastik yang berasal dari aktivitas tersebut kemudian dapat terbawa melalui aliran limpasan menuju sungai maupun terdispersi ke udara (Wright & Kelly, 2017; NOAA, 2024).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

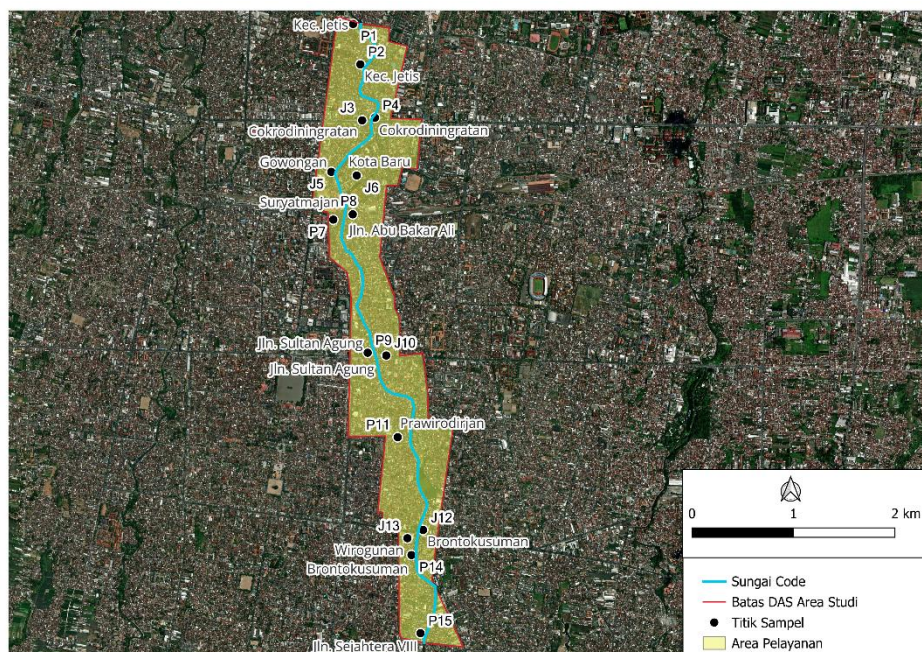
Kerangka penelitian digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian agar setiap tahapan dapat dilakukan. Alur penelitian yang dilakukan pada studi ini ditunjukkan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan di DAS Sungai Code Kota Yogyakarta, yang membentang dari utara ke selatan melewati pusat Kota Yogyakarta. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa Sungai Code merupakan salah satu sungai utama yang melintasi kawasan permukiman padat, aktivitas perdagangan, jalan raya, dan fasilitas publik. Kondisi ini menjadikan Sungai Code sangat rentan terhadap pencemaran *nonpoint source* (NPS), termasuk mikroplastik yang terbawa melalui *runoff* perkotaan. Lokasi Penelitian dapat dilihat di Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Lokasi Titik Pengambilan Sampel

3.2.1 Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilakukan di kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Code segmen Kota Yogyakarta. Pengambilan sampel dilakukan pada 15 titik yang mewakili kawasan permukiman padat dan jalan raya. Penentuan titik sampel mempertimbangkan karakteristik penggunaan lahan serta potensi sumber pencemar *non-point source* (NPS), seperti aktivitas domestik dan lalu lintas kendaraan. Lokasi sampel tersebar dari bagian hulu hingga hilir DAS Sungai Code dengan jarak antar titik sampel berkisar antara ± 150 –300 meter. Posisi titik sampel berada pada rentang jarak 10 hingga 80 meter dari tepi aliran Sungai Code.

Tabel 3.1 Titik Koordinat lokasi pengambilan sampel

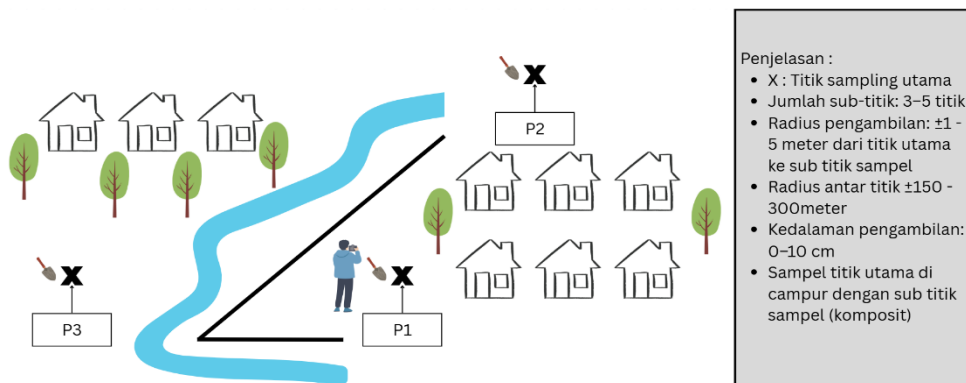
Sampel	Lokasi	Koordinat	Keterangan	Jarak dari Tepi Sungai Code (m)
P1	Kec. Jetis	7° 46' 30.72" LS 110° 22' 10.04" BT	Permukiman Padat	55,64
P2	Kec. Jetis	7° 46' 42.28" LS 110° 22' 12.11" BT	Permukiman Padat	50,26
J3	Cokrodiningratan	7° 46' 58.01" LS 110° 22' 12.57" BT	Jalan Raya	68,40
P4	Cokrodiningratan	7° 46' 57.72" LS 110° 22' 16.30" BT	Permukiman Padat	21,63
J5	Gowongan	7° 47' 12.98" LS 110° 22' 3.85" BT	Jalan Raya	33,50
J6	Kota Baru	7° 47' 13.66" LS 110° 22' 11.05" BT	Jalan Raya	78,21
P7	Suryatmajan	7° 47' 24.87" LS 110° 22' 6.98" BT	Permukiman Padat	66,59
P8	Jln. Abu Bakar Ali	7° 47' 26.23" LS 110° 22' 7.69" BT	Permukiman Padat	55,57
P9	Jln. Sultan Agung	7° 48' 4.63" LS 110° 22' 14.31" BT	Permukiman Padat	48,37
J10	Jln. Sultan Agung	7° 48' 5.02" LS 110° 22' 17.25" BT	Jalan Raya	68,94
P11	Prawirodirjan	7° 48' 28.18" LS 110° 22' 22.86" BT	Permukiman Padat	76,43
J12	Brontokusuman	7° 48' 54.88" LS 110° 22' 30.28" BT	Jalan Raya	25,23
J13	Wirogunan	7° 48' 57.50" LS 110° 22' 25.76" BT	Jalan Raya	61,54
P14	Brontokusuman	7° 49' 2.13" LS 110° 22' 26.85" BT	Permukiman Padat	18,17
P15	Jln. Sejahtera VIII	7° 49' 24.30" LS 110° 22' 29.42" BT	Permukiman Padat	47,23

Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Januari 2026 dengan kondisi cuaca cerah hingga mendung untuk meminimalisir gangguan selama proses sampel lapangan. Sampel tanah diambil pada kedalaman 0–10 cm menggunakan sekop *stainless steel* secara komposit dari 3 sub-titik. Seluruh sampel kemudian dimasukkan ke dalam *aluminium pouch* sebelum dilakukan pengujian laboratorium.

Tahap pengambilan sampel diawali dengan sterilisasi alat menggunakan *aquades* untuk menghindari kontaminasi silang antar lokasi sampel. Selanjutnya dilakukan pengukuran suhu sampel tanah menggunakan alat *Thermogun*. Suhu

tanah digunakan sebagai parameter pendukung dalam analisis kondisi lingkungan pada lokasi penelitian.

Dalam penelitian ini dilakukan prosedur blanko untuk menjaga validitas data dan meminimalisir kontaminasi mikroplastik selama proses pengambilan maupun analisis sampel. Blanko lapangan dilakukan menggunakan wadah sampel *aluminium pouch* yang dibiarkan terbuka di lokasi sampel selama proses pengambilan sampel berlangsung. Prosedur ini bertujuan untuk mendeteksi adanya potensi kontaminasi mikroplastik dari udara sekitar selama kegiatan lapangan.



Gambar 3.3 Sketsa Pengambilan Sampel

3.2.2 Pengujian Laboratorium

Sebelum dilakukan identifikasi mikroplastik di laboratorium, sampel tanah terlebih dahulu melalui tahap preparasi untuk memperoleh partikel mikroplastik yang lebih bersih dan mudah diamati. Tahapan preparasi meliputi proses pengeringan, pengayakan, pemisahan densitas, Wet Peroxide Oxidation (WPO), hingga penyaringan sampel.



Gambar 3.4 Diagram Alir Metode Pengujian Sampel

1. Pengeringan dan Pengayakan Sampel

Sampel tanah yang telah diperoleh dari lapangan terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat awal sampel dalam kondisi basah. Selanjutnya, sampel dikeringkan menggunakan oven pada suhu 65°C selama ± 24 jam hingga mencapai kondisi kering konstan. Setelah proses pengeringan selesai, sampel kembali ditimbang untuk memperoleh berat kering sehingga kadar air tanah dapat diketahui berdasarkan selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan.

Sampel tanah yang menggumpal dipecah menggunakan sekop *stainless* agar mudah untuk dilakukan pengayakan. Setelah itu dilakukan proses pengayakan bertingkat menggunakan *sieve shaker* dengan ukuran mesh 4, 6, 18, dan 40 yang masing-masing memiliki ukuran bukaan sebesar 4,75 mm; 3,35 mm; 1,00 mm; dan 0,425 mm. Pengayakan bertujuan untuk memperoleh fraksi tanah yang lebih homogen sekaligus memisahkan material kasar seperti kerikil, akar, dan makroplastik yang dapat mengganggu proses analisis mikroplastik.



Gambar 3.5 Neraca Analitik

2. Pengukuran pH

Pengukuran parameter pH dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik tanah pada setiap sampel penelitian. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur pH tanah yang telah dikalibrasi sebelumnya agar hasil yang diperoleh lebih akurat. Nilai pH digunakan sebagai parameter pendukung dalam analisis kondisi lingkungan yang berpotensi mempengaruhi distribusi mikroplastik di dalam tanah.



Gambar 3.6 pH Meter

3. Pemisahan Densitas

Pemisahan mikroplastik dari partikel tanah dilakukan menggunakan metode pemisahan massa jenis berdasarkan perbedaan densitas partikel. Sebanyak

10 gram sampel tanah kering dimasukkan ke dalam gelas beker berukuran 250 mL, kemudian ditambahkan 60 mL larutan jenuh $ZnCl_2$. Campuran tersebut diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama ± 15 menit hingga homogen, kemudian didiamkan selama 24 jam.

Pada proses ini, partikel mikroplastik yang memiliki massa jenis lebih rendah dibandingkan larutan $ZnCl_2$ akan mengapung di bagian atas larutan, sedangkan partikel mineral tanah dengan massa jenis lebih tinggi akan mengendap di dasar wadah.



Gambar 3.7 Proses Pencampuran sampel dengan Larutan $ZnCl_2$

4. Pemisahan Partikel Mikroplastik dengan Menggunakan *Centrifuge*

Tahap *centrifuge* dilakukan untuk membantu proses pemisahan partikel berdasarkan perbedaan massa jenis dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Supernatan hasil pemisahan massa jenis sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam tabung *centrifuge*, kemudian diputar selama 10 menit dengan kecepatan 300 rpm. Proses ini bertujuan untuk memisahkan partikel berat yang masih tersuspensi di dalam larutan sehingga diperoleh supernatan yang lebih jernih dan mempermudah tahap penyaringan selanjutnya.



Gambar 3.8 Proses Pemisahan dengan *Centrifuge*

5. Penghilangan Bahan Organik (WPO)

Tahap penghilangan bahan organik dilakukan menggunakan metode *Wet Peroxide Oxidation* (WPO). Sampel dicampurkan dengan larutan H_2O_2 30% ke dalam Erlenmeyer berisi sampel tanah sebanyak 40 mL untuk menghancurkan material organik seperti sisa daun, akar, dan bahan biologis lainnya yang masih terdapat di dalam sampel tanah.

Proses oksidasi dilakukan hingga reaksi selesai dan larutan menjadi lebih jernih. Tahapan ini bertujuan untuk mempermudah identifikasi mikroplastik pada tahap pengamatan karena partikel organik yang dapat mengganggu proses analisis telah diminimalkan.



Gambar 3.9 Proses Penghilangan Bahan Organik Sampel

6. Penyaringan Menggunakan Pompa Vakum

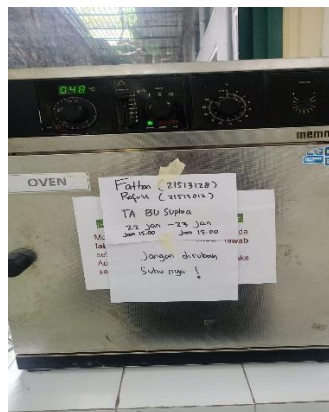
Larutan hasil preparasi kemudian disaring menggunakan kertas saring *Whatman* dengan bantuan pompa vakum. Penggunaan pompa vakum bertujuan untuk mempercepat proses filtrasi dan memastikan partikel mikroplastik dapat tertahan secara optimal pada permukaan kertas saring. Hasil penyaringan berupa partikel mikroplastik yang tertinggal pada kertas saring selanjutnya digunakan untuk tahap pengamatan berikutnya.



Gambar 3.10 Proses Penyaringan dengan Pompa Vakum

1. Pengeringan Filter

Kertas saring hasil filtrasi dikeringkan kembali menggunakan oven dengan suhu 40 derajat *celsius* menggunakan wadah cawan petri untuk menghilangkan sisa kandungan air yang masih terdapat pada filter. Proses pengeringan dilakukan selama 24 jam agar partikel mikroplastik tidak saling menempel dan lebih mudah diamati menggunakan mikroskop.

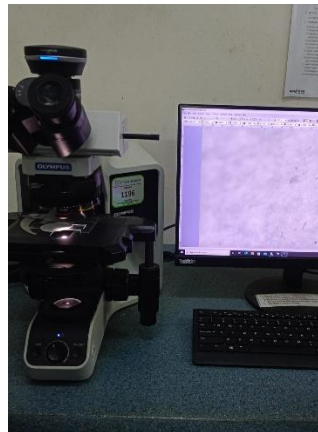


Gambar 3.11 Proses Pengeringan di Oven

2. Pengamatan Menggunakan Mikroskop

Pengamatan mikroplastik dilakukan menggunakan mikroskop optik untuk mengidentifikasi jumlah, bentuk, ukuran, dan warna partikel mikroplastik pada sampel. Kertas saring hasil filtrasi ditempatkan di atas kaca preparat, kemudian diamati secara bertahap menggunakan perbesaran 4x dan 10x hingga partikel terlihat jelas.

Setiap bidang pandang diamati secara sistematis berdasarkan pembagian kuadran untuk menghindari perhitungan partikel secara berulang. Data hasil pengamatan meliputi jumlah partikel mikroplastik, bentuk morfologi seperti *fiber*, *fragment*, dan *film*, serta variasi warna yang ditemukan pada masing-masing sampel.



Gambar 3.12 Pengamatan MPs dengan Mikroskop

3. Penentuan Jenis Mikroplastik menggunakan FTIR

Tahap terakhir adalah menguji sampel menggunakan alat FTIR Shimadzu IRTracer-100AH untuk memastikan jenis plastiknya. Pengujian menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)* dilakukan untuk mengidentifikasi jenis polimer penyusun mikroplastik berdasarkan karakteristik gugus fungsi kimianya. Sampel mikroplastik ditempatkan pada bagian sampel *compartment* alat FTIR, kemudian sensor diarahkan hingga kontak dengan permukaan sampel berlangsung secara optimal.

Pada proses pengujian, sinar inframerah dipancarkan menuju sampel sehingga sebagian energi akan diserap dan sebagian lainnya dipantulkan kembali menuju detektor. Pantulan tersebut kemudian direkam dalam bentuk spektrum

inframerah yang menunjukkan hubungan antara panjang gelombang dan intensitas serapan. Spektrum yang dihasilkan akan membentuk puncak (*peak*) tertentu yang menunjukkan keberadaan gugus fungsi khas dari masing-masing jenis polimer plastik. Setiap jenis polimer memiliki karakteristik serapan yang berbeda, seperti *Polyethylene* (PE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS), *Polyethylene Terephthalate* (PET), maupun jenis polimer lainnya. Kesesuaian pola spektrum dan gugus fungsi digunakan sebagai dasar dalam menentukan jenis mikroplastik yang terdapat pada sampel tanah penelitian.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan pengambilan sampel dan analisis mikroplastik di laboratorium. Rincian alat dan bahan yang digunakan disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Alat & Bahan Pengujian Sampel

No.	Alat/Bahan	Jumlah
1	<i>Aluminium Pouch</i>	15
2	Sekop	1
3	Alat Tulis	3
4	Gelas Beaker (500 ml & 1L)	15
5	Erlenmeyer (500ml)	15
6	Gelas Ukur (100ml)	3
7	Pipet Volume	1
8	Pipet Tetes	1
9	<i>Hotplate</i>	1
10	<i>Magnetic Stirrer</i>	1
11	Pompa Vakum	1
12	<i>Centrifuge</i>	1
13	<i>H₂O₂ 30%</i>	40ml
14	<i>ZnCl₂</i>	60ml
15	Aquades	1L
16	Kertas Saring Wattman CAT No. 1821- 047	17

3.4 Analisis Data

Data hasil identifikasi mikroplastik dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk mengetahui jumlah, ukuran, bentuk, dan jenis polimer pada setiap titik sampel. Selanjutnya dilakukan analisis komparatif antar lokasi titik sampel untuk menilai perbedaan distribusi mikroplastik pada Sungai Code. Hasil tersebut

kemudian dikaitkan dengan kondisi lingkungan sekitar (penggunaan lahan, kepadatan penduduk, aktivitas domestik maupun komersial) sebagai indikator potensi pencemar *non-point source*. Penilaian dampak lingkungan dari keberadaan mikroplastik (MPs) pada lokasi penelitian dilakukan dengan menentukan indeks pencemaran mikroplastik, yaitu Coefficient of Microplastic Impact (CMPI).

Indeks CMPI dikembangkan oleh Rangel-Buitrago et al. (2021). Indeks ini berfungsi untuk menilai dampak dengan membandingkan jumlah total suatu bentuk mikroplastik tertentu terhadap jumlah keseluruhan mikroplastik pada sampel. Nilai CMPI dikelompokkan dalam empat kategori, yaitu minimum (0,0001–0,1), rata-rata (0,11–0,5), maksimum (0,51–0,8), dan ekstrem (0,81–1).

$$CMPI = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik jenis tertentu}}{\text{Jumlah total partikel mikroplastik di satu titik pengambilan sampel}}$$

3.5 Analisis Spasial menggunakan IDW Pada QGIS

Analisis spasial dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak QGIS untuk memvisualisasikan distribusi mikroplastik pada wilayah penelitian. Data koordinat titik sampel yang diperoleh di lapangan diinput ke dalam QGIS dalam bentuk data spasial berbasis koordinat geografis. Selanjutnya dilakukan proses interpolasi menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW).

Metode IDW merupakan metode interpolasi deterministik yang bekerja berdasarkan asumsi bahwa nilai pada suatu lokasi dipengaruhi oleh nilai di titik sekitarnya, di mana titik yang lebih dekat memiliki pengaruh lebih besar dibandingkan titik yang lebih jauh. Dalam penelitian ini, metode IDW digunakan untuk menggambarkan pola persebaran kelimpahan mikroplastik dan nilai CMPI pada kawasan DAS Sungai Code (Nurhadi dkk., 2019)

Data yang digunakan dalam proses interpolasi meliputi koordinat titik sampel dan nilai parameter hasil analisis laboratorium, seperti jumlah kelimpahan mikroplastik, jenis mikroplastik, serta nilai indeks pencemaran mikroplastik (CMPI). Hasil interpolasi kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta persebaran untuk mengidentifikasi area dengan tingkat pencemaran rendah hingga tinggi.

Penggunaan QGIS dipilih karena merupakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) yang bersifat *open source*, mudah digunakan, serta

mampu mendukung analisis spasial dan visualisasi data lingkungan secara efektif. Metode IDW dipilih karena sesuai digunakan pada data dengan jumlah titik sampel terbatas dan mampu menghasilkan gambaran distribusi spasial yang mudah diinterpretasikan (Liu, 2023).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

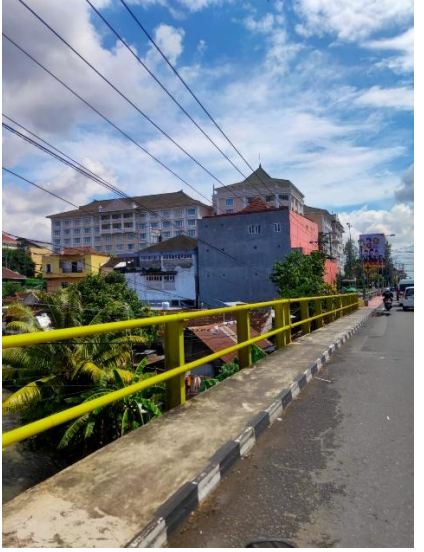
Lokasi penelitian berada pada kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Code yang terletak di wilayah Kota Yogyakarta. Titik sampel ditentukan secara berurutan dari bagian hulu hingga hilir, sehingga dapat merepresentasikan variasi kondisi lingkungan sepanjang aliran sungai. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan data koordinat, lokasi penelitian didominasi oleh dua jenis penggunaan lahan utama, yaitu kawasan permukiman padat (P) dan jaringan jalan raya (J).

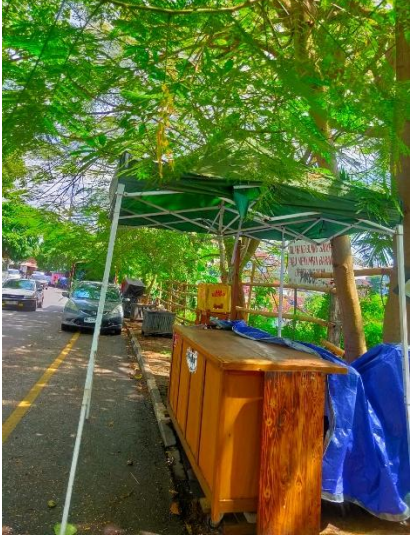
Tabel 4.1 Tabel Deskripsi Lokasi

Kode Sampel	Gambar Lokasi	Deskripsi
P1		Terletak di bagian hulu dengan karakteristik permukiman padat. Aktivitas domestik menjadi sumber utama mikroplastik di lokasi ini

Kode Sampel	Gambar Lokasi	Deskripsi
P2		Lingkungan tersebut terletak di daerah permukiman yang dimana mikroplastik berasal dari aktivitas pembuangan sampah
J3		Terletak pada ruas jalan dengan aktivitas lalu lintas yang cukup tinggi. Mikroplastik berpotensi berasal dari abrasi ban kendaraan dan debu jalan.

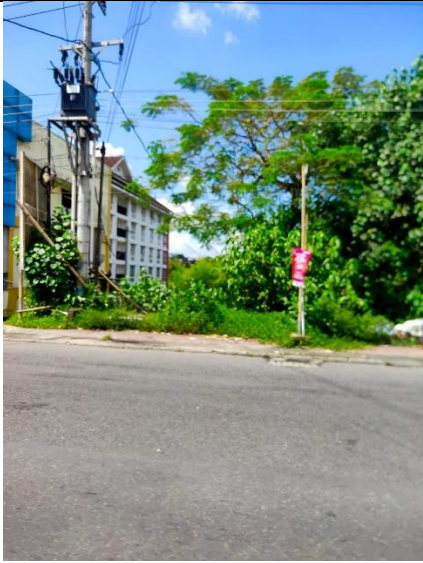
Kode Sampel	Gambar Lokasi	Deskripsi
P4		Berada di area permukiman yang dimana terdapat banyak kendaraan yang terparkir. Sumber mikroplastik merupakan kombinasi aktivitas domestik dan pengaruh lalu lintas.
J5		Terletak pada jaringan jalan transportasi umum dan pribadi. Mikroplastik berasal dari aktivitas transportasi dan limpasan permukaan.

Kode Sampel	Gambar Lokasi	Deskripsi
J6		Berada pada ruas jalan yang sama. Sumber mikroplastik didominasi oleh partikel kendaraan dan area ramai aktivitas penduduk berkendara.
P7		Terletak di area permukiman. Limbah domestik menjadi sumber utama mikroplastik.

Kode Sampel	Gambar Lokasi	Deskripsi
P8		Berada pada area permukiman dan taman mini. Mikroplastik berasal dari aktivitas rumah tangga dan akumulasi limbah plastik.
P9		Berada pada area permukiman padat. Mikroplastik berasal dari aktivitas rumah tangga dan abrasi transportasi yang lewat.

Kode Sampel	Gambar Lokasi	Deskripsi
J10		Terletak pada jalan raya. Mikroplastik berasal dari abrasi ban transportasi kendaraan dan debu jalan.
P11		Berada di kawasan permukiman. Sumber mikroplastik berasal dari limbah domestik dan aktivitas masyarakat.

Kode Sampel	Gambar Lokasi	Deskripsi
J12		Terletak pada ruas jalan. Mikroplastik berasal dari aktivitas kendaraan serta limpasan air hujan.
J13		Berada pada area jalan raya dengan karakteristik serupa. Sumber mikroplastik didominasi oleh aktivitas transportasi.

Kode Sampel	Gambar Lokasi	Deskripsi
P14		Terletak pada area permukiman di bagian hilir. Mikroplastik berasal dari aktivitas domestik serta kemungkinan pengaruh dari jalan sekitar.
P15		Merupakan titik paling hilir. Lokasi ini berpotensi menjadi area akumulasi mikroplastik akibat transport dari wilayah hulu serta kontribusi aktivitas lokal.

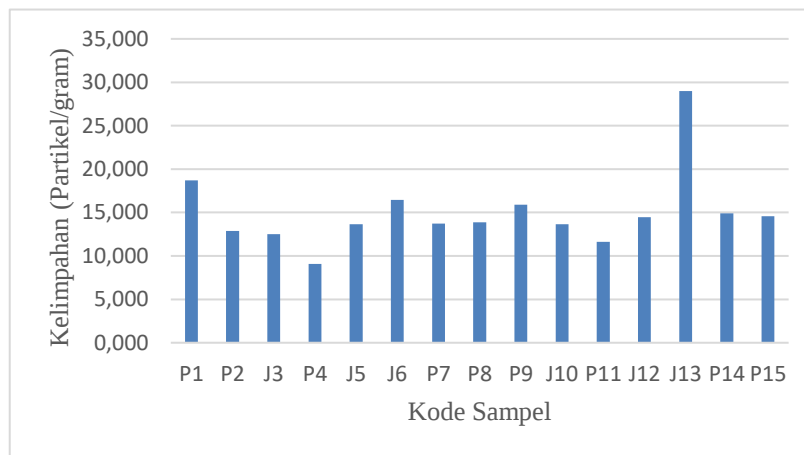
4.2 Karakteristik Mikroplastik

4.2.1 Kelimpahan Mikroplastik

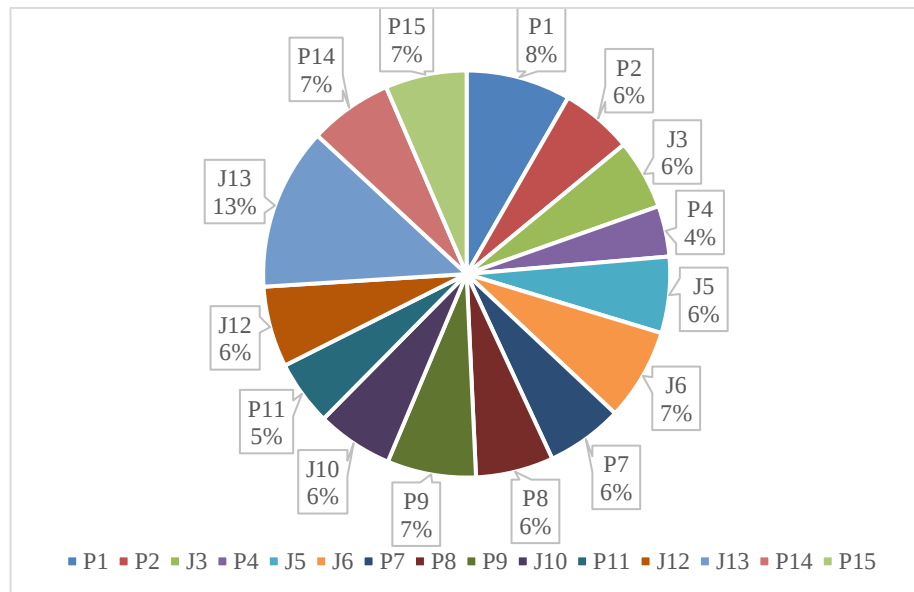
Pengamatan kelimpahan mikroplastik dilakukan untuk mengetahui jumlah partikel/gram mikroplastik yang ditemukan pada setiap titik sampel di lokasi penelitian. Perbedaan nilai kelimpahan pada masing-masing titik menunjukkan adanya variasi distribusi mikroplastik yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, penggunaan lahan, aktivitas masyarakat, serta aktivitas kendaraan di sekitar lokasi penelitian. Hasil analisis kelimpahan mikroplastik pada seluruh titik sampel kemudian disajikan pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Tabel Jumlah Kelimpahan Partikel MPs

Kode Sampel	Jumlah Mikroplastik (Partikel)	Berat Tanah Kering (gram)	Jumlah Kelimpahan (Partikel/gram)
P1	1865	100	18,70
P2	1275	99	12,87
J3	1228	98	12,50
P4	884	98	9,06
J5	1428	105	13,63
J6	1686	103	16,41
P7	1352	99	13,71
P8	1427	103	13,88
P9	1563	98	15,90
J10	1374	101	13,66
P11	1143	98	11,64
J12	1427	99	14,45
J13	2872	99	29,01
P14	1475	99	14,89
P15	1522	104	14,57



Gambar 4.1. Grafik Jumlah Kelimpahan Partikel MPs



Gambar 4.2 Persentase Kelimpahan Mikroplastik

Nilai kelimpahan mikroplastik tertinggi ditemukan pada titik sampel J13 sebesar 29,01 partikel/gram, sedangkan nilai terendah terdapat pada titik sampel P4 sebesar 9,06 partikel/gram. Perbedaan nilai kelimpahan pada setiap titik sampel menunjukkan bahwa distribusi mikroplastik di lokasi penelitian tidak merata dan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti penggunaan lahan, aktivitas masyarakat, aktivitas kendaraan, serta proses penyebaran partikel melalui *runoff*. Sampel dengan kelimpahan tinggi umumnya berada pada area dengan aktivitas manusia yang lebih padat, seperti kawasan jalan raya, sehingga potensi masuknya partikel mikroplastik ke lingkungan menjadi lebih besar. Sementara itu, titik dengan kelimpahan lebih rendah cenderung berada pada lokasi dengan aktivitas yang lebih sedikit seperti kawasan permukiman, sehingga akumulasi mikroplastik yang terjadi juga lebih rendah.

Variasi kelimpahan ini diduga dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik penggunaan lahan di sekitar lokasi sampel. Titik dengan nilai kelimpahan tinggi umumnya berada pada area dengan aktivitas manusia dan transportasi, seperti jalan raya pada titik J13. Aktivitas tersebut berpotensi menghasilkan limbah plastik yang kemudian terfragmentasi menjadi mikroplastik dan terbawa ke lingkungan melalui aliran permukaan (*runoff*). Sebaliknya, titik dengan kelimpahan rendah cenderung berada pada lokasi dengan aktivitas antropogenik yang lebih rendah atau memiliki kondisi lingkungan yang memungkinkan terjadinya pengendapan dan distribusi

mikroplastik yang lebih terbatas. Daerah dengan aktivitas antropogenik yang rendah yaitu daerah P4 yang merupakan daerah permukiman dengan kelimpahan kurang dari 10 partikel/gram.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa mikroplastik telah terdistribusi secara luas di bantaran Sungai Code dan keberadaannya sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia di sekitarnya, sehingga memperkuat indikasi bahwa mikroplastik merupakan salah satu bentuk pencemar *non-point source* (NPS) di wilayah perkotaan. Koreksi blanko laboratorium dilakukan dengan mengurangi jumlah berdasarkan jenis dan jumlah mikroplastik yang terdeteksi selama proses analisis, sedangkan koreksi blanko lapangan dilakukan dengan mengurangi nilai berat (gram) pada sampel tanah untuk mengeliminasi potensi kontaminasi dari lingkungan sekitar saat sampel (NOAA, 2024).

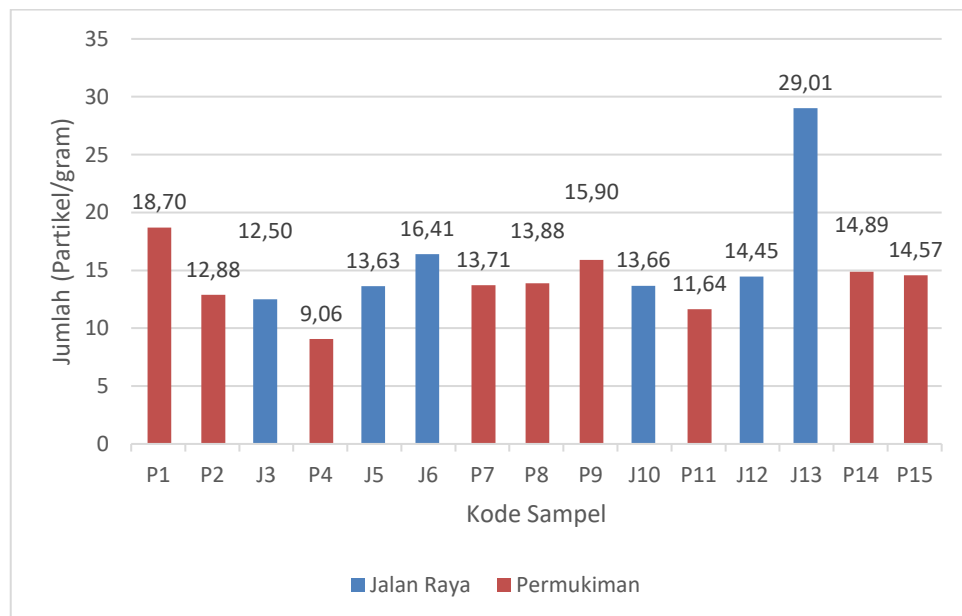
Jumlah kelimpahan mikroplastik juga menunjukkan pola yang sejalan, di mana sampel J13 memiliki jumlah tertinggi (20,01 partikel/gram) dan sampel P4 terendah (9,06 partikel/gram). Variasi ini mengindikasikan bahwa distribusi mikroplastik tidak merata dan sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia dan transportasi serta karakteristik penggunaan lahan di sekitar lokasi penelitian.

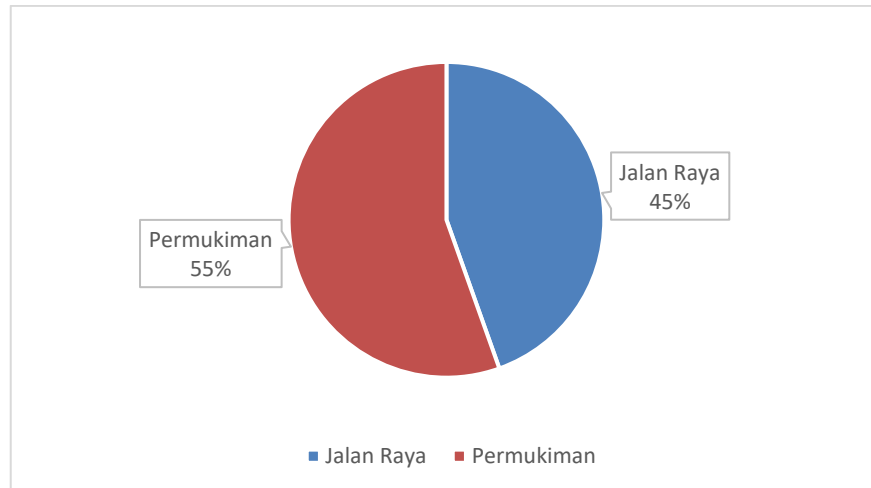
Secara umum, kelimpahan mikroplastik yang ditemukan menunjukkan bahwa bantaran Sungai Code telah terkontaminasi mikroplastik yang berasal dari berbagai aktivitas antropogenik seperti pembuangan sampah harian dan air bekas cucian. (Wright & Kelly, 2017). Keberadaan mikroplastik pada lokasi penelitian diduga dipengaruhi oleh sumber pencemar *non-point source* (NPS) yang terbawa melalui aliran permukaan (*runoff*), terutama saat terjadi hujan. Aktivitas transportasi, pembuangan sampah domestik, serta akumulasi limbah plastik di sekitar bantaran sungai menjadi faktor yang berkontribusi terhadap masuknya mikroplastik ke lingkungan tanah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa distribusi mikroplastik dipengaruhi oleh aktivitas manusia dan faktor lingkungan yang mendukung proses transportasi serta deposisi partikel mikroplastik.

Tingginya kelimpahan mikroplastik pada kawasan jalan raya erat kaitannya dengan intensitas aktivitas transportasi. Abrasi ban kendaraan merupakan salah satu sumber utama yang menghasilkan partikel mikroplastik dalam jumlah besar secara kontinu. Selain itu, akumulasi debu jalan yang mengandung fragmen plastik serta

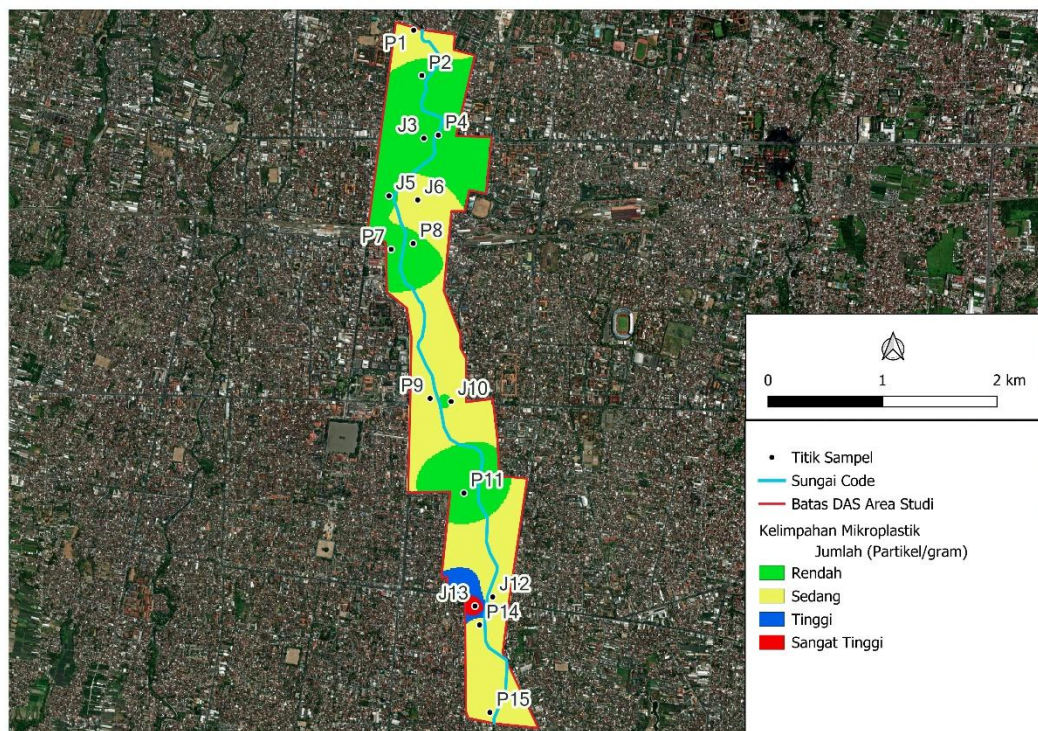
keberadaan sampah plastik di sekitar jalan turut memperkaya sumber mikroplastik. Ketika terjadi hujan, partikel-partikel tersebut akan terbawa oleh limpasan permukaan (*runoff*) dan terdeposit pada tanah di sekitarnya, sehingga meningkatkan konsentrasi mikroplastik pada area tersebut (NOAA, 2024).

Hasil analisis menunjukkan bahwa total kelimpahan mikroplastik pada kawasan permukiman lebih tinggi dibandingkan kawasan jalan raya, dengan persentase sebesar 55,44%, sedangkan kawasan jalan raya sebesar 44,56%. Namun demikian, nilai Total jumlah kelimpahan keseluruhan mikroplastik pada kawasan Permukiman lebih tinggi yaitu sebesar 125,219 partikel/gram dibandingkan kawasan Jalan Raya sebesar 99,665 partikel/gram. Sedangkan secara rata-rata menunjukkan area jalan raya memiliki jumlah yang tinggi yaitu 16,611 partikel/gram dibandingkan area permukiman yaitu 13,913 partikel/gram. Kondisi ini menunjukkan bahwa aktivitas transportasi pada area jalan raya berpotensi menghasilkan akumulasi mikroplastik yang lebih tinggi pada tiap titik sampel, sedangkan pada kawasan permukiman distribusi mikroplastik lebih tersebar pada beberapa lokasi pengamatan di **Gambar 4.3**.





Gambar 4.3 Grafik Perbandingan antara Sampel Jalan Raya & Permukiman



Gambar 4.4 Peta IDW Persebaran Kelimpahan mikroplastik

4.2.2 Karakteristik Bentuk Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa mikroplastik yang ditemukan terdiri atas tiga bentuk utama, yaitu *fragment* (pecahan), *fiber* (serat), film. Distribusi bentuk mikroplastik tersebut menunjukkan variasi yang mencerminkan sumber dan proses pembentukannya di lingkungan. Bentuk *fragment* teridentifikasi sebagai tipe

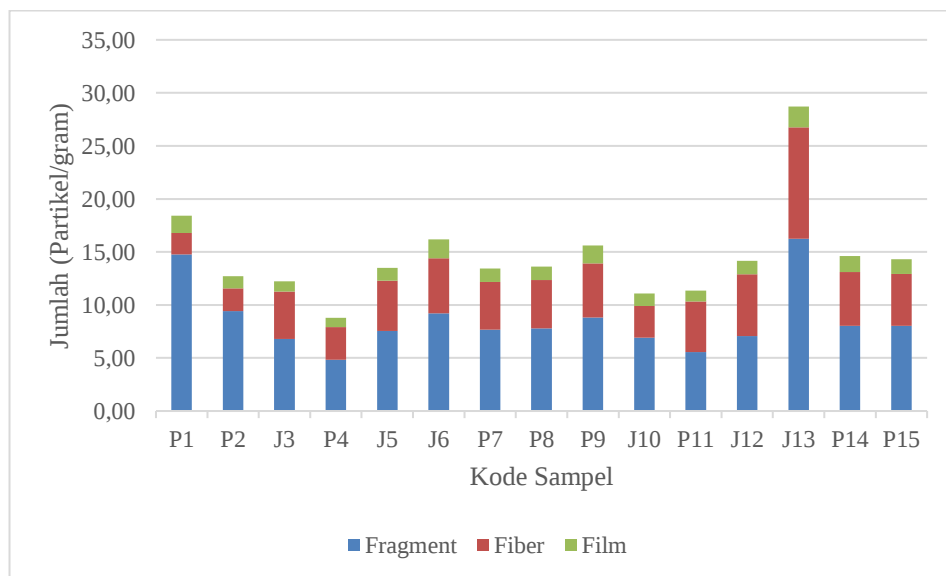
yang paling dominan pada hampir seluruh titik sampel. Dominasi ini mengindikasikan bahwa mikroplastik yang ditemukan sebagian besar merupakan hasil degradasi plastik berukuran besar akibat proses fisik, kimia, dan biologis di lingkungan (Andrady, 2011; GESAMP, 2015). Dengan demikian, keberadaan *fragment* memperkuat indikasi bahwa sumber utama mikroplastik berasal dari limbah plastik sekunder yang terfragmentasi di area perkotaan. Selain itu, keberadaan fiber dalam jumlah yang cukup signifikan menunjukkan adanya kontribusi dari aktivitas domestik, terutama dari serat tekstil sintetis yang dilepaskan selama proses pencucian. Serat ini umumnya berukuran halus dan ringan sehingga mudah terbawa oleh aliran air maupun limpasan permukaan menuju bantaran sungai.

Mikroplastik berbentuk film umumnya berasal dari plastik tipis seperti kantong plastik atau kemasan fleksibel yang mengalami degradasi. Bentuk ini cenderung mudah terbawa oleh angin maupun aliran air karena sifatnya yang ringan dan luas permukaannya besar. Secara keseluruhan, dominasi *fragment* dan fiber menunjukkan bahwa sumber pencemar mikroplastik di wilayah penelitian lebih dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik sehari-hari dan proses degradasi limbah plastik di lingkungan, yang sejalan dengan karakteristik pencemaran *non-point source* (NPS) di Kawasan perkotaan (Liu et al., 2023).

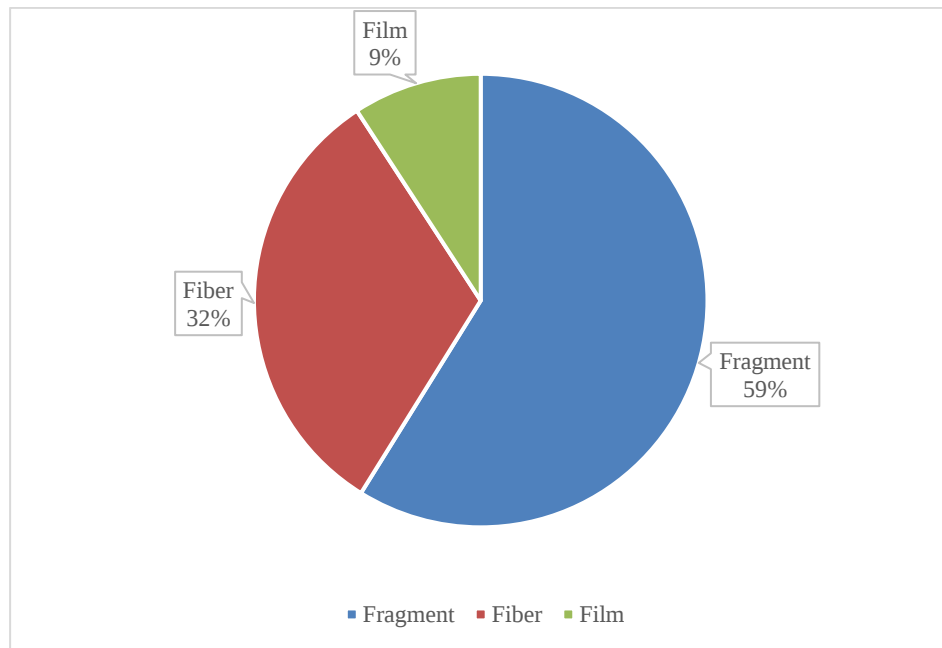
Berdasarkan data yang diperoleh, bentuk mikroplastik *fragment* memiliki nilai kelimpahan paling dominan dibandingkan jenis lainnya pada hampir seluruh sampel penelitian. Nilai kelimpahan *fragment* tertinggi ditemukan pada sampel J13 dengan jumlah 16,25 partikel/gram, sedangkan nilai terendah terdapat pada sampel P4 dengan jumlah 4,82 partikel/gram. Mikroplastik jenis *fiber* juga menunjukkan nilai kelimpahan yang tinggi pada sampel J13 dengan jumlah 10,50 partikel/gram dan terendah P1 dengan jumlah 2,04 partikel/gram. Sementara itu, bentuk *film* memiliki nilai kelimpahan paling rendah dibandingkan bentuk lainnya dengan titik sampel tertinggi J13 dengan jumlah 1,97 dan terendah titik sampel P4 dengan jumlah 0,87. Variasi nilai kelimpahan setiap bentuk mikroplastik menunjukkan adanya pengaruh aktivitas masyarakat dan transportasi terhadap distribusi mikroplastik di kawasan DAS Sungai Code.

Tabel 4.3 Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

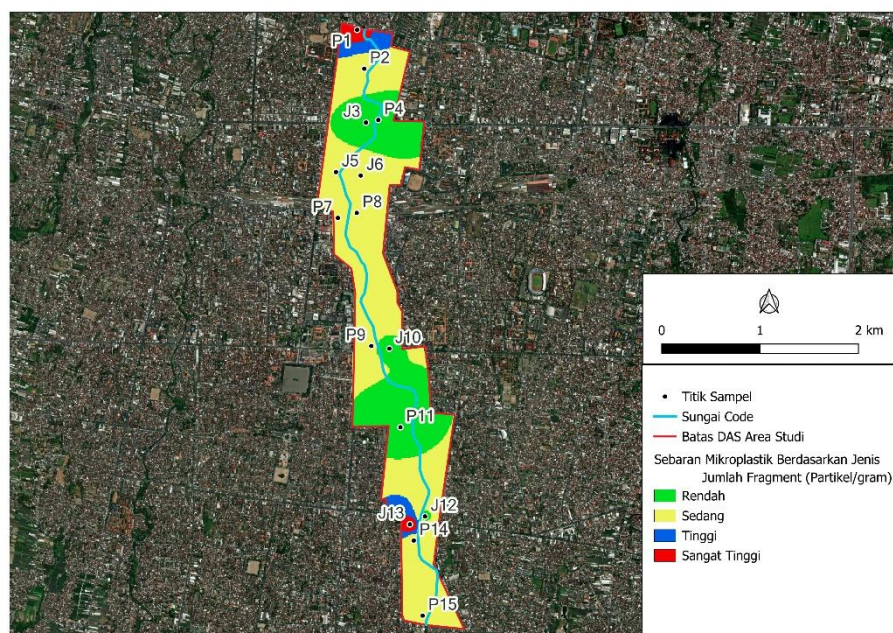
Kode Sampel	<i>Fragment</i>	<i>Fiber</i>	<i>Film</i>
P1	14,76	2,04	1,62
P2	9,41	2,14	1,16
J3	6,78	4,47	0,97
P4	4,82	3,09	0,87
J5	7,56	4,73	1,19
J6	9,21	5,20	1,77
P7	7,66	4,49	1,27
P8	7,80	4,55	1,26
P9	8,83	5,09	1,70
J10	6,90	3,01	1,17
P11	5,57	4,77	1,02
J12	7,08	5,80	1,29
J13	16,25	10,50	1,97
P14	8,03	5,08	1,49
P15	8,03	4,90	1,37



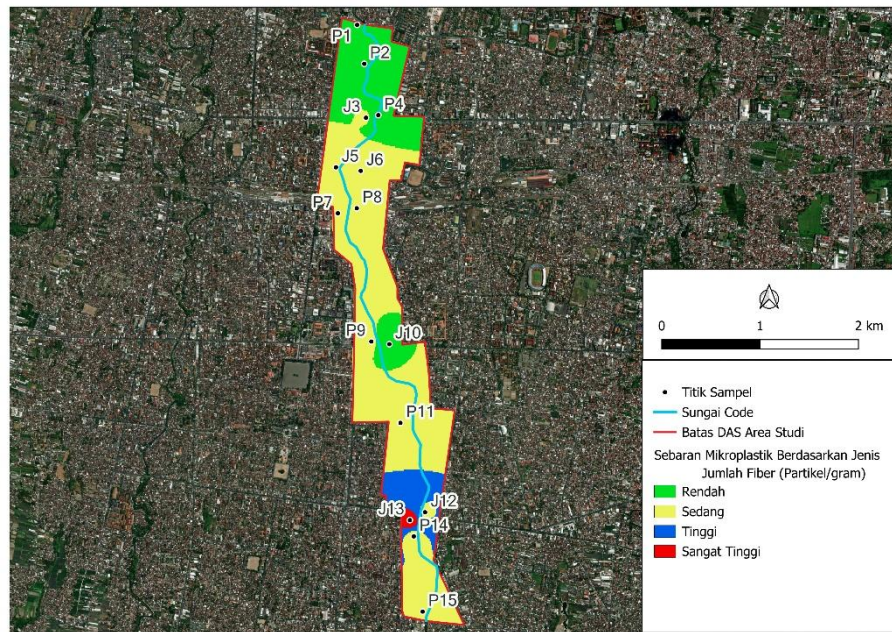
Gambar 4.5 Grafik Persentase Jenis Mikroplastik



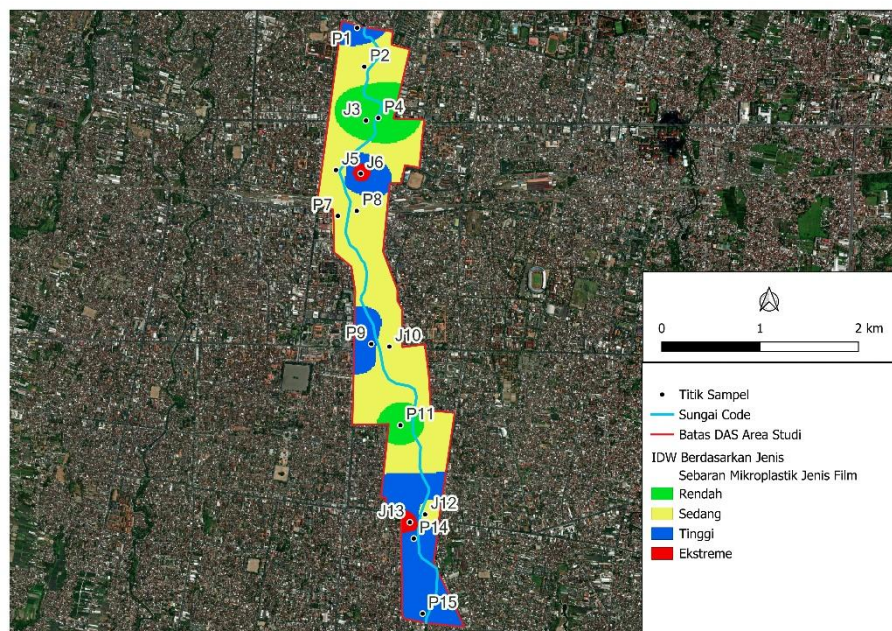
Gambar 4.6 Persentase Mikroplastik Berdasarkan Jenis



Gambar 4.7 Peta IDW Persebaran MPs Berdasarkan Jenis *Fragment*



Gambar 4.8 Peta IDW Persebaran MPs Berdasarkan Jenis Fiber



Gambar 4.9 Peta IDW Persebaran MPs Berdasarkan Jenis Film

4.2.3 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Warna

Karakteristik mikroplastik berdasarkan warna dianalisis untuk mengetahui warna mikroplastik yang paling dominan pada setiap titik sampel penelitian. Variasi warna mikroplastik yang ditemukan dapat menunjukkan perbedaan sumber pencemar, jenis bahan plastik, serta proses degradasi yang terjadi di lingkungan. Hasil identifikasi karakteristik mikroplastik berdasarkan warna pada seluruh titik sampel disajikan pada Tabel dan Gambar berikut.

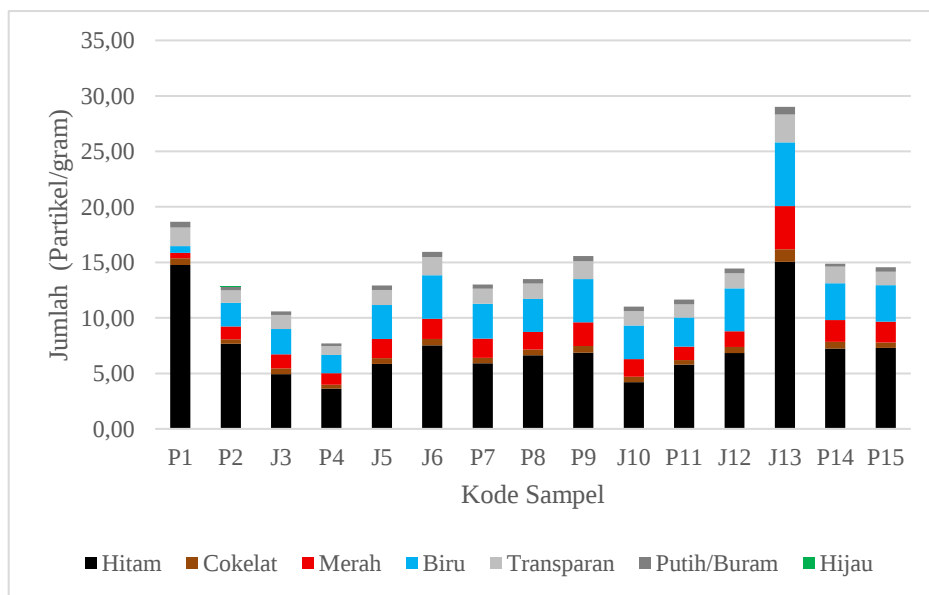
Tabel 4.4 Mikroplastik Berdasarkan Warna

Kode Sampel	Hitam	Cokelat	Merah	Biru	Transparan	Putih/Buram	Hijau
P1	14,76	0,61	0,48	0,62	1,65	0,52	-
P2	7,67	0,40	1,14	2,13	1,14	0,33	0,05
J3	4,94	0,52	1,27	2,28	1,26	0,32	-
P4	3,62	0,37	1,03	1,64	0,81	0,24	-
J5	5,85	0,53	1,74	3,05	1,36	0,40	-
J6	7,53	0,59	1,81	3,92	1,63	0,48	-
P7	5,90	0,51	1,72	3,13	1,38	0,38	-
P8	6,64	0,52	1,60	2,95	1,40	0,41	-
P9	6,87	0,60	2,15	3,89	1,60	0,49	-
J10	4,21	0,49	1,60	3,03	1,28	0,41	-
P11	5,79	0,42	1,20	2,63	1,17	0,43	-
J12	6,83	0,57	1,39	3,87	1,38	0,43	-
J13	15,04	1,14	3,88	5,75	2,50	0,70	-
P14	7,25	0,59	1,96	3,33	1,49	0,27	-
P15	7,28	0,50	1,87	3,29	1,23	0,40	-

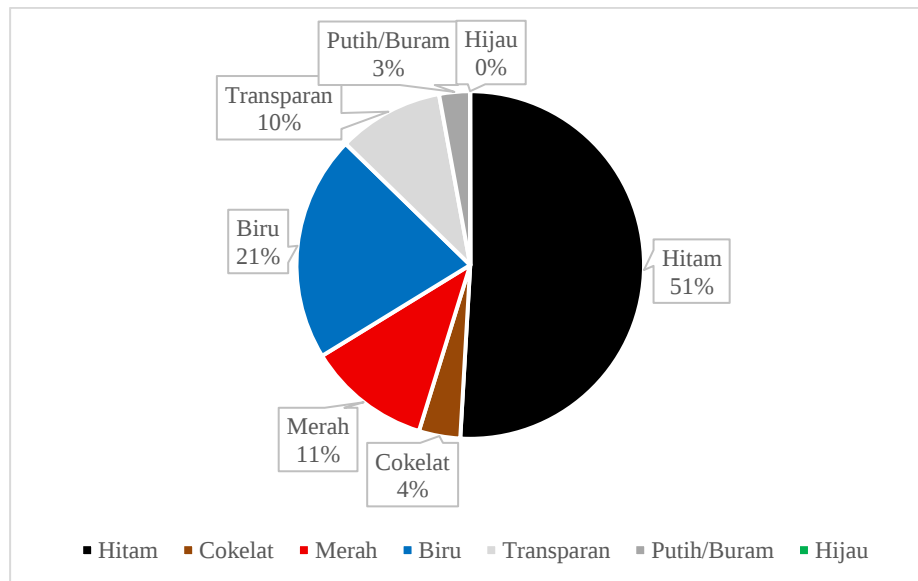
Warna mikroplastik dapat mencerminkan jenis aktivitas sumbernya karena setiap warna umumnya berasal dari produk plastik yang berbeda. Warna hitam sering dikaitkan dengan abrasi ban kendaraan dan aktivitas transportasi, sedangkan warna transparan atau putih berasal dari plastik sekali pakai rumah tangga. Warna lain seperti biru, merah, dan hijau umumnya berasal dari kemasan plastik atau produk komersial (GESAMP, 2015). Oleh karena itu, variasi warna yang beragam menunjukkan bahwa mikroplastik berasal dari berbagai aktivitas antropogenik, sehingga bersifat *non-point source (NPS)* yang menyebar di lingkungan perkotaan.

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 4.4, warna hitam merupakan warna mikroplastik yang paling dominan ditemukan pada hampir seluruh sampel penelitian. Tingginya kelimpahan mikroplastik berwarna hitam diduga berkaitan

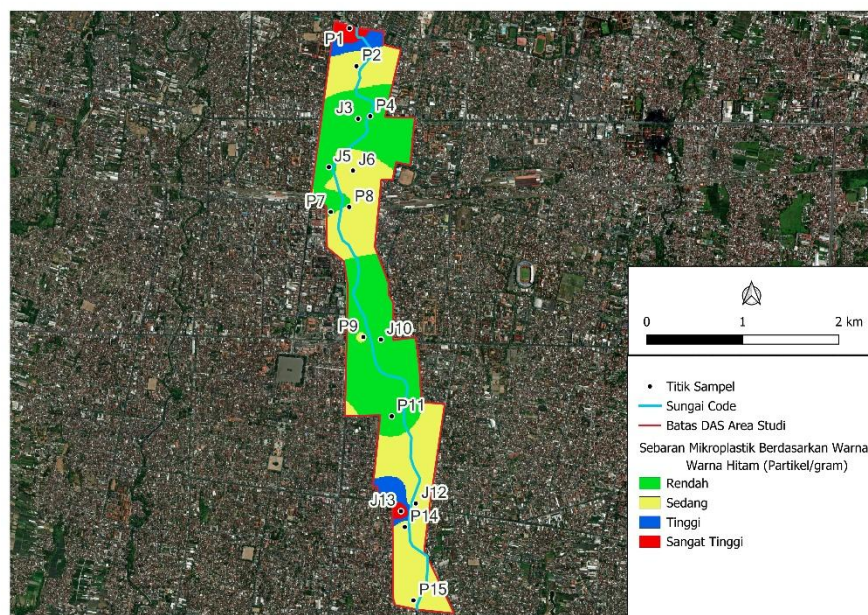
dengan aktivitas kendaraan, abrasi ban, serta degradasi material plastik di lingkungan perkotaan. Titik sampel J13 menjadi yang tertinggi dengan jumlah 15,04 partikel/gram dan terendah pada titik sampel P4 berjumlah 3,62 partikel/gram dengan persentase 51%. Selain warna hitam, mikroplastik berwarna biru dapat ditemukan dalam jumlah yang cukup tinggi pada beberapa sampel, titik sampel J13 menjadi yang tertinggi dengan jumlah 1,14 partikel/gram dan terendah pada titik sampel P4 berjumlah 0,37 partikel/gram dengan persentase warna biru 21% yang menunjukkan adanya pengaruh limbah domestik dan aktivitas kendaraan. Sementara itu, warna hijau memiliki nilai kelimpahan paling rendah dan hanya ditemukan pada beberapa lokasi penelitian. Variasi warna mikroplastik yang ditemukan menunjukkan bahwa sumber pencemar mikroplastik di kawasan DAS Sungai Code berasal dari berbagai aktivitas masyarakat dan transportasi di area sampel.



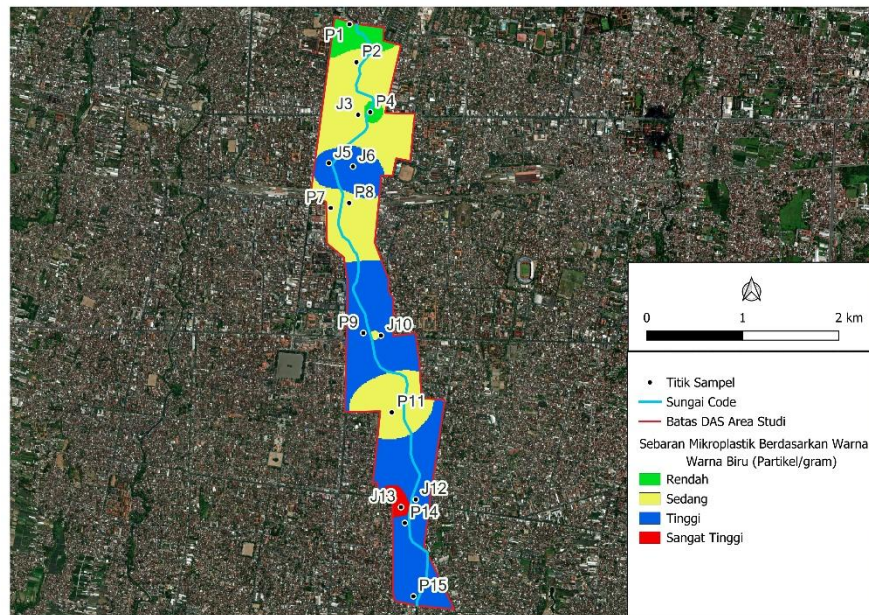
Gambar 4.10 Grafik Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Warna



Gambar 4.11 Persentase Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Warna



Gambar 4.12 Peta IDW Persebaran MPs Berdasarkan Warna Hitam



Gambar 4.13 Peta IDW Persebaran MPs Berdasarkan Warna Biru

4.2.4 Hubungan Antara Bentuk dan Warna Mikroplastik

Hasil identifikasi mikroplastik berdasarkan bentuk dan warna menunjukkan bahwa bentuk mikroplastik yang paling dominan ditemukan pada lokasi penelitian adalah *fragment* dengan titik sampel J13 menjadi yang tertinggi berjumlah 16,25 partikel/gram dan terendah di titik sampel P4 berjumlah 4,82 partikel/gram, kemudian diikuti oleh *fiber* dengan titik sampel J13 menjadi yang tertinggi berjumlah 10,50 partikel/gram dan yang terendah P1 berjumlah 2,04 partikel/gram, sedangkan bentuk *film* memiliki nilai kelimpahan yang lebih rendah. Dari segi warna, mikroplastik didominasi oleh warna hitam dengan persentase 51%. Dominasi warna hitam diduga berkaitan dengan aktivitas kendaraan, abrasi ban, serta degradasi material plastik di lingkungan perkotaan. Sementara itu, warna lain seperti biru 21%, merah 11%, transparan 10%, putih/buram 3%, dan hijau <1%. Dari data tersebut menunjukkan adanya variasi sumber mikroplastik yang berasal dari aktivitas domestik seperti pencucian pakaian, pembuangan limbah rumah tangga, dan penggunaan kemasan plastik.

Pola terlihat pada larutan $ZnCl_2$, di mana bentuk film tetap didominasi warna hitam, kemudian diikuti oleh warna transparan dan oranye. Secara umum, mikroplastik berbentuk film memiliki karakteristik berupa lapisan tipis, tidak beraturan, fleksibel, dan seringkali transparan (Kovač Viršek et al., 2016). Namun,

dalam penelitian ini, warna hitam lebih dominan. Hal ini dapat dijelaskan bahwa mikroplastik berwarna gelap memiliki kemampuan lebih tinggi dalam menyerap polutan, sehingga cenderung mengandung kontaminan tambahan (Hiwari et al., 2019). Selain itu, plastik berwarna gelap juga lebih mudah menyerap radiasi matahari, yang menyebabkan peningkatan suhu dan mempercepat proses degradasi dibandingkan plastik berwarna terang (Bergmann et al., 2015).

Adapun mikroplastik dengan warna mencolok seperti merah, biru, dan hijau menunjukkan bahwa partikel tersebut belum mengalami perubahan warna yang signifikan, sehingga masih mempertahankan warna aslinya (Febriani et al., 2020). Selain bentuk film, mikroplastik berbentuk *fragment* juga banyak ditemukan, terutama dengan warna merah dan biru. *Fragment* ini umumnya berasal dari limbah domestik seperti kemasan makanan dan botol plastik yang mengalami proses degradasi di lingkungan hingga terpecah menjadi partikel yang lebih kecil (Sari Dewi et al., 2015). Warna-warna cerah yang masih terlihat menunjukkan bahwa sebagian mikroplastik tersebut belum mengalami pelapukan lanjut.

Temuan ini sejalan dengan kondisi di lokasi penelitian, di mana banyak dijumpai sampah plastik seperti kemasan makanan, botol plastik, kantong plastik berwarna, dan sedotan. Keberadaan mikroplastik tersebut diduga dipengaruhi oleh aktivitas di sekitar lokasi, termasuk kedekatan dengan area pembuangan sampah serta kemungkinan masuknya limbah melalui aliran air dari rumah - rumah yang telah terkontaminasi. Selain itu, adanya limpasan atau banjir juga berpotensi membawa dan mengendapkan mikroplastik ke dalam tanah. Mikroplastik yang ditemukan di lingkungan tersebut kemungkinan berasal dari akumulasi jangka Panjang, termasuk kontribusi dari air lindi yang dihasilkan dari aktivitas pengelolaan sampah pada titik P2, yang diketahui mengandung partikel mikroplastik dalam jumlah signifikan (Kabir et al., 2023).



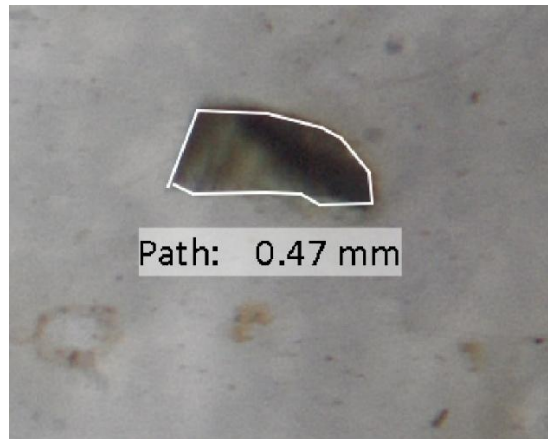
Gambar 4.14 Lokasi Penelitian Titik P2

4.2.5 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Ukuran

Karakteristik ukuran mikroplastik dianalisis untuk mengetahui distribusi ukuran partikel mikroplastik yang ditemukan pada lokasi penelitian. Variasi ukuran mikroplastik dapat menunjukkan proses degradasi plastik serta potensi transportasi partikel di dalam tanah dan lingkungan sekitar. Mikroplastik dengan ukuran yang lebih kecil umumnya lebih mudah terbawa melalui aliran *runoff* dan terdistribusi pada berbagai lokasi penelitian. Hasil analisis karakteristik ukuran mikroplastik pada setiap sampel disajikan pada Tabel dan contoh ukuran masing-masing jenis mikroplastik ditunjukkan pada Gambar berikut.

Tabel 4.5 Mikroplastik berdasarkan ukuran

Jenis Mikroplastik	Ukuran (mm)	
	Paling Kecil	Paling Besar
Fiber	0,2	1,63
<i>Fragment</i>	0,01	3,39
Film	0,01	3,84



Gambar 4.15 Bentuk Mikroplastik Jenis *Fragment*



Gambar 4.16 Bentuk Mikroplastik Jenis *Fiber*



Gambar 4.17 Bentuk Mikroplastik Jenis *Film*

Berdasarkan Tabel 4.5, sampel yang dianggap representatif adalah sampel yang memiliki distribusi ukuran mikroplastik yang serupa dengan pola umum, yaitu didominasi oleh ukuran yang paling banyak ditemukan pada seluruh sampel. Sampel-sampel ini mencerminkan kondisi umum lokasi penelitian. Sementara itu, beberapa sampel dengan jumlah atau distribusi ukuran yang sangat berbeda dianggap kurang representatif karena kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lokal tertentu. Data ini mencakup rentang ukuran total mikroplastik yang dihimpun dari 15 titik sampel tanah di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Code segmen Kota Yogyakarta. Mengingat adanya keterbatasan peneliti dalam menganalisis seluruh partikel secara individual, pengukuran ukuran dilakukan menggunakan bantuan aplikasi pada perwakilan sampel yang dianggap merepresentasikan kondisi lapangan. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, jenis *Film* memiliki rentang ukuran antara 0,01 mm hingga 3,84 mm. Fiber umumnya berasal dari aktivitas domestik seperti pencucian pakaian, fragmen dari degradasi plastik besar. Hal ini menunjukkan bahwa mikroplastik di lokasi penelitian tidak hanya berasal dari satu jenis plastik, tetapi merupakan hasil akumulasi dari berbagai aktivitas manusia.

Pada jenis *Fragment*, hasil pengukuran melalui aplikasi terhadap perwakilan sampel menunjukkan rentang ukuran dari 0,01 mm hingga 3,39 mm. Variasi ukuran yang besar ini mencerminkan asal-usul polutan yang berasal dari benda plastik berbahan keras yang pecah dan terkubur di dalam tanah dalam waktu yang lama. Kehadiran partikel *fragment* berukuran kecil menunjukkan adanya proses akumulasi mikroplastik secara terus-menerus di tanah DAS Code yang dipengaruhi oleh aktivitas domestik dan transportasi di kawasan perkotaan.

Sementara itu, untuk jenis *Fiber*, data dari 15 titik sampel menunjukkan rentang ukuran yang paling spesifik, yaitu berkisar antara 0,20 mm hingga 1,63 mm. Berbeda dengan jenis lainnya, *fiber* memiliki batas minimum ukuran yang lebih besar, yang menunjukkan karakteristik serat tekstil sintetis yang cenderung mempertahankan struktur panjangnya. Keberadaan *fiber* di dalam tanah ini menjadi indikator kuat adanya kontribusi limbah pencucian pakaian dari pemukiman warga yang terbawa melalui aliran limpasan permukaan menuju tanah di sekitar bantaran sungai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola konsumsi dan aktivitas masyarakat di wilayah padat penduduk berpengaruh terhadap distribusi ukuran

mikroplastik pada sampel tanah (NOAA, 2024). Semakin tinggi aktivitas domestik dan penggunaan produk berbahan plastik, maka semakin besar potensi akumulasi mikroplastik dengan variasi ukuran tertentu di lingkungan tanah penelitian.

4.2.6 Pengujian Parameter Fisik (Suhu dan pH)

Pengujian parameter fisik dilakukan untuk mengetahui kondisi lingkungan pada setiap lokasi penelitian yang meliputi suhu dan pH tanah. Parameter tersebut digunakan sebagai data pendukung dalam menganalisis kondisi lingkungan yang berpotensi mempengaruhi keberadaan dan distribusi mikroplastik pada sampel tanah. Hasil pengujian parameter fisik pada seluruh titik sampel disajikan pada Tabel 4.6 berikut.

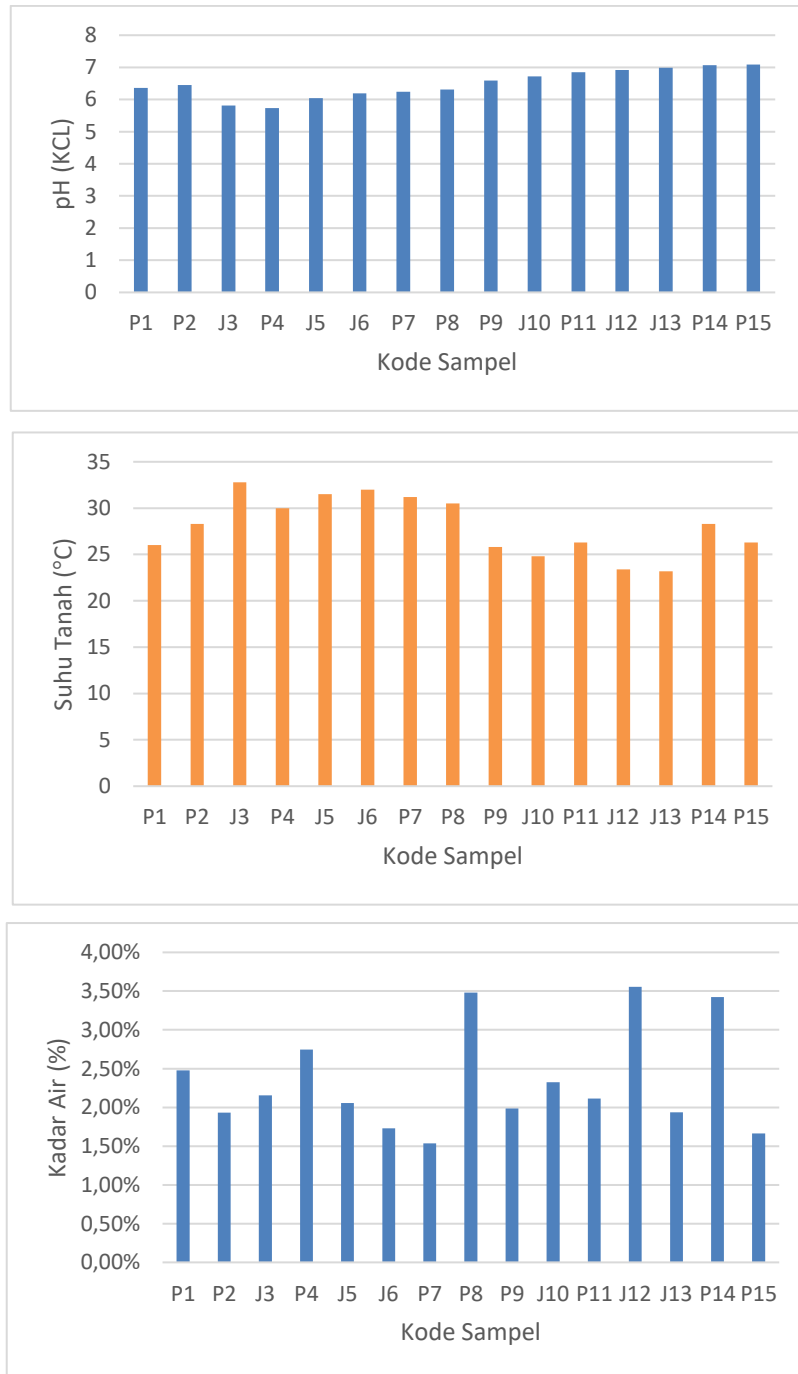
Tabel 4.6 Data Parameter Fisik-Kimia

Kode Sampel	pH (KCl)	pH (Aquadess)	Suhu Tanah (°C)	Kadar Air
P1	6,36	8,19	26	2,48%
P2	6,45	8,28	28,3	1,93%
J3	5,81	7,70	32,8	2,15%
P4	5,73	7,55	30,0	2,74%
J5	6,04	7,83	31,5	2,05%
J6	6,19	7,80	32,0	1,73%
P7	6,24	7,82	31,2	1,54%
P8	6,31	7,84	30,5	3,48%
P9	6,59	7,81	25,8	1,99%
J10	6,72	7,91	24,8	2,33%
P11	6,85	8,05	26,3	2,12%
J12	6,92	8,01	23,4	3,56%
J13	6,99	7,97	23,2	1,94%
P14	7,07	7,91	28,3	3,42%
P15	7,09	8,22	26,3	1,66%

Variasi suhu pada setiap titik sampel berkontribusi terhadap proses pembentukan dan akumulasi mikroplastik melalui beberapa mekanisme. Suhu yang lebih tinggi diketahui dapat mempercepat proses degradasi plastik secara fisik maupun kimia melalui fotodegradasi akibat paparan sinar matahari, sehingga plastik menjadi lebih rapuh dan mudah terfragmentasi (Andrady, 2011). Selain faktor fisik dan kimia, suhu juga mempengaruhi aktivitas mikroorganisme yang berkontribusi terhadap proses degradasi biologis plastik (GESAMP, 2015). Plastik

yang telah melemah kemudian lebih mudah mengalami fragmentasi akibat gesekan dengan sedimen dan aliran air. Proses-proses tersebut menyebabkan peningkatan jumlah mikroplastik serta mempengaruhi distribusi dan akumulasinya di bantaran Sungai Code. Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada 15 titik sampel di bantaran Sungai Code, diperoleh nilai suhu yang bervariasi antara 23,2°C hingga 32,8°C. Nilai suhu tertinggi tercatat pada titik sampel 3 sebesar 32,8°C, sedangkan suhu terendah terdapat pada titik sampel 13 sebesar 23,2°C.

Secara umum, sebagian besar nilai suhu berada pada kisaran 26–31°C, yang masih termasuk dalam rentang suhu ambien normal wilayah tropis (± 24 –32°C) serta sejalan dengan kisaran suhu tanah tropis (± 25 –35°C). Perbedaan suhu antar titik sampel dipengaruhi oleh variasi intensitas penyinaran matahari, tutupan vegetasi, kelembaban tanah, serta karakteristik permukaan lahan pada masing-masing lokasi penelitian (GESAMP, 2015). Plastik yang telah melemah kemudian lebih mudah terfragmentasi akibat interaksi mekanik seperti gesekan dengan sedimen dan aliran air, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kelimpahan mikroplastik pada lokasi tertentu. Titik dengan suhu lebih tinggi umumnya berada pada area terbuka dengan paparan sinar matahari langsung, seperti jalan raya atau lahan tanpa vegetasi. Sebaliknya, suhu yang lebih rendah cenderung ditemukan pada lokasi yang memiliki tutupan vegetasi atau kondisi tanah yang lebih lembab, sehingga mampu mereduksi peningkatan suhu.



Gambar 4.18 Grafik Parameter pH, Suhu, dan Kadar air

4.3 Identifikasi Mikroplastik dengan *Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR)*

Setelah dilakukan identifikasi mikroplastik berdasarkan jumlah, bentuk, dan warna menggunakan mikroskop, tahap selanjutnya adalah analisis menggunakan metode FTIR untuk menentukan jenis senyawa polimer penyusun mikroplastik

pada setiap sampel atau kertas saring. Analisis FTIR dalam penelitian ini menggunakan alat tipe SHIMADZU IRTracer-100.

Analisis gugus fungsi menggunakan instrumen *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dilakukan untuk mengidentifikasi ikatan kimia yang terkandung dalam mikroplastik, yang kemudian menjadi dasar pendugaan jenis polimernya. Berdasarkan data spektrum yang diperoleh.

Tabel 4.7 Hasil Skoring FTIR

Sampel	Score FTIR	Interpretasi Polimer	Gugus Fungsi yang Teridentifikasi	Rentang Peak (cm ⁻¹)
P7	854	Nylon	C=O (Amide)	513,07 - 3228,84
		Polypropylene (PP)	C–H	998,27 - 2927,94
		PTFE	C–F	513,07 - 1076,28
P9	876	Nylon	C=O (Amide)	671,23 - 1651,07
		Polyethylene (PE)	C–H (Alkana)	1458,18
J12	842	Nylon	C=O (Amide)	671,23 - 1651,07
		PET/PA	C=C (Aromatic)	1508,33
P15	832	Polyamide (PA)	N–H	3360,00
		PP/PE	C–H (Alkana)	1458,18 - 1508,33

Berdasarkan hasil analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), identifikasi jenis polimer pada sampel mikroplastik dilakukan dengan mengacu pada kesesuaian puncak serapan (*peak*) terhadap spektrum referensi. Untuk mempermudah interpretasi, hanya puncak serapan yang paling representatif dari masing-masing jenis polimer yang ditampilkan pada tabel, sehingga menghindari redundansi data akibat kemunculan puncak yang berulang.

Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar sampel didominasi oleh polimer jenis *nylon*. Hal ini ditunjukkan oleh keberadaan puncak serapan pada

kisaran $1635\text{--}1651\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan karakteristik gugus amida (C=O) yang umum ditemukan pada *polyamide*. Puncak ini muncul secara konsisten pada Sampel P7 skor FTIR 854, Sampel P9 skor FTIR 876, dan Sampel J12 skor FTIR 842, sehingga mengindikasikan bahwa *nylon* merupakan jenis polimer yang paling dominan pada lokasi penelitian (Nuraini, A., dkk., 2023).

Selain *nylon*, ditemukan pula polimer jenis *polypropylene* (PP) dan *polyethylene* (PE) yang ditunjukkan oleh puncak serapan pada kisaran $1450\text{--}1460\text{ cm}^{-1}$ dan sekitar 998 cm^{-1} yang merupakan karakteristik ikatan C–H pada senyawa alkana. Keberadaan polimer ini umumnya berkaitan dengan sumber plastik sekali pakai seperti kemasan dan kantong plastic (Suhartono, S., dkk., 2022).

Pada Sampel P15, teridentifikasi polimer jenis *polyamide* (PA) yang ditunjukkan oleh puncak serapan pada 3360 cm^{-1} dan Skor 832 yang merepresentasikan gugus N–H. Puncak ini merupakan ciri khas dari senyawa berbasis amida dan memperkuat indikasi bahwa mikroplastik yang ditemukan banyak berasal dari bahan tekstil sintetis.

Selain itu, pada Sampel P7 juga teridentifikasi keberadaan *polytetrafluoroethylene* (PTFE) yang ditunjukkan oleh puncak pada kisaran 1076 cm^{-1} . Kehadiran PTFE mengindikasikan adanya kontribusi dari sumber plastik industri atau material khusus yang memiliki ketahanan kimia tinggi.

Nilai kemiripan (*similarity*) dalam penelitian ini tidak diperoleh secara langsung dari perangkat lunak FTIR, namun disesuaikan dengan rentang yang dilaporkan dalam literatur. Berdasarkan referensi, kecocokan spektrum di atas 80% dikategorikan sebagai tingkat kemiripan tinggi, sedangkan kisaran 70–85% menunjukkan tingkat kemiripan sedang hingga tinggi (Wright & Kelly, 2017; Primpke et al., 2018). Oleh karena itu, hasil identifikasi polimer pada penelitian ini memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi.

Secara keseluruhan, dominasi polimer berbasis *nylon* dan *polyamide* menunjukkan bahwa sumber utama mikroplastik pada lokasi penelitian kemungkinan besar berasal dari aktivitas domestik, khususnya dari serat tekstil sintetis yang terlepas selama proses pencucian pakaian dan terbawa ke lingkungan melalui sistem drainase dan limpasan permukaan (*runoff*). Sementara itu,

keberadaan *polyethylene* dan *polypropylene* mengindikasikan kontribusi dari limbah plastik sekali pakai yang umum ditemukan di lingkungan perkotaan.

4.4 Indeks Pencemaran Mikroplastik (CMPI)

Analisis *Microplastic Impact Coefficient (CMPI)* atau Indeks Pencemaran Mikroplastik yang dikombinasikan dengan peta interpolasi *Inverse Distance Weighting (IDW)* memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai distribusi spasial dan kontribusi masing-masing bentuk mikroplastik di DAS Sungai Code segmen Kota Yogyakarta. Peta IDW yang disusun berdasarkan data kelimpahan mikroplastik menunjukkan bahwa zona dengan tingkat kelimpahan tinggi terkonsentrasi pada bagian tengah hingga hilir, terutama pada lokasi yang didominasi oleh aktivitas antropogenik tinggi seperti jalan raya dan kawasan permukiman padat. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa titik dengan kelimpahan tertinggi berada pada area jalan raya, yang memiliki intensitas aktivitas transportasi yang tinggi.

Perhitungan tingkat pencemaran mikroplastik pada setiap titik sampel dilakukan menggunakan Indeks Pencemaran Mikroplastik (CMPI). Indeks ini digunakan untuk membandingkan tingkat pencemaran relatif antar sampel berdasarkan kelimpahan mikroplastik yang ditemukan.

Rumus CMPI yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$CMPI = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik jenis tertentu}}{\text{Jumlah total partikel mikroplastik di satu titik pengambilan sampel}}$$

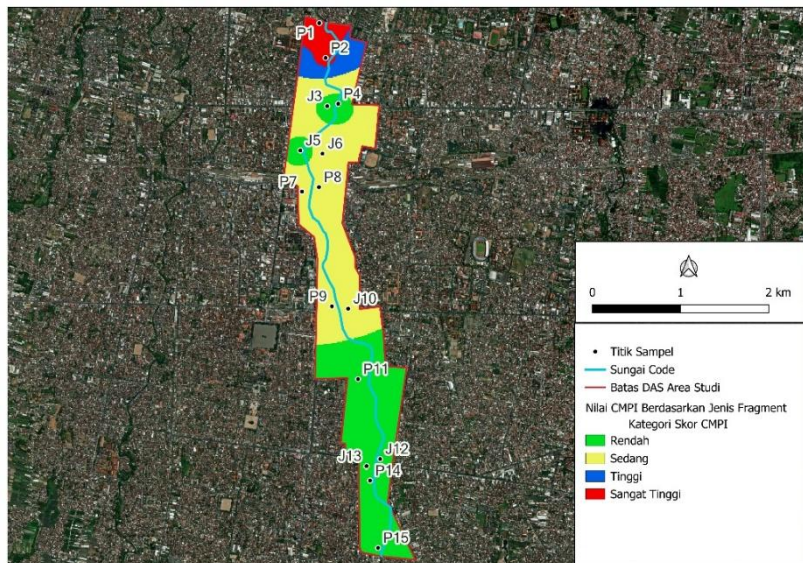
Berdasarkan hasil perhitungan Indeks Pencemaran Mikroplastik (CMPI), nilai pencemaran mikroplastik pada lokasi penelitian menunjukkan variasi pada setiap sampel. Nilai CMPI kategori *fragment* tertinggi ditemukan pada sampel J13 berjumlah 0,57, sedangkan nilai terendah terdapat pada sampel P4 berjumlah 0,49. Tingginya nilai CMPI pada sampel J13 menunjukkan bahwa lokasi tersebut memiliki tingkat akumulasi mikroplastik yang lebih tinggi dibandingkan lokasi lainnya. Kondisi tersebut diduga dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan, kepadatan permukiman, serta banyaknya sumber plastik di sekitar lokasi penelitian. Sementara

itu, nilai CMPI yang lebih rendah pada sampel P4 menunjukkan bahwa jumlah dan karakteristik mikroplastik pada lokasi tersebut relatif lebih sedikit dibandingkan sampel lainnya.

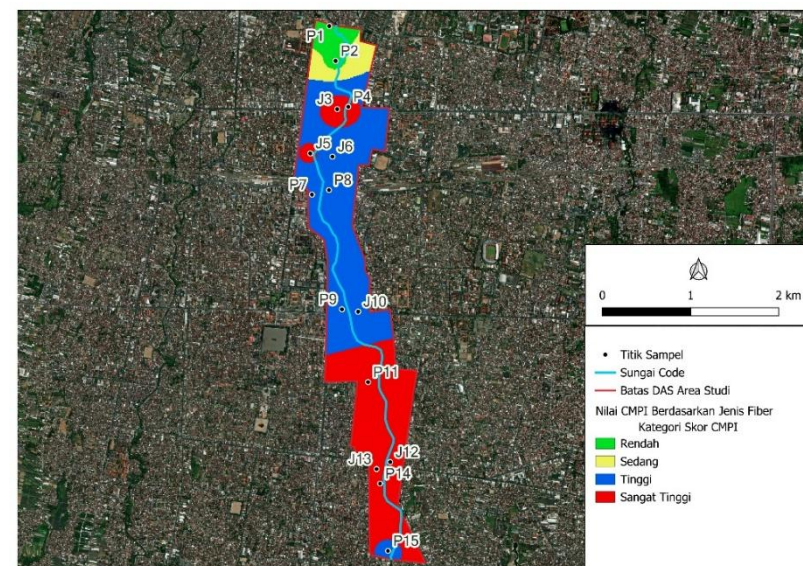
Nilai CMPI yang tinggi umumnya dipengaruhi oleh dominasi bentuk mikroplastik tertentu, terutama *fragment* dan *fiber*, yang memiliki potensi pencemaran lebih besar di lingkungan. Dominasi bentuk *fragment* menunjukkan adanya proses degradasi plastik berukuran besar yang telah mengalami fragmentasi akibat faktor lingkungan. Selain itu, keberadaan *fiber* juga menunjukkan adanya pengaruh aktivitas domestik, seperti limbah rumah tangga dan pencucian pakaian berbahan sintetis. Distribusi nilai CMPI yang berbeda pada setiap sampel menunjukkan bahwa pencemaran mikroplastik di kawasan DAS Sungai Code dipengaruhi oleh kondisi penggunaan lahan, aktivitas masyarakat, serta proses penyebaran partikel melalui *runoff*.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan CMPI

Kode Sampel	CMPI Fragment	CMPI Fiber	CMPI Film	Kelimpahan (Partikel/gram)
P1	0.52	0.07	0.06	18.697
P2	0.33	0.08	0.04	12.875
J3	0.24	0.16	0.03	12.501
P4	0.17	0.11	0.03	9.063
J5	0.26	0.16	0.04	13.634
J6	0.32	0.18	0.06	16.408
P7	0.27	0.16	0.04	13.708
P8	0.27	0.16	0.04	13.884
P9	0.31	0.18	0.06	15.900
J10	0.29	0.13	0.05	13.662
P11	0.20	0.17	0.04	11.638
J12	0.25	0.20	0.04	14.452
J13	0.57	0.37	0.07	29.008
P14	0.28	0.18	0.05	14.887
P15	0.28	0.17	0.05	14.567

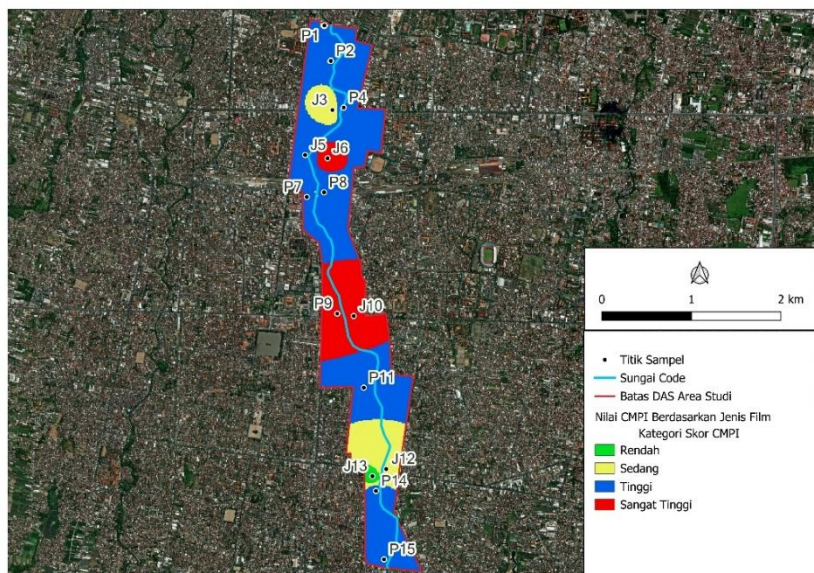


Gambar 4.19 Peta Persebaran CMPI Fragment

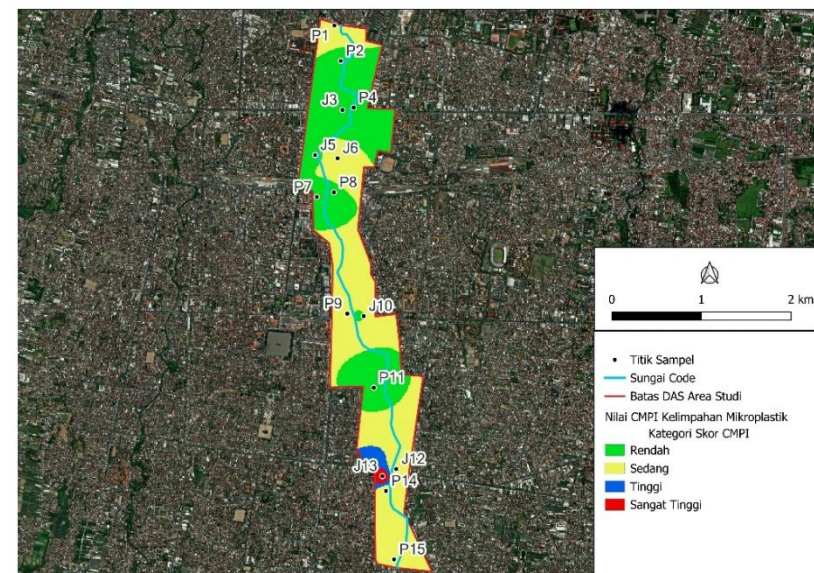


Gambar 4.20 Peta Persebaran CMPI Fiber

Gambar 4.21 Peta Persebaran CMPI Film



Gambar 4.22 Peta Persebaran Kelimpahan MPs



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan terhadap mikroplastik sebagai potensi pencemar *non-point source* (NPS) di DAS Sungai Code segmen Kota Yogyakarta, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Mikroplastik terbukti ditemukan pada seluruh titik sampel di DAS Sungai Code, yang menunjukkan bahwa pencemaran mikroplastik telah tersebar secara luas di lingkungan tanah bantaran sungai. Dari hasil yang didapatkan, mikroplastik tertinggi ditemukan pada titik sampel J13 sebesar 20,01 partikel/gram dengan persentase 13%, sedangkan nilai terendah terdapat pada titik sampel P4 sebesar 9,06 partikel/gram dengan persentase 4%. Karakteristik bentuk mikroplastik berdasarkan jenis, *fragment* menjadi jenis dengan jumlah yang tinggi dibanding jenis lainnya dengan persentase 59%, dilanjutkan dengan fiber dengan persentase 32%, dan film dengan persentase 9%. Pada bentuk mikroplastik jenis *fragment*, titik sampel J13 menjadi yang tertinggi dengan jumlah 16,25 partikel/gram, sedangkan nilai terendah terdapat pada sampel P4 dengan jumlah 4,82 partikel/gram. Pada karakteristik mikroplastik berdasarkan warna dengan total tertinggi yaitu warna hitam yaitu dengan persentase 51% dengan titik sampel J13 menjadi yang tertinggi dengan jumlah 15,04 partikel/gram dan terendah pada titik sampel P4 berjumlah 3,62 partikel/gram. Selain warna Hitam, mikroplastik berwarna biru dapat ditemukan dalam jumlah yang cukup tinggi pada beberapa sampel, titik sampel J13 menjadi yang tertinggi dengan jumlah 1,14 partikel/gram dan terendah pada titik sampel P4 berjumlah 0,37 partikel/gram dengan persentase warna biru 21%. Berdasarkan data yang didapat, sumber pencemar *non-point source* berasal dari aktivitas perkotaan

dan perumahan seperti abrasi ban transportasi, abu pembuangan kendaraan, air limbah bekas mandi, air pembuangan cucian, dll. .

2. Kelimpahan mikroplastik bervariasi pada setiap lokasi dengan nilai yang dipengaruhi oleh karakteristik tata guna lahan di sekitarnya. Area dengan aktivitas tinggi seperti jalan raya menunjukkan kelimpahan mikroplastik yang lebih besar dibandingkan dengan kawasan permukiman, yang mengindikasikan bahwa aktivitas transportasi dan limpasan permukaan (*runoff*) berperan penting dalam distribusi mikroplastik. Nilai kelimpahan mikroplastik tertinggi ditemukan pada titik sampel J13 sebesar 20,01 partikel/gram dengan persentase 13%, sedangkan nilai terendah terdapat pada titik sampel P4 sebesar 9,06 partikel/gram dengan persentase 4%.
3. Karakteristik mikroplastik yang ditemukan didominasi oleh bentuk tertentu *fragment*, fiber, dan film dengan variasi warna dan ukuran yang beragam. Hal ini menunjukkan bahwa sumber mikroplastik berasal dari berbagai aktivitas manusia, baik dari degradasi plastik makro maupun sumber langsung seperti serat sintetis.
4. Berdasarkan hasil identifikasi menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), mikroplastik yang ditemukan pada sampel tanah DAS Sungai Code terdiri atas beberapa jenis polimer, seperti *Polyethylene* (PE), *Polypropylene* (PP), dan *Polyethylene Terephthalate* (PET), yang umumnya berasal dari aktivitas domestik maupun transportasi perkotaan. Keberadaan berbagai jenis polimer tersebut menunjukkan bahwa sumber mikroplastik di lokasi penelitian berasal dari aktivitas antropogenik yang beragam, seperti penggunaan plastik sekali pakai, limbah rumah tangga, serta abrasi material sintetis dari kendaraan di lingkungan perkotaan. Hasil identifikasi FTIR juga memperkuat bahwa mikroplastik yang ditemukan merupakan hasil degradasi berbagai produk plastik yang telah mengalami fragmentasi di lingkungan. Secara keseluruhan, hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa kawasan DAS Sungai Code telah mengalami kontaminasi mikroplastik dengan karakteristik polimer yang beragam sebagai indikasi adanya kontribusi pencemar *non-point source* (NPS) yang terbawa melalui *runoff* perkotaan.

5. Secara keseluruhan, keberadaan mikroplastik di DAS Sungai Code dapat dijadikan sebagai indikator pencemaran *non-point source* (NPS) yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia dan kondisi tata guna lahan di wilayah perkotaan.
6. Berdasarkan hasil perhitungan Indeks Dampak Mikroplastik (CMPI), tingkat pencemaran mikroplastik pada lokasi penelitian menunjukkan variasi antar titik sampel, mulai dari kategori sedang hingga tinggi. Nilai indeks tertinggi ditemukan pada lokasi dengan aktivitas antropogenik seperti limbah rumah tangga, limbah plastik, dan intensitas transportasi yang tinggi, sehingga menunjukkan bahwa kawasan tersebut memiliki potensi akumulasi mikroplastik yang lebih besar dibandingkan lokasi lainnya. Tingginya nilai indeks dipengaruhi oleh dominasi bentuk mikroplastik tertentu, terutama *fragment* dan *fiber*, yang berasal dari aktivitas domestik, degradasi sampah plastik, serta abrasi material sintetis di lingkungan perkotaan. Secara keseluruhan, hasil analisis indeks dampak mikroplastik menunjukkan bahwa kawasan DAS Sungai Code telah mengalami pencemaran mikroplastik yang dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat dan proses distribusi partikel melalui *runoff*, sehingga mikroplastik dapat dikategorikan sebagai salah satu pencemar *non-point source* (NPS) di wilayah perkotaan.
7. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada variasi karakteristik bentuk mikroplastik yang ditemukan, di mana jenis *pellet* tidak ditemukan pada seluruh sampel di Sungai Code, Kota Yogyakarta. Hal ini mengindikasikan bahwa polutan mikroplastik di lokasi penelitian didominasi oleh hasil fragmentasi limbah domestik dan bukan berasal dari tumpahan bahan baku industri plastik murni.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya maupun pengelolaan lingkungan, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan lokasi dan jumlah titik sampel agar diperoleh gambaran distribusi mikroplastik yang lebih representatif di seluruh wilayah DAS Sungai Code.
2. Perlu dilakukan kajian lanjutan yang mengaitkan mikroplastik dengan parameter lingkungan lainnya, seperti kandungan bahan organik tanah, curah hujan, dan intensitas *runoff*, untuk memahami mekanisme transport mikroplastik secara lebih mendalam.
3. Penggunaan metode analisis yang lebih lanjut, seperti identifikasi polimer dengan teknik spektroskopi yang lebih detail, dapat meningkatkan akurasi dalam menentukan sumber mikroplastik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Anggito, P. W. (2024). IDENTIFIKASI KEBERADAAN MIKROPLASTIK PADA TANAH PERTANIAN SEKITAR TPA PIYUNGAN YOGYAKARTA. (Skripsi). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak (BBWSSO). (2020). *Data dan informasi wilayah Sungai Code*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Brontowiyono, W. (2020). *Pengelolaan pencemaran air berbasis daerah aliran sungai*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia Press.
- Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. (2011). Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: Sources and sinks. *Environmental Science & Technology*, 45(21), 9175–9179. <https://doi.org/10.1021/es201811s>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588–2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Dris, R., Gasperi, J., Saad, M., Mirande, C., & Tassin, B. (2016). Synthetic fibers in atmospheric fallout: A source of microplastics in the environment? *Marine Pollution Bulletin*, 104(1–2), 290–293. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.01.006>
- Environmental Protection Agency (EPA). (2003). *National management measures to control nonpoint source pollution from urban areas*. U.S. Environmental Protection Agency.
- GESAMP. (2015). *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: A global assessment*. IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP.
- Gouin, T., Avalos, J., Brunning, I., et al. (2024). An environmental risk assessment framework for microplastics. *Environmental Science & Technology*, 58(3), 1234–1245.

- Hurley, R. R., Nizzetto, L., et al. (2018). Microplastic contamination of river beds significantly reduced by catchment-wide flooding. *Nature Geoscience*, 11, 251–257. <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0080-1>
- Jumiati. (2024). *Analisis mikroplastik pada sedimen sungai di kawasan perkotaan* (Skripsi). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Liu, X. (2023). Urban non-point source pollution and its environmental impacts: A review. *Journal of Environmental Management*, 330, 117150. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117150>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2024). *What is nonpoint source pollution?* <https://oceanservice.noaa.gov/facts/nps.html>
- Nurhadi, N., Prasetyo, Y., & Rahmawati, D. (2019). Distribusi pencemaran pada daerah aliran sungai perkotaan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 25(2), 85–94.
- Putri, A. N. (2023). *Analisis mikroplastik di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan* (Skripsi). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Rangel-Buitrago, N., Neal, W. J., & Williams, A. T. (2021). A microplastic pollution index for environmental assessment. *Science of the Total Environment*, 760, 144042. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144042>
- Setiawan, A. (2021). *Kajian kualitas lingkungan DAS berbasis tata guna lahan* (Skripsi). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Syahril. (2016). *Pengelolaan daerah aliran sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R. U., et al. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364(1526), 2027–2045. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0284>
- Wright, S. L., & Kelly, F. J. (2017). Plastic and human health: A micro issue? *Environmental Science & Technology*, 51(12), 6634–6647. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423>

LAMPIRAN

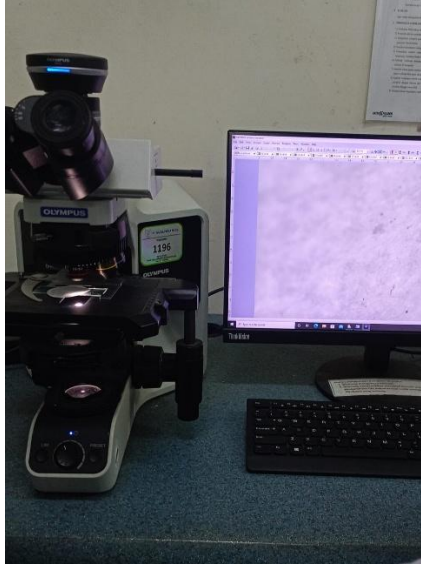
Lampiran 1. Kondisi Lokasi Penelitian



Lampiran 2. Kondisi Pengambilan Sampel

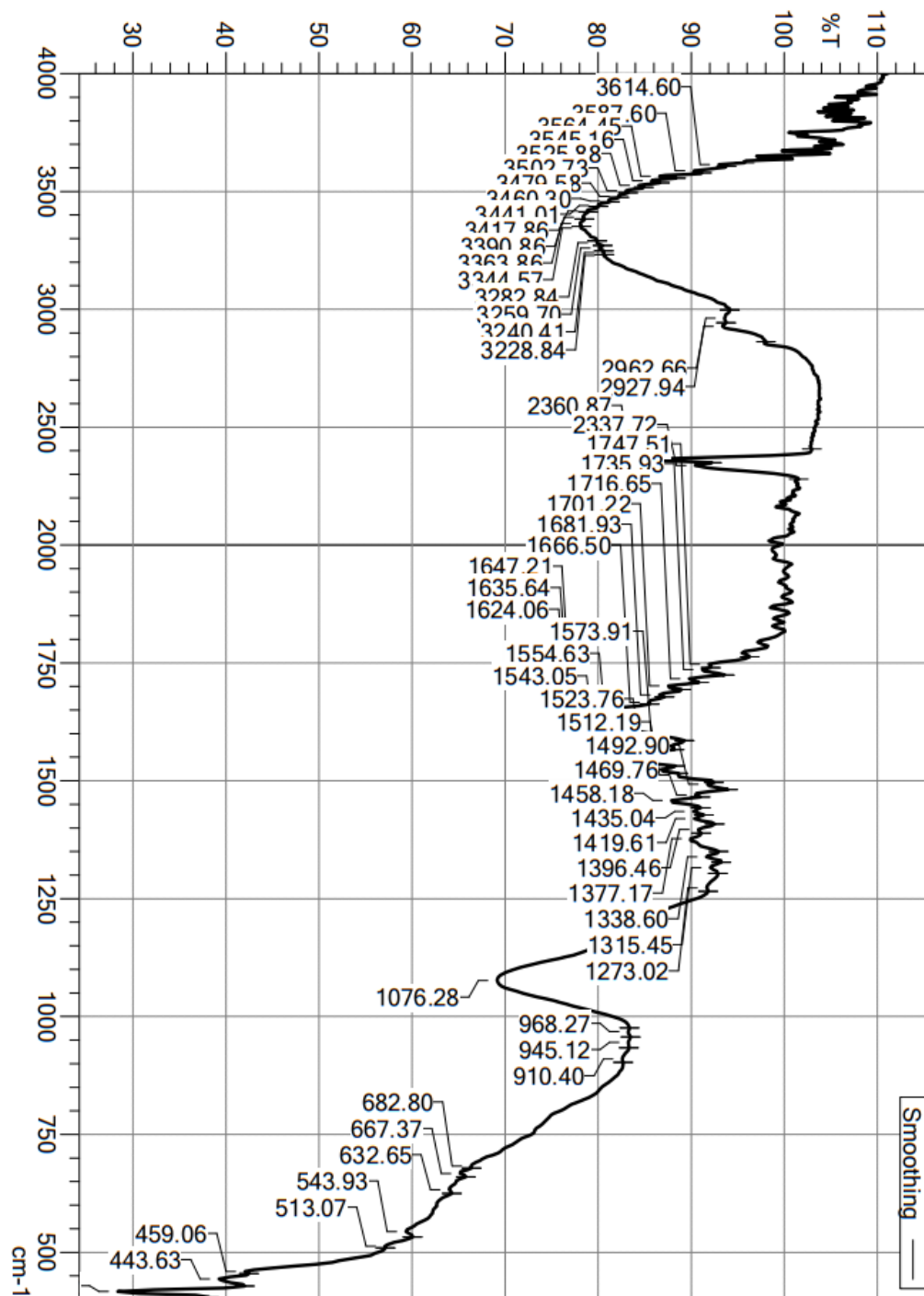


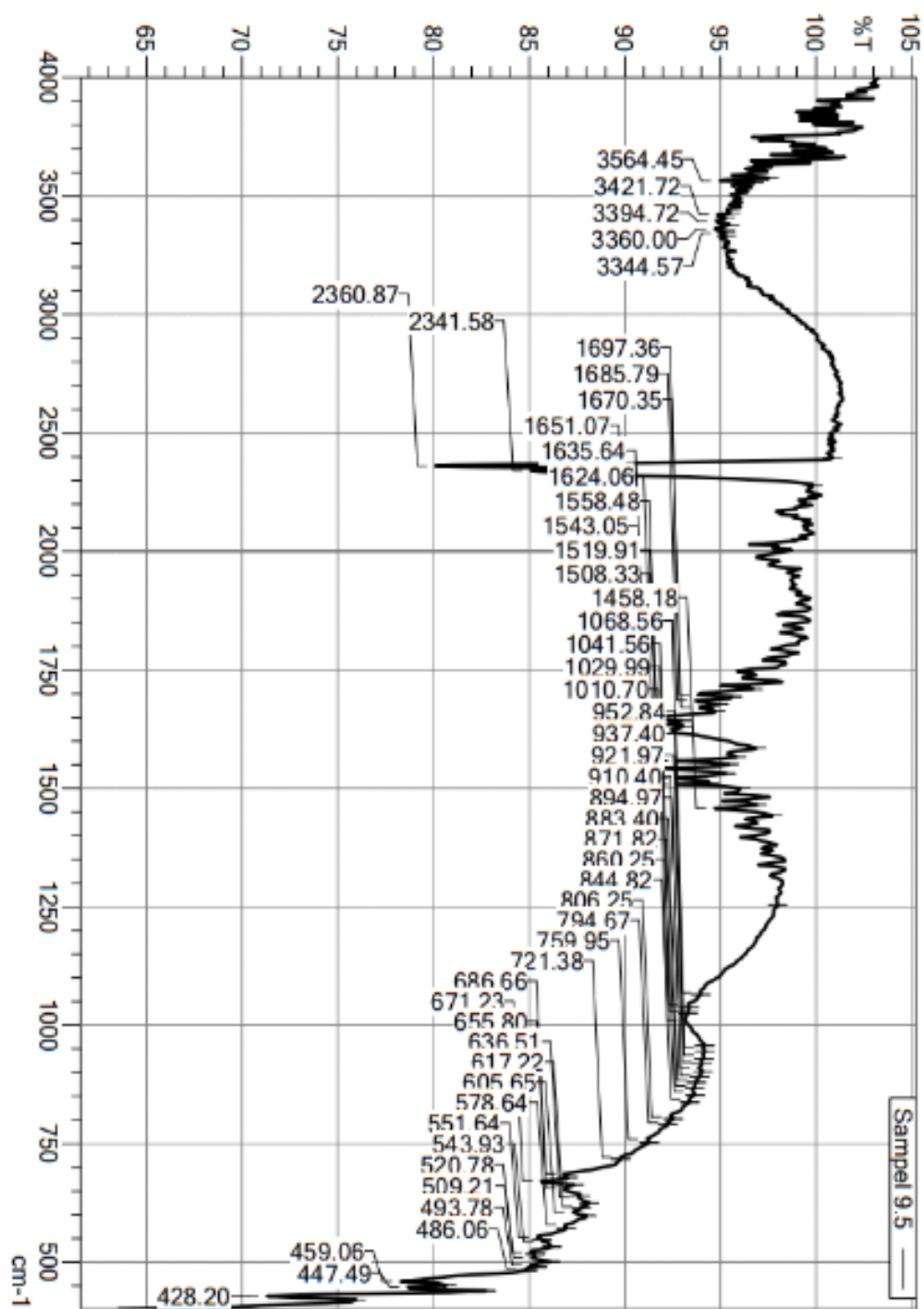
Lampiran 3. Pengujian Laboratorium



Lampiran 4. Grafik FTIR

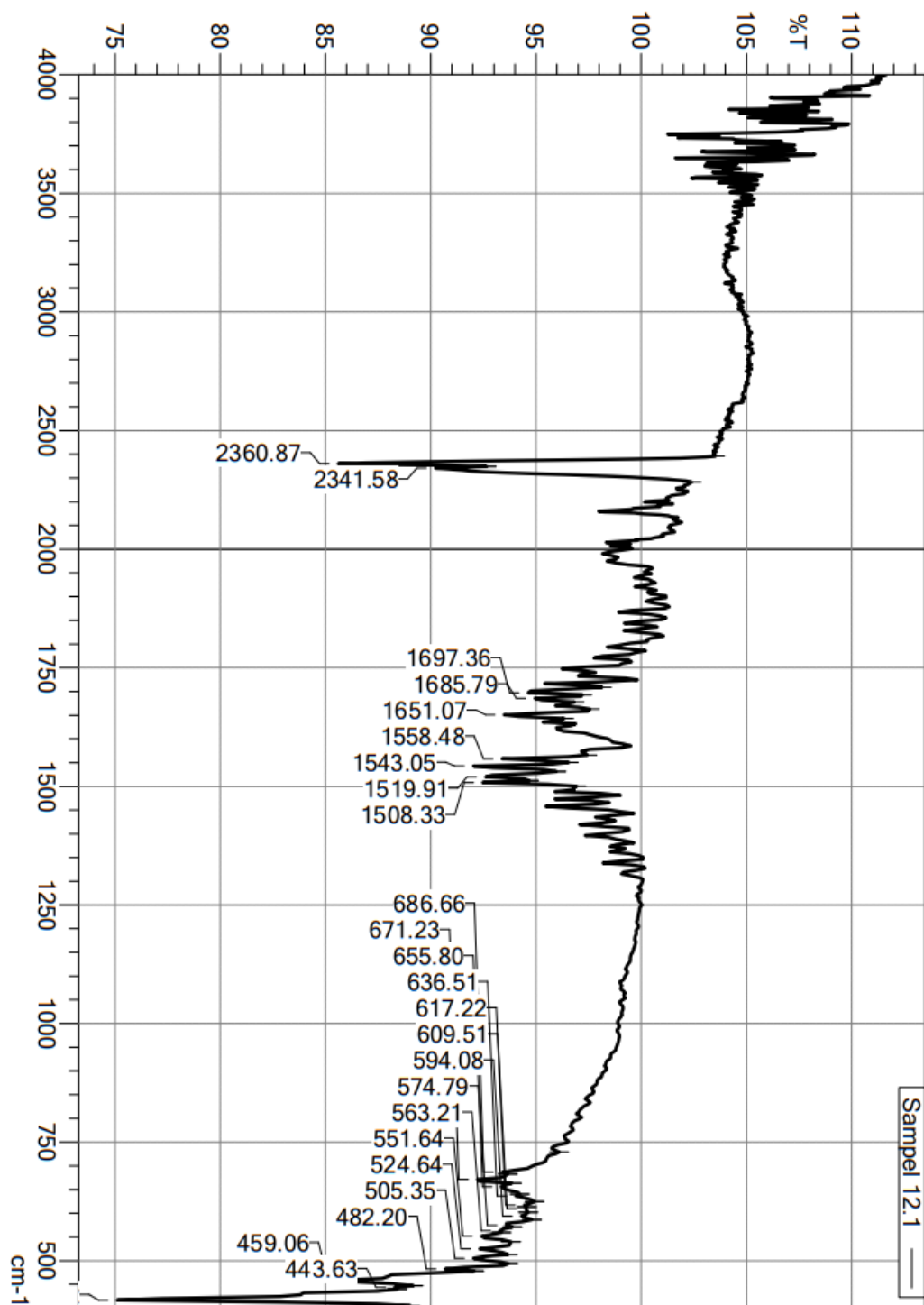
(Sampel 7)

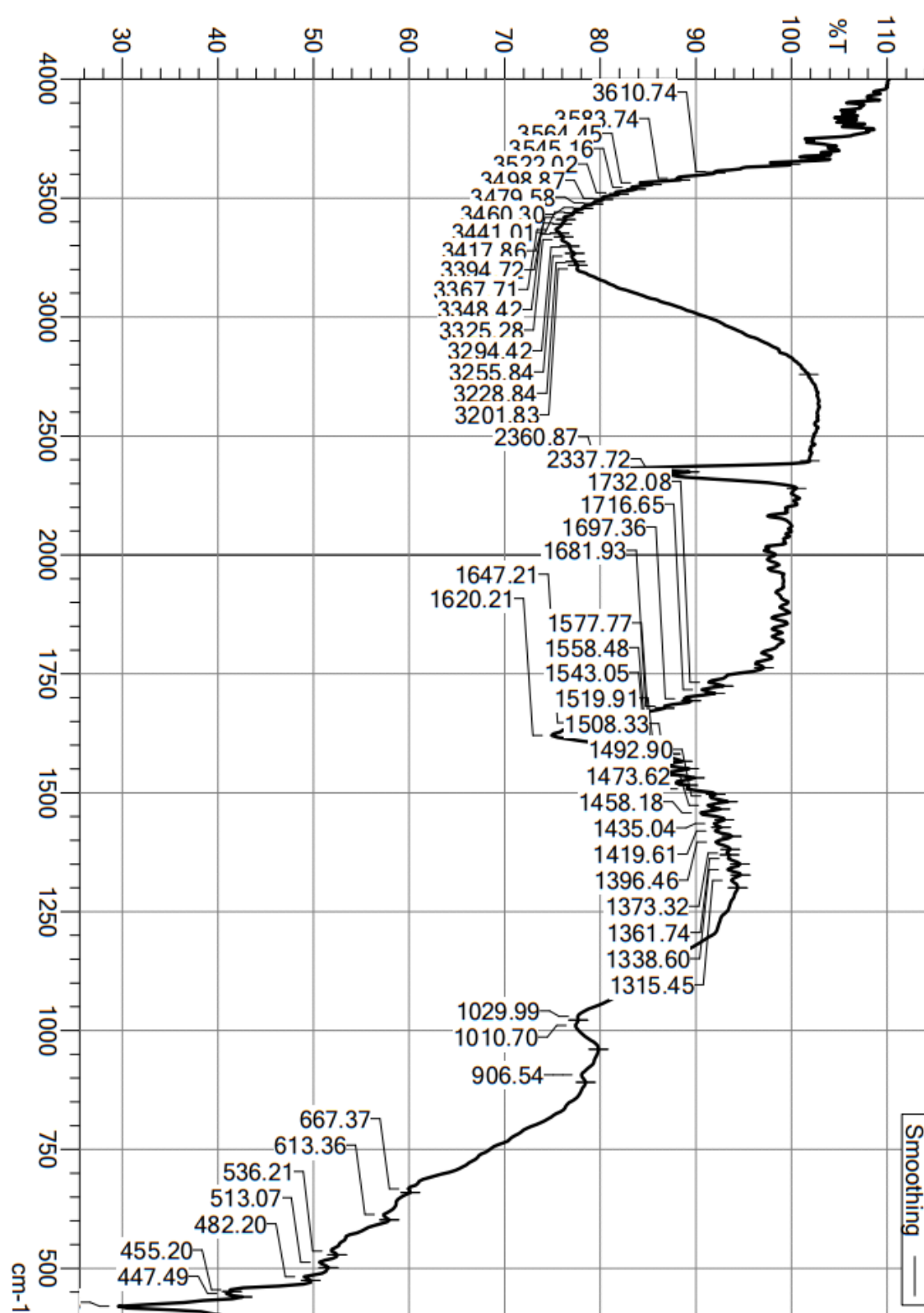




(Sample 9)

(Sampel 12)





(Sample 15)

Lampiran 5. Tabel Hasil FTIR Sampel 7, 9, 12, 15

	Score	Library	Name	Comment
1	715	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1	Protein(Human Hair) DuraSamplI
2	697	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2	Protein(Soy Bean Powder) DuraSamplIIR-II
3	685	144 - T-Polymer2	T_Methylcellulose	Methylcellulose Transmission(Microscope)
4	683	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) Transmission(Microscope)
5	682	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
6	679	109 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Cellulose	Hydroxypropyl Cellulose DuraSamplIIR-II
7	678	183 - ATR-Polymer2	D_Zein	Zein, Purified DuraSamplIIR-II
8	677	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
9	676	7 - T-Polymer2	HPC	Hydroxypropylcellulose(HPC) Transmission(Microscope)
10	674	12 - T-Polymer2	Ramie	Ramie Transmission(Microscope)
11	673	27 - T-Polymer2	Polyacetylene	Polyacetylene Transmission(Microscope)
12	673	138 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) DuraSamplIIR-II
13	671	109 - T-Polymer2	T_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) Transmission(Microscope)
14	671	37 - T-Polymer2	PVAL	Polyvinyl Alcohol(PVAL) Transmission(Microscope)
15	670	110 - T-Polymer2	T_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) Transmission(Microscope)
16	669	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulose1	Hydroxypropylcellulose(HPC) DuraSamplIIR-II
17	669	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
18	668	3 - IRs Polymer2	ARABIC	Arabic gum Film
19	667	107 - T-Polymer2	T_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) Transmission(Microscope)
20	666	137 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) DuraSamplIIR-II
21	665	8 - T-Polymer2	Paper	Paper Transmission(Microscope)
22	664	131 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) Transmission(Microscope)
23	660	27 - ATR-Polymer2	D_Polyacetylene	Polyacetylene DuraSamplIIR-II
24	658	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSamplIIR-II
25	657	69 - IRs Polymer2	SKIN	Human skin ATR/Diamond ATRcorrected
26	656	108 - T-Polymer2	T_Hydroxypropyl_Cellulose	Hydroxypropyl Cellulose Transmission(Microscope)
27	655	30 - ATR-Polymer2	D_PU2	Polyurethane(Soft) DuraSamplIIR-II
28	655	21 - T-Polymer2	Human Hair	Protein(Human Hair) Transmission(Microscope)
29	654	37 - ATR-Polymer2	D_PVAL	Polyvinyl Alcohol(PVAL) DuraSamplIIR-II
30	652	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSamplIIR-II
31	650	162 - ATR-Polymer2	D_PVAL-2	Poly(Vinyl Alcohol)(PVAL)(98% hydrolyzed) DuraSamplIIR-II
32	649	36 - ATR-Polymer2	D_EVOH	Ethylenevinylalcohol(EVOH) DuraSamplIIR-II
33	647	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose	EthylCellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSamplIIR-II
34	646	161 - ATR-Polymer2	D_PVAL-1	Poly(Vinyl Alcohol)(PVAL)(100% hydrolyzed) DuraSamplIIR-II
35	644	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSamplIIR-II
36	643	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSamplIIR
37	642	36 - T-Polymer2	EVOH	Ethylenevinylalcohol(EVOH) Transmission(Microscope)
38	636	31 - ATR-Polymer2	D_PU1	Polyurethane(Hard) DuraSamplIIR
39	636	90 - ATR-Polymer2	D_PI4	Polyimide DuraSamplIIR-II
40	635	42 - ATR-Polymer2	D_Epoxy6	Epoxy Adhesives DuraSamplIIR-II
41	634	15 - ATR-Polymer2	D_Polyamide3	Polyamide(Nylon6/10) DuraSamplIIR-II
42	634	97 - T-Polymer2	T_Ethyl_Cellulose	EthylCellulose(Ethoxyl content 50%) Transmission(Microscope)
43	633	182 - ATR-Polymer2	D_Vinylidene_Chloride_Acrylonitrile	Vinylidene Chloride/Acrylonitrile Copolymer(Acrylonitrile content 20%) DuraSamplIIR-II
44	633	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATR/diamond ATRcorrected
45	628	113 - ATR-Polymer2	D_MethylVinylEther_MaleicAcid	Methyl Vinyl Ether/Maleic Acid Copolymer DuraSamplIIR-II
46	628	72 - IRs Polymer2	WOOL	Wool Fiber ATR/diamond ATRcorrected
47	628	19 - ATR-Polymer2	D_Polyamide7	Polyamide(Amorphous Nylon) DuraSamplIIR-II
48	627	118 - ATR-Polymer2	D_Nylon6_10	Nylon 6/10(Polyhexamethylene sebacamide) DuraSamplIIR-II
49	626	13 - ATR-Polymer2	D_Polyamide1	Polyamide(Nylon6) DuraSamplIIR-II
50	623	117 - ATR-Polymer2	D_Nylon6_9	Nylon 6/9(Polyhexamethylene nonanediamide) DuraSamplIIR-II

	Score	Library	Name	Comment
1	615	3 - IRs Polymer2	ARABIC	Arabic gum Film
2	615	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1	Protein(Human Hair) DuraSamplIR-II
3	613	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2	Protein(Soy Bean Powder) DuraSamplIR-II
4	604	183 - ATR-Polymer2	D_Zein	Zein, Purified DuraSamplIR-II
5	602	69 - IRs Polymer2	SKIN	Human skin ATR/Diamond ATRcorrected
6	602	27 - ATR-Polymer2	D_Polyacetylene	Polyacetylene DuraSamplIR-II
7	597	27 - T-Polymer2	Polyacetylene	Polyacetylene Transmission(Microscope)
8	596	21 - T-Polymer2	Human Hair	Protein(Human Hair) Transmission(Microscope)
9	594	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
10	590	138 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) DuraSamplIR-II
11	587	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) Transmission(Microscope)
12	586	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSamplIR-II
13	586	131 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) Transmission(Microscope)
14	585	67 - IRs Polymer2	SILK	Silk Fiber ATR/diamond ATRcorrected
15	585	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSamplIR-II
16	582	8 - T-Polymer2	Paper	Paper Transmission(Microscope)
17	581	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSamplIR-II
18	581	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSamplIR-II
19	579	12 - T-Polymer2	Ramie	Ramie Transmission(Microscope)
20	579	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
21	578	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSamplIR-II
22	577	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulose1	Hydroxypropylcellulose(HPC) DuraSamplIR-II
23	574	182 - ATR-Polymer2	D_Vinylidene_Chloride_Acrylonitrile	Vinylidene Chloride/Acrylonitrile Copolymer(Acrylonitrile content 20%) DuraSamplIR-II
24	572	9 - IRs Polymer2	COTTON	Cotton Fiber ATR/diamond ATRcorrected
25	572	90 - ATR-Polymer2	D_Pi4	Polyimide DuraSamplIR-II
26	571	109 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Cellulose	Hydroxypropyl Cellulose DuraSamplIR-II
27	571	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie DuraSamplIR-II
28	568	52 - IRs Polymer2	PPS	PPS Film
29	568	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
30	568	144 - T-Polymer2	T_Methylcellulose	Methylcellulose Transmission(Microscope)
31	567	137 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) DuraSamplIR-II
32	566	20 - ATR-Polymer2	D_Polyamide8	Polyamide(Nylon 66) DuraSamplIR-II
33	566	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSamplIR-II
34	565	132 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) Transmission(Microscope)
35	564	56 - IRs Polymer2	PVAL	PVAL_Polyvinylalcohol ATR/diamond ATRcorrected
36	563	7 - T-Polymer2	HPC	Hydroxypropylcellulose(HPC) Transmission(Microscope)
37	563	19 - ATR-Polymer2	D_Polyamide7	Polyamide(Amorphous Nylon) DuraSamplIR-II
38	563	4 - IRs Polymer2	ARAMID	ARAMID fiber ATR/diamond ATRcorrected
39	561	70 - ATR-Polymer2	D_Aramid	Aramid Fiber DuraSamplIR-II
40	561	110 - T-Polymer2	T_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) Transmission(Microscope)
41	559	85 - T-Polymer2	PPS	Polyphenylene Sulfide(PPS) Transmission(Microscope)
42	558	109 - T-Polymer2	T_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) Transmission(Microscope)
43	558	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) DuraSamplIR-II
44	557	86 - IRs Polymer2	Nylone66	Nylone66 ATR/DIAMOND ATRcorrected
45	557	14 - IRs Polymer2	EVOH	EVOH,Ethylene vinylalcohol ATR/diamond ATRcorrected
46	556	93 - ATR-Polymer2	D_ButylMethacrylate_IsobutylMethacrylate	Butyl Methacrylate/Isobutyl Methacrylate Copolymer(50:50) DuraSamplIR-II
47	556	161 - ATR-Polymer2	D_PVAL-1	Poly(Vinyl Alcohol)(PVAL)(100% hydrolyzed) DuraSamplIR-II
48	556	36 - ATR-Polymer2	D_EVOH	Ethylenevinylalcohol(EVOH) DuraSamplIR-II
49	555	19 - T-Polymer2	Amorphous Nylon	Polyamide(Amorphous Nylon) Transmission(Microscope)
50	554	54 - ATR-Polymer2	D_CR	Chloroprene Rubber(CR) with TALC DuraSamplIR-II

(Sampel 9)

(Sampel 12)

	Score	Library	Name	Comment
1	594	21 - T-Polymer2	Human Hair	Protein(Human Hair) Transmission(Microscope)
2	575	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1	Protein(Human Hair) DuraSamplIR
3	573	183 - ATR-Polymer2	D_Zein	Zein, Purified DuraSamplIR-II
4	560	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
5	557	67 - IRs Polymer2	SILK	Silk Fiber ATR/diamond ATRcorrected
6	556	131 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) Transmission(Microscope)
7	553	69 - IRs Polymer2	SKIN	Human skin ATR/Diamond ATRcorrected
8	553	19 - T-Polymer2	Amorphous Nylon	Polyamide(Amorphous Nylon) Transmission(Microscope)
9	552	46 - IRs Polymer2	PI2	Polyimide Film
10	551	19 - ATR-Polymer2	D_Polyamide7	Polyamide(Amorphous Nylon) DuraSamplIR-II
11	548	20 - ATR-Polymer2	D_Polyamide8	Polyamide(Nylon 66) DuraSamplIR
12	547	85 - T-Polymer2	PPS	Polyphenylene Sulfide(PPS) Transmission(Microscope)
13	545	114 - T-Polymer2	T_Nylon6_6	Nylon 6/6(Polyhexamethylene adipamide) Transmission(Microscope)
14	545	58 - ATR-Polymer2	D_SiliconR	Silicon Rubber DuraSamplIR-II
15	545	151 - ATR-Polymer2	D_Polyvinyl_Pyrrolidone	Poly(Vinyl Pyrrolidone) DuraSamplIR-II
16	543	112 - T-Polymer2	T_MethylVinylEther_MaleicAcid	Methyl Vinyl Ether/Maleic Acid Copolymer Transmission(Microscope)
17	541	111 - T-Polymer2	T_MethylVinylEther_Maleic_Anhydr ide	Methyl Vinyl Ether/Maleic Anhydride Copolymer Transmission(Microscope)
18	541	141 - T-Polymer2	T_Polytrimethyl_Hexamethylene_T erephthalamide	Poly(Trimethyl Hexamethylene Terephthalamide) Transmission(Microscope)
19	540	50 - ATR-Polymer2	D_Polyester4	Polyester Film(TOYOBO ESTER FILM & ESPET FILM)
20	540	138 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) DuraSamplIR-II
21	540	55 - ATR-Polymer2	D_NR	Natural Rubber(NR) DuraSamplIR-
22	540	144 - ATR-Polymer2	D_Polydiallyl_Isophthalate	Poly(Diallyl Isophthalate) DuraSamplIR-II
23	539	48 - ATR-Polymer2	D_Polyester2	Polyester Film(TAIKO-FE) DuraSamplIR-II
24	539	6 - ATR-Polymer2	D_Silicon2	Silicon Grease DuraSamplIR-II
25	539	1 - T-Polymer2	ABS	Acrylonitrile-butadiene-styrene(ABS)
26	538	79 - IRs Polymer2	SanolLS770	Sanol LS770 HINDERED AMINE LIGHT STABILIZER BIS(2,2,6,6-TETRAMETHYL-4-PIP ERIDYL)SEBACATE C28H52N2O4 CAS NO. 52829-07-9 ATR/diamond ATRcorrected
27	538	66 - IRs Polymer2	SILICON	Silicone rubber ATR/diamond ATRcorrected
28	538	25 - T-Polymer2	PS	Polystyrene(PS) Transmission(Microscope)
29	538	164 - ATR-Polymer2	D_PVC3	Poly(Vinyl Chloride)(PVC)(Inherent viscosity 1.40) DuraSamplIR-II
30	538	5 - ATR-Polymer2	D_Silicon1	Silicon Oil DuraSamplIR-II
31	538	163 - ATR-Polymer2	D_PVB	Poly(Vinyl Butyral)(PVB)(11% Hydroxyl, 1% Acetate, 88% Butyral) DuraSamplIR-II
32	537	66 - T-Polymer2	Irganox MD1024	Polymer Additive(Irganox MD1024) Transmission(Microscope)
33	537	31 - ATR-Polymer2	D_PU1	Polyurethane(Hard) DuraSamplIR-
34	536	51 - T-Polymer2	PI	Polyimide(UPILEX) Transmission(Microscope)
35	536	162 - ATR-Polymer2	D_PVAL-2	Poly(Vinyl Alcohol)(PVAL)(98% hydrolyzed) DuraSamplIR-II
36	536	139 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-3	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(High carboxyl content) DuraSamplIR-II
37	536	175 - ATR-Polymer2	D_Vinyl_Alcohol_Vinyl_Butylal	Vinyl Alcohol/Vinyl Butyral Copolymer(Vinyl Butyral Content 80%) DuraSamplIR-II
38	535	45 - IRs Polymer2	PI1	Polyimide KAPTON Film
39	534	78 - ATR-Polymer2	D_Polyethyleneglycol	Polyethylene Glycol 20000 DuraSamplIR-II
40	534	82 - IRs Polymer2	BR2	Polybutadiene High-cis Film
41	534	47 - ATR-Polymer2	D_Polyester1	Polyester Elastomer DuraSamplIR-
42	533	34 - ATR-Polymer2	D_PVC2	Polyvinylchloride(Soft PVC) DuraSamplIR-II
43	533	81 - ATR-Polymer2	D_PC-PBT	Polycarbonate/Polybutylene Terephthalate(PC/PBT) DuraSamplIR-II
44	533	155 - ATR-Polymer2	D_PP_Chlorinated	Polypropylene, Chlorinated(Chlorine content 65%)
45	533	150 - ATR-Polymer2	D_Polytrimethyl_Hexamethylene_T erephthalamide	Poly(Trimethyl Hexamethylene Terephthalamide) DuraSamplIR-II
46	533	147 - ATR-Polymer2	D_PolyethyleneOxide	Poly(Ethylene Oxide) DuraSamplIR-II
47	533	71 - T-Polymer2	POM	Polyacetal(Electronic Parts-1) Transmission(Microscope)
48	533	7 - T-Polymer2	HPC	Hydroxypropylcellulose(HPC) Transmission(Microscope)

49	532	6 - IRs Polymer2	BUTADIEN	Polybutadiene(cis-) ATR/diamond ATRcorrected
50	532	48 - IRs Polymer2	PIP	Polyisoprene [-CH ₂ CH(CH ₃)=CHCH ₂] _n Film

(Sampel 15)

	Score	Library	Name	Comment
1	701	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1	Protein(Human Hair) DuraSamplIR
2	701	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2	Protein(Soy Bean Powder) DuraSamplIR-II
3	678	27 - ATR-Polymer2	D_Polyacetylene	Polyacetylene DuraSamplIR-II
4	677	27 - T-Polymer2	Polyacetylene	Polyacetylene Transmission(Microscope)
5	674	138 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) DuraSamplIR-II
6	673	183 - ATR-Polymer2	D_Zein	Zein, Purified DuraSamplIR-II
7	672	137 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) DuraSamplIR-II
8	671	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
9	668	131 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) Transmission(Microscope)
10	658	8 - T-Polymer2	Paper	Paper Transmission(Microscope)
11	657	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSamplIR-II
12	656	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Cooperation) DuraSamplIR-II
13	656	12 - T-Polymer2	Ramie	Ramie Transmission(Microscope)
14	654	69 - IRs Polymer2	SKIN	Human skin ATR/Diamond ATRcorrected
15	652	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Cooperation) Transmission(Microscope)
16	651	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATR/diamond ATRcorrected
17	649	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
18	649	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSamplIR-II
19	648	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
20	644	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSamplIR-II
21	643	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie DuraSamplIR-II
22	642	67 - IRs Polymer2	SILK	Silk Fiber ATR/diamond ATRcorrected
23	642	21 - T-Polymer2	Human Hair	Protein(Human Hair) Transmission(Microscope)
24	633	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSamplIR-II
25	633	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSamplIR
26	631	9 - IRs Polymer2	COTTON	Cotton Fiber ATR/diamond ATRcorrected
27	629	72 - IRs Polymer2	WOOL	Wool Fiber ATR/diamond ATRcorrected
28	627	132 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) Transmission(Microscope)
29	626	37 - T-Polymer2	PVAL	Polyvinyl Alcohol(PVAL) Transmission(Microscope)
30	625	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSamplIR-II

31	624	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSamplIR-II
32	621	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulose1	Hydroxypropylcellulose(HPC) DuraSamplIR-II
33	616	63 - IRs Polymer2	RAYON	Rayon Fiber ATR/diamond ATRcorrected
34	615	7 - T-Polymer2	HPC	Hydroxypropylcellulose(HPC) Transmission(Microscope)
35	611	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATR/diamond ATRcorrected
36	610	182 - ATR-Polymer2	D_Vinylidene_Chloride_Acrylonitrile	Vinylidene Chloride/Acrylonitrile Copolymer(Acrylonitrile content 20%) DuraSamplIR-II
37	610	162 - ATR-Polymer2	D_PVAL-2	Poly(Vinyl Alcohol)(PVAL)(98% hydrolyzed) DuraSamplIR-II
38	607	36 - ATR-Polymer2	D_EVOH	Ethylenevinylalcohol(EVOH) DuraSamplIR-II
39	606	60 - T-Polymer2	High-cis Polybutadiene	High-cis Butadiene Rubber(High-cis Polybutadiene) Transmission(Microscope)
40	605	62 - IRs Polymer2	RAMIE	Ramie Fiber ATR/diamond ATRcorrected
41	605	109 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Cellulose	Hydroxypropyl Cellulose DuraSamplIR-II
42	603	161 - ATR-Polymer2	D_PVAL-1	Poly(Vinyl Alcohol)(PVAL)(100% hydrolyzed) DuraSamplIR-II
43	603	20 - ATR-Polymer2	D_Polyamide8	Polyamide(Nylon 66) DuraSamplIR-II
44	602	19 - T-Polymer2	Amorphous Nylon	Polyamide(Amorphous Nylon) Transmission(Microscope)
45	602	36 - T-Polymer2	EVOH	Ethylenevinylalcohol(EVOH) Transmission(Microscope)
46	601	117 - ATR-Polymer2	D_Nylon6_9	Nylon 6/9(Polyhexamethylene nonanediamide) DuraSamplIR-II
47	600	166 - ATR-Polymer2	D_PVFM	Poly(Vinyl Formal)(PVFM)(82% Formal, 12% Acetate, 6% Hydroxyl) DuraSamplIR-II
48	600	19 - ATR-Polymer2	D_Polyamide7	Polyamide(Amorphous Nylon) DuraSamplIR-II
49	599	37 - ATR-Polymer2	D_PVAL	Polyvinyl Alcohol(PVAL) DuraSamplIR-II
50	597	15 - ATR-Polymer2	D_Polyamide3	Polyamide(Nylon6/10) DuraSamplIR-II

Lampiran 6. Tabel Jumlah Bentuk dan Warna Mikroplastik

Kode Sampel	Hitam	Cokelat	Merah	Biru	Transparan	Putih/Buram	Hijau
1	1,472	61	48	62	165	52	-
2	760	40	113	211	113	33	5
3	485	51	125	224	124	31	-
4	353	36	100	160	79	23	-
5	613	55	182	319	142	42	-
6	772	60	186	402	167	49	-
7	582	50	170	309	136	37	-
8	682	53	164	303	144	42	-
9	675	59	211	382	157	48	-
10	423	49	161	305	129	41	-
11	569	41	118	258	115	42	-
12	674	56	137	382	136	42	-
13	1,489	113	384	569	248	69	-
14	718	58	194	330	148	27	-
15	761	52	195	344	128	42	-

Kode Sampel	<i>Fragment</i>	Fiber	Film
1	1,472	203	162
2	932	2	115
3	666	439	95
4	470	301	85
5	792	495	125
6	944	533	181
7	756	443	125
8	802	468	129
9	868	500	167
10	694	303	118
11	547	468	100
12	699	573	127
13	1,609	1,040	195
14	796	503	148
15	839	512	143

RIWAYAT HIDUP



Penulis laporan tugas akhir ini bernama Fathan Baskara Jayamurti yang merupakan anak dari Bapak Yanu Rianto dan Ibu Maisuri. Penulis menempuh pendidikan menengah terakhir di SMA Al - Azhar Medan. Kemudian penulis melanjutkan studi pendidikan tinggi pada tahun 2021 di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.