

**TUGAS AKHIR**

**IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK PADA  
UDARA MELALUI PARAMETER *TOTAL SUSPENDED  
PARTICULATE* (TSP) DAN *PARTICULATE MATTER* (PM<sub>2,5</sub>  
DAN PM<sub>10</sub>) DI KAWASAN TERMINAL DAERAH ISTIMEWA  
YOGYAKARTA (DIY)**

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



**OPHELIA AZIZ**

**19513051**

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

**2023**

## TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK PADA UDARA  
MELALUI PARAMETER *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* (TSP)  
DAN *PARTICULATE MATTER* (PM<sub>2,5</sub> DAN PM<sub>10</sub>) DI KAWASAN  
TERMINAL DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA (DIY)

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



Disusun Oleh:

OPHELIA AZIZ

19513051

Disetujui,

Dosen Pembimbing:

Dr. Suphja Rahmawati, S.T., M.T.

NIK. 155131313

Tanggal : 29/9/2023

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

NIK. 155131304

Tanggal : 20-09-2023

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
DAN PERENCANAAN

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

NIK. 045130401

Tanggal: 29/9/23

**HALAMAN PENGESAHAN**

**IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK PADA  
UDARA MELALUI PARAMETER *TOTAL SUSPENDED  
PARTICULATE* (TSP) DAN *PARTICULATE MATTER* (PM<sub>2.5</sub>  
DAN PM<sub>10</sub>) DI KAWASAN TERMINAL DAERAH ISTIMEWA  
YOGYAKARTA (DIY)**

**Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji**

**Hari :**

**Tanggal :**

**Disusun Oleh:**

**OPHELIA AZIZ**

**19513051**

**Tim Penguji :**

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

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

**Elita Nurfitriyani Sulistyio, ST, M.Sc.**

() 20/12/23  
()  
() 20/12/23

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 3 Oktober 2023

Yang membuat pernyataan,



OPHELIA AZIZ

NIM: 19513051

## PRAKATA

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji syukur dipanjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, Allah Subhanahu Wataala, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan sepanjang zaman, sehingga penyulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Udara Melalui Parameter *Total Suspended Particulate (TSP)* dan *Particulate Matter (PM<sub>2,5</sub> DAN PM<sub>10</sub>)* di Kawasan Terminal Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY)”**. Tugas akhir ini dilaksanakan dari bulan Februari 2023 hingga bulan Juli 2023. Tugas akhir ini merupakan mata kuliah terakhir yang ditempuh mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana di bidang Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia. Hal yang menjadi perhatian utama penulis dalam penelitian ini adalah meningkatkan pemahaman tentang kelimpahan dan karakteristik mikroplastik di udara, khususnya yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta.

Selama pengerjaan akhir ini, bantuan dan dukungan banyak mengalir dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dukungan tersebut sangatlah berharga bagi penulis dan merupakan hal yang patut penulis apresiasi. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan apresiasi kepada pihak-pihak yang terlibat dan telah mendukung proses penelitian ini.

Dengan tulus hati, ucapan terima kasih dan apresiasi ini disampaikan kepada:

1. Kepada Allah SWT yang selalu memberikan rahmat-Nya, kesehatan, dan kelancaran sehingga penulis bisa mengerjakan dan menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir ini dengan lancar.
2. Kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis yang selalu tidak lupa memberikan dukungan, semangat, dan doa.
3. Dosen pembimbing Tugas Akhir Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. dan Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. serta dosen penguji Ibu Elita

Nurfitriyani Sulisty, S.T, M.Sc. atas segala waktu dan kesempatan yang diberikan serta saran dan masukan kepada penulis.

4. Seluruh dosen, *staff*, dan Keluarga Besar Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, UII yang memberikan bantuan, pengajaran dan berbagi pengalaman yang diberikan kepada penulis.
5. Seluruh *staff* Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan yang selalu memberikan bantuan, arahan, dan bimbingan selama penulis menggunakan laboratorium.
6. Teman pengerjaan Tugas Akhir kelompok mikroplastik udara, Nasrul Fajar Pradana, Ahmad Raihan Suharyo, Hanifah Aulia Maharani.
7. Pihak Dinas Perhubungan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Dinas Perhubungan Kota Yogyakarta atas izin penggunaan terminal dan pemakaian sumber listrik.
8. Pihak Terminal Giwangan dan Terminal Jombor atas ketersediannya menggunakan tempat beristirahat dan pemakaian sumber listrik.
9. Terima kasih kepada JKT48 karena lagu-lagunya menemani penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini, khususnya Gabriela Abigail Mewengkang yang telah memotivasi dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis memahami bahwa laporan tugas akhir ini memiliki kelemahan serta tidak terhindar dari kesalahan dan keterbatasan pengetahuan dari penulisnya. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai kritik dan saran yang bersifat konstruktif demi kemajuan penulis dan kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi para pembaca.

Yogyakarta, 3 Oktober 2023

Penulis,



Ophelia Aziz

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## ABSTRAK

OPHELIA AZIZ. Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Udara Melalui Parameter *Total Suspended Particulate* (TSP) dan *Particulate Matter* (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>) di Kawasan Terminal Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Dibimbing oleh Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. dan Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

Terminal adalah tempat umum yang memiliki risiko terjadi pencemaran udara diakibatkan karena adanya aktivitas kendaraan bermotor yang menghasilkan buangan emisi. Yogyakarta memiliki Terminal Penumpang Tipe A yaitu Terminal Giwangan, dan Terminal Tipe B yaitu, Terminal Jombor. Aktivitas transportasi yang tinggi akan menyebabkan tingginya tingkat pencemaran udara yang terjadi. Mikroplastik merupakan partikel plastik yang memiliki ukuran diameter kurang dari 5 mm. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi keberadaan mikroplastik yang terdapat di udara sekitar Kawasan terminal Daerah Istimewa Yogyakarta dan mengetahui kelimpahan dan karakteristik mikroplastik yang terdapat di udara pada kawasan terminal di Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengambilan sampel udara ambien dilakukan saat *weekend* dan *weekdays* menggunakan *High Volume Air Sampler* (HVAS) melalui parameter TSP; PM<sub>2,5</sub>; dan PM<sub>10</sub>. Analisa sampel menggunakan metode yang telah dimodifikasi berdasarkan jurnal oleh Akhbarizadeh, R. (2021) yang telah dilakukan beberapa modifikasi pada prosesnya dikarenakan penyesuaian dengan kondisi dan jumlah sampel yang ada. Dalam penelitian ini ditemukan beberapa jenis mikroplastik, antara lain *fragment*, *fiber*, dan *film*. Persentase mikroplastik jenis film mencapai 43%, diikuti oleh *fragment* dengan persentase 39%, dan mikroplastik *fiber* sebesar 18%. Jenis mikroplastik yang mendominasi adalah *fragment* berwarna hitam dengan jumlah 4020 partikel, sementara jenis berwarna ungu memiliki jumlah partikel yang paling sedikit, hanya 1 partikel.

*Kata kunci : Mikroplastik, Terminal, Udara, Weekend, weekdays.*



## ABSTRACT

OPHELIA AZIZ. *Identification of Microplastic Content in the Air through Total Suspended Particulate (TSP) and Particulate Matter (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>) Parameters in the Yogyakarta Special Region (DIY) Terminal Area. Supervised by Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T., and Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.*

*Terminals, as public spaces, carry a significant risk of air pollution due to motor vehicle activities emitting emissions. Yogyakarta boasts Type A Passenger Terminals, namely Giwangan Terminal, and Type B Terminals, such as Jombor Terminal. Elevated transportation activities contribute to high levels of air pollution. Microplastics are plastic particles with a diameter less than 5 mm. The objective of this study is to identify the presence of microplastics in the air around the Special Region of Yogyakarta terminal areas and determine the abundance and characteristics of microplastics in the air within these terminal regions. Ambient air samples were collected on both weekends and weekdays using a High Volume Air Sampler (HVAS) measuring parameters such as Total Suspended Particles (TSP), PM<sub>2.5</sub>, and PM<sub>10</sub>. Sample analysis employed a modified method based on Akhbarizadeh, R.'s (2021) journal, which underwent several modifications to accommodate the prevailing conditions and sample quantities. The study identified several types of microplastics, including fragments, fibers, and films. Film-type microplastics constituted 43% of the total, followed by fragments at 39%, and microplastic fibers at 18%. The dominant microplastic type was black fragments, comprising 4020 particles, while the purple type had the lowest count, with only 1 particle.*

*Keywords : Mikroplastics, Terminal, Air, Weekend, weekdays.*

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PRAKATA.....	iii
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Mikroplastik.....	4
2.2 Kualitas Udara.....	5
2.3 Terminal.....	7
2.4 Penelitian Terdahulu.....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Lokasi.....	14
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	16
3.3 Pengambilan Sampel.....	16
3.4 Analisis Sampel.....	18
3.5 Pengolahan Data.....	22
3.5 Analisis Data.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Deskripsi Wilayah Penelitian.....	24
4.2 Pengukuran PM <sub>2,5</sub> ; PM <sub>10</sub> dan TSP.....	27
4.3 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis, Jumlah, dan Warna.....	30
4.3.1 Identifikasi Mikroplastik berdasarkan Jumlah.....	30

4.3.2 Identifikasi Mikroplastik berdasarkan Jenis.....	32
4.3.2.1 Fragmen.....	33
4.3.2.2 Fiber .....	34
4.3.2.3 <i>Film</i> .....	35
4.3.3 Identifikasi Mikroplastik berdasarkan Warna.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan .....	44
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA .....	46
LAMPIRAN.....	53
Lampiran 1 Pengambilan Sampel .....	53
Lampiran 2 Analisis Sampel .....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....	9
Tabel 3. 1 Alat Sampling .....	18
Tabel 3. 2 Bahan Sampling .....	18
Tabel 3. 3 Alat Pengujian.....	19
Tabel 3. 4 Bahan Pengujian .....	19
Tabel 3. 5 Diagram Alir Metode Uji.....	20
Tabel 4. 1 Deskripsi wilayah Terminal Giwangan.....	24
Tabel 4. 2 Deskripsi Wilayah Terminal Jombor .....	25
Tabel 4. 3 Data Pengukuran di Lapangan .....	27
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran PM <sub>2,5</sub> ; PM <sub>10</sub> ; dan TSP.....	28
Tabel 4. 5 Kelimpahan Mikroplastik .....	31
Tabel 4. 6 Rasio Mikroplastik.....	31
Tabel 4. 7 Perbandingan Penelitian Terdahulu .....	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta Lokasi Terminal Giwangan .....	14
Gambar 3. 2 Lokasi Terminal Giwangan .....	15
Gambar 3. 3 Alur Tahap Penelitian.....	16
Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengambilan Sampel Udara Ambien .....	17
Gambar 4. 1 Perbandingan Nilai Konsentrasi Tiap Parameter .....	28
Gambar 4. 2 Grafik Jumlah Mikroplastik .....	30
Gambar 4. 3 Perbandingan Jenis Mikroplastik .....	32
Gambar 4. 4 Mikroplastik Jenis Fragment.....	33
Gambar 4. 5 Mikroplastik Jenis Fragment.....	34
Gambar 4. 6 Mikroplastik Jenis Fiber.....	34
Gambar 4. 7 Mikroplastik Jenis Fiber.....	34
Gambar 4. 8 Mikroplastik Jenis <i>Film</i> .....	35
Gambar 4. 9 Mikroplastik Jenis <i>Film</i> .....	36
Gambar 4. 10 Perbandingan jumlah jenis Mikroplastik Setiap Titik.....	36
Gambar 4. 11 Persentase Jenis Mikroplastik .....	37
Gambar 4. 12 Perbandingan Warna Mikroplastik.....	38
Gambar 4. 13 Warna Mikroplastik Giwangan TSP .....	39
Gambar 4. 14 Warna Mikroplastik Giwangan PM <sub>2,5</sub> .....	39
Gambar 4. 15 Warna Mikroplastik Giwangan PM <sub>10</sub> .....	40
Gambar 4. 16 Warna Mikroplastik Jombor TSP.....	41
Gambar 4. 17 Warna Mikroplastik Jombor PM <sub>2,5</sub> .....	41
Gambar 4. 18 Warna Mikroplastik Jombor PM <sub>10</sub> .....	42

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Pengambilan Sampel .....	53
Lampiran 2 Analisis Sampel .....	54

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan meningkatnya populasi manusia, maka kebutuhan manusia juga akan mengalami peningkatan (Putra,2011). Transportasi adalah salah satu bagian kebutuhan penting yang diperlukan oleh manusia. Aktivitas transportasi tersebut dapat mempengaruhi kualitas udara karena aktivitas transportasi membutuhkan bahan bakar, dimana bahan bakar tersebut dapat menghasilkan emisi saat digunakan (Prilila dkk., 2016).

Di kawasan perkotaan, sebagian besar mikroplastik berasal dari emisi industri, pengangkutan kembali partikel-partikel udara yang sudah terendap di permukaan, dan faktor-faktor antropogenik lainnya, termasuk lalu lintas perkotaan, yang merupakan sumber potensial mikroplastik dalam udara. Ketika kendaraan bergerak di jalan, interaksi gesekan, tekanan, dan panas menyebabkan ban kendaraan aus dan memancarkan partikel-partikel ke udara. Jika partikel-partikel ini terhirup dalam udara, mereka dapat berdampak negatif terhadap kualitas udara (Syafei dkk., 2019).

Derah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang terletak di Pulau Jawa bagian selatan. DIY merupakan salah satu destinasi wisata terbesar di Indonesia, dikarenakan Yogyakarta memiliki destinasi wisata budaya yang banyak, seperti Candi Prambanan, Keraton Yogyakarta, dan Monumen Jogja Kembali. Selain sebagai kota wisata Yogyakarta juga dikenal sebagai kota pelajar karena memiliki banyak perguruan tinggi baik negeri maupun swasta.

Model transportasi yang digunakan di kota Yogyakarta salah satunya adalah menggunakan transportasi darat yaitu bus antar kota dan provinsi. Terminal merupakan area umum yang berpotensi terpapar pencemaran udara karena aktivitas kendaraan bermotor yang menghasilkan emisi. Pemantauan kualitas udara di terminal memegang peranan yang krusial dalam menentukan

tingkat pencemaran udara di area tersebut, dengan cara membandingkan hasil pengukuran dengan standar yang telah ditetapkan, seperti Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) (Fauziah dkk., 2017). Terminal Tipe A adalah Terminal Giwangan, sementara Terminal Tipe B adalah Terminal Jombor. Terminal di Yogyakarta melayani berbagai jumlah kendaraan setiap hari. Tingkat aktivitas transportasi yang tinggi dapat mengakibatkan tingginya tingkat pencemaran udara. Pencemaran udara memiliki dampak yang merugikan bagi kesehatan manusia, hewan, tanaman, dan bahkan material. Dampak negatif dari operasional transportasi di terminal termasuk penurunan kualitas udara di sekitar terminal akibat debu dan gas pencemar.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis memandang penting untuk melakukan penelitian mengenai keberadaan mikroplastik di Terminal Giwangan dan Terminal Jombor berdasarkan karakteristik berupa jumlah, jenis dan warna.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

- a. Berapa besar konsentrasi TSP, PM<sub>2,5</sub>, dan PM<sub>10</sub> pada udara di kawasan Terminal Giwangan dan Terminal Jombor?
- b. Bagaimana kelimpahan dan karakteristik mikroplastik yang terdapat pada TSP, PM<sub>2,5</sub>, dan PM<sub>10</sub> di udara kawasan terminal Daerah Istimewa Yogyakarta?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui seberapa besar konsentrasi TSP, PM<sub>2,5</sub>, dan PM<sub>10</sub> di Kawasan Terminal Giwangan dan Terminal Jombor.
- b. Mengidentifikasi keberadaan mikroplastik yang terdapat di udara sekitar Kawasan terminal Daerah Istimewa Yogyakarta.
- c. Mengetahui kelimpahan dan karakteristik berupa warna dan jenis mikroplastik yang terdapat di udara pada kawasan terminal di Daerah Istimewa Yogyakarta.



#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini adalah :

- a. Mengidentifikasi konsentrasi TSP, PM<sub>2,5</sub>, dan PM<sub>10</sub> pada udara di kawasan Terminal Giwangan dan Terminal Jombor.
- b. Meningkatkan pemahaman tentang kelimpahan dan karakteristik mikroplastik, khususnya yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta.
- c. Dalam rangka untuk memberikan rujukan dari temuan penelitian ini yang akan menjadi landasan pengembangan ilmu pengetahuan mengenai mikroplastik di masa yang akan datang.

#### 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

- a. Penelitian dilakukan pada Kawasan Terminal di Daerah Istimewa Yogyakarta meliputi Terminal Giwangan dan Terminal Jombor. Penentuan titik *sampling* dilakukan dengan mempertimbangkan faktor meteorologi, faktor geografi seperti topografi dan tata guna lahan sesuai dengan SNI 19-7119.6 : 2005 Tentang Penentuan Lokasi Pengambilan Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien dengan melakukan beberapa modifikasi. Titik koordinat lokasi pengambilan sampel berada di 7°50'02"S 110°23'30"E dan 7°44'50"S 110°21'41"E.
- b. Melakukan *sampling* pada polutan yang mengandung mikroplastik. Menggunakan *High Volume Air Sampler* (HVAS). Penggunaan HVAS mengacu pada SNI 7119-3 : 2017 Tentang Cara Uji Partikel Tersuspensi Total, SNI 7119.15 : 2016 Tentang Cara Uji PM<sub>10</sub>, SNI 7119.14 : 2016 Tentang Cara Uji PM<sub>2,5</sub>. Pengambilan sampel ini menggunakan Metode Gravimetri dan waktu pengambilan sampel selama 24 jam.
- c. Melakukan kajian terhadap kelimpahan dan karakteristik mikroplastik. Kajian mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Akhbarizadeh. R. et al. tahun 2021 dengan beberapa modifikasi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Mikroplastik**

Secara garis besar, mikroplastik bisa diklasifikasikan berdasarkan ciri-ciri morfologi menjadi tiga kelompok, yaitu ukuran, warna, dan jenis. Ukuran mikroplastik adalah faktor kunci yang berhubungan dengan seberapa besar dampaknya terhadap organisme. Mikroplastik memiliki kemampuan untuk dilepaskan dengan cepat ketika memiliki permukaan yang lebih luas dan ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan volume partikel-partikel kecil (Lusher dan Peter, 2017). Mikroplastik memiliki beragam jenis yang meliputi *pellet*, *fragment*, serat, *film*, benang, dan busa (Juafo Frias et al., 2018).

Mikroplastik adalah partikel plastik yang memiliki diameter kurang dari 5 mm (Thompson dkk., 2004). Mikroplastik dapat berbentuk serat (*fiber*), lapisan tipis, *fragment*, atau granula. Jenis mikroplastik terbagi menjadi dua, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder (Arthur dkk., 2009). Mikroplastik primer merujuk pada mikroplastik yang berasal dari produk kosmetik dan kesehatan yang mengandung mikrobead atau mikroexfoliate seperti polietilena (PE), polipropilena (PP), dan polistirena (PS) (Horton dkk., 2017). Sementara itu, mikroplastik sekunder terbentuk dari degradasi plastik melalui proses fisik, kimia, dan biologi (Thompson, 2006; Ryan dkk., 2009).

Di kawasan perkotaan, Di lingkungan perkotaan, mikroplastik memiliki asal usul utama dari emisi industri, pengangkutan kembali partikel udara yang terendap, dan faktor-faktor antropogenik lainnya seperti lalu lintas di perkotaan, yang menjadi sumber potensial mikroplastik dalam udara. Kendaraan yang bergerak di jalan akan mengalami gesekan, tekanan, dan panas, mengakibatkan ausnya ban kendaraan dan pelepasan emisi. Ketika debu ini dilepaskan ke udara, bisa berkontribusi pada penurunan kualitas udara.

Mikroplastik di udara merupakan topik baru yang mana sangat berdampak pada kesehatan yang disertai dengan *dyspnea* karena saluran pernafasan dan

saluran interstisial fl respon inflamasi (Prata, 2018). Ukurannya yang kecil juga menimbulkan efek yang mudah terhirup dan dapat menyebabkan lesi pada sistem pernafasan yang dipengaruhi oleh kerentanan individu dan sifat partikel. Mikroplastik ini juga sangat mungkin masuk ke rantai makanan dan berakhir pada top predator yang mana manusia itu sendiri. Mikroplastik juga memiliki karakteristik berupa menyerap racun yang dihasilkan dari bahan - bahan kimia pada lingkungan sekitarnya yang memungkinkan biota konsumen terkena transfer toksik melalui rantai makanan yang terjadi secara tidak langsung.

## **2.2 Kualitas Udara**

Dengan mengacu pada informasi dari Dinas Kesehatan Provinsi DIY, dapat dilihat bahwa pola penyakit yang dihubungkan dengan dampak polusi udara memiliki proporsi yang signifikan terhadap total pola penyakit pasien. Data dari Profil Kesehatan Provinsi DI Yogyakarta 2004 menunjukkan bahwa persentase infeksi akut pernafasan mencapai 22%, penyakit lain pada saluran pernafasan atas mencapai 7,7%, dan kasus asma sebesar 2,2% (Cahyono, 2016).

Sumber utama pencemaran udara di perkotaan berasal dari dua sektor, yaitu transportasi dan industri. Transportasi berperan dengan memberikan kontribusi sebanyak 70% dari total emisi pencemar Nitrogen Oksida (NOx), sementara industri memiliki andil yang signifikan dalam emisi pencemar Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) dengan proporsi mencapai 70% (Cahyono, 2016). Pencemar yang dilepaskan dari sumber-sumber ini bisa mengalami reaksi lebih lanjut di udara dan menghasilkan pencemar udara sekunder yang memiliki potensi bahaya yang lebih besar.

Masalah pencemaran udara di Kota Yogyakarta saat ini menjadi perhatian yang mendesak dan memerlukan penanganan yang serius. Di wilayah perkotaan, sektor transportasi dan industri berperan besar dalam menyebabkan pencemaran udara, dengan 70% dari pencemaran berasal dari emisi kendaraan bermotor. Pertumbuhan volume kendaraan tidak sebanding dengan perpanjangan atau penambahan jalan baru, sehingga timbul masalah kemacetan, ketidakteraturan lalu lintas, dan peningkatan polusi udara yang disebabkan terutama oleh emisi timbal

dari kendaraan bermotor. Pertumbuhan kendaraan bermotor dapat diamati dari peningkatan jumlah kendaraan yang berlalu lalang di jalan-jalan Kota Yogyakarta, termasuk kendaraan roda empat yang terus bertambah (Abidin dkk., 2009)

*Total Suspended Partikulate (TSP)* adalah partikel yang terdiri dari debu, asap, dan material lain yang memiliki ukuran kurang dari 100  $\mu\text{m}$  (Prilila et al., 2016). Sumber utama emisi TSP meliputi asap yang berasal dari berbagai kegiatan, seperti konstruksi, kendaraan bermotor, pembakaran, dan faktor-faktor lainnya (Tiara et al., 2016). Konsentrasi TSP pada sektor transportasi dipengaruhi oleh berat jenis kendaraan, dengan contoh kasus bus yang menghasilkan sekitar 2.232 ton TSP per tahun, dan mobil penumpang sekitar 2.134 ton TSP per tahun (Oktaviani, 2018). Standar kualitas udara ambien untuk TSP adalah 230  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  untuk pengukuran selama 24 jam sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Lampiran PP Nomor 22 Tahun 2021.

*Particulate Matter (PM)* merupakan salah satu polutan yang ada di udara. Polutan ini merupakan partikulat halus yang memiliki dampak berbahaya bagi kesehatan manusia dibandingkan polutan lainnya. Campuran partikel padat dan cair yang tersuspensi di udara itulah merupakan istilah dari PM. Partikel tersuspensi ini memiliki ukuran, komposisi, dan asal yang berbeda - beda (Cholianawati, 2019).

Partikulat dibagi menjadi partikulat kasar (*coarse*) atau  $\text{PM}_{2,5}$  yang memiliki ukuran berdiameter  $< 2,5 \mu\text{m}$  menurut ukurannya di atmosfer. Jika partikulat  $\text{PM}_{2,5}$  ini terhirup oleh manusia, maka tidak mampu disaring oleh saluran pernapasan atas, sehingga partikulat tersebut masuk hingga kedalam paru-paru, dan kandungannya dapat masuk ke dalam aliran darah (Cholianawati, 2019).  $\text{PM}_{10}$  tentu juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia khususnya pada kesehatan saluran pernafasan.

Kandungan dalam PM adalah campuran dari berbagai unsur fisika dan kimia, yang bervariasi sesuai dengan asalnya. Beberapa unsur yang sering ditemukan antara lain ion sulfat, ion nitrat, ion ammonium, ion anorganik (seperti sodium, kalsium, potassium, magnesium, dan klorida), ion organik, elemen

karbon, material padat, partikel air, logam (seperti tembaga, nikel, cadmium, vanadium, dan seng), serta hidrokarbon aromatik polisiklik. Selain itu, PM juga mengandung unsur biologi seperti allergen dan senyawa bakteri. Sumber-sumber utama PM meliputi aktivitas manusia dan sumber alami, namun ada pula kontribusi dari tanah dan debu (Agus et al., 2019).

Baku mutu PM<sub>2,5</sub> di udara ambien adalah 55 µg/Nm<sup>3</sup> untuk pengukuran 24 jam dan 15 µg/Nm<sup>3</sup> untuk pengukuran 1 tahun. Sedangkan untuk PM<sub>10</sub> di udara ambien adalah 75 µg/Nm<sup>3</sup> untuk pengukuran 24 jam dan 40 µg/Nm<sup>3</sup> untuk pengukuran 1 tahun sesuai dengan Lampiran PP Nomor 22 Tahun 2021. (PM) memiliki komponen yang dapat mengganggu sistem pernafasan, seperti menyebabkan Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA), masalah *kardiovaskular*, kanker paru-paru, penyakit paru-paru obstruktif kronis, dan risiko kematian dini (Novirsa et al., 2012 seperti yang dikutip dalam Sembiring, 2020).

### **2.3 Terminal**

Transportasi adalah suatu proses atau sistem yang memfasilitasi perpindahan orang, barang, atau informasi dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Ini melibatkan berbagai mode transportasi, seperti darat, udara, laut, dan jalur pipa (Coyle, J. J., et al, 2017). Peran transportasi sangat vital dalam mendukung kegiatan ekonomi dan sosial. Tanpa transportasi yang efisien, distribusi barang, aksesibilitas wilayah, dan mobilitas masyarakat akan terhambat. Selain itu, transportasi juga berdampak pada lingkungan, khususnya dalam hal emisi gas rumah kaca dan polusi. Oleh karena itu, perencanaan transportasi yang berkelanjutan dan efisien menjadi sangat penting untuk mencapai masa depan yang berkelanjutan bagi masyarakat global (Banks, J. H., Ma, L., et al, 2019).

Sesuai dengan ketentuan Undang-undang Lalu Lintas No.14 Tahun 1992, terminal dapat diartikan sebagai fasilitas transportasi jalan yang digunakan untuk memuat dan menurunkan orang dan/atau barang, serta untuk mengatur kedatangan dan keberangkatan kendaraan umum. Terminal merupakan salah satu titik penting dalam jaringan transportasi. Menurut pandangan Suwardjoko P. Warpani (2002:74), terminal dapat dianggap sebagai simpul utama dalam jaringan

pengangkutan dengan berbagai fungsi yang memengaruhi timbulnya aktivitas perdagangan yang menggunakan akses dan layanan terminal.

Pandangan dari Budhianto & Aris (2014) menjelaskan bahwa terminal merujuk pada lokasi dimana transportasi dapat berhenti untuk memuat dan membongkar barang. Terminal bus, sebagai contohnya, berfungsi sebagai infrastruktur penting untuk angkutan jalan raya, mengatur keberangkatan dan kedatangan kendaraan umum, serta memfasilitasi proses penumpang dan barang turun-naik (Budhianto & Aris, 2014).

Terminal adalah titik pusat dimana terjadi perubahan arus pergerakan, yang berfungsi sebagai fasilitas angkutan di mana kendaraan umum bisa mengangkut serta menurunkan penumpangnya. Terminal juga merupakan pusat pengendalian, pengawasan, dan operasional sistem pergerakan penumpang, serta menjadi bagian integral dari sistem transportasi yang bertujuan untuk memperlancar aliran transportasi penumpang. Terminal transportasi memiliki peran signifikan dalam tata ruang, memberikan kontribusi penting dalam efisiensi kehidupan kota dan lingkungan.

Terminal Giwangan merupakan salah satu terminal tipe A, yaitu Terminal yang melayani angkutan Antar Kota Antar Provinsi (AKAP), Antar Kota Dalam Provinsi (AKDP), dan angkutan pedesaan. Lokasi Terminal Giwangan berada di Provinsi DIY terletak di sebelah timur sisi Jalan Imogiri Timur, tepatnya dekat perempatan besar yang menghubungkan Jalan Ahmad Yani dan Jalan Imogiri Timur. Luas terminal Giwangan adalah 58.850 m<sup>2</sup>. Site seluas ini diambil dari pintu masuk eksisting mengikuti batas pagar dari terminal bus dan mengambil sedikit lahan dari taman lalu lintas yang ada di dekat Terminal Giwangan. Rata-rata jumlah penumpang yang dilayani sarana terminal Giwangan berkisar 20.000 per hari sedangkan jumlah bus yang melaluinya, berdatangan maupun bertujuan ke provinsi lain, mencapai 850 buah.

Terminal Jombor merupakan terminal tipe B yaitu terminal yang melayani angkutan Antar Kota Antar Provinsi (AKAP), angkutan kota (AK), dan angkutan pedesaan. Lokasi Terminal Jombor berada di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta terletak di Kelurahan Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman

yang memiliki Luas 92.000 m<sup>2</sup>. Terminal Jombor adalah terminal yang menjadi tempat pemberhentian ataupun keberangkatan bus-bus yang menuju ke arah utara dari Yogyakarta, seperti Semarang dan Magelang. Selain itu Terminal Jombor juga melayani alur perjalanan dari dan ke Solo – Prambanan – Yogyakarta – Borobudur – Wonosobo dan luar provinsi lainnya. Rata-rata jumlah penumpang yang dilayani oleh terminal Jombor berkisar 1.700 per hari sedangkan untuk jumlah bus yang beroperasi dibedakan berdasarkan karcisnya, untuk seri karcis kuning berjumlah 46 bus, untuk karcis merah terdapat 3 trayek, untuk karcis biru 6 trayek, dan karcis putih 1 trayek.

## 2.4 Penelitian Terdahulu

Penulis menggunakan sumber acuan berupa literatur penelitian sebelumnya. Setelah memeriksa beberapa referensi tersebut, tidak ditemukan judul penelitian yang serupa dengan yang akan dilakukan.. Hasil referensi penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Syafei et al (2019)	<i>Microplastic Pollution in the Ambient Air of Surabaya, Indonesia</i>	Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa bentuk mikroplastik yang dominan di udara ambien daerah pinggir jalan adalah serat, dengan partikel mikroplastik yang teridentifikasi mengandung bagian-bagian polimer plastik. Volume lalu lintas mempengaruhi jumlah partikel mikroplastik di udara ambien area pinggir jalan. Jumlah kendaraan yang lebih banyak akan meningkatkan jumlah mikroplastik di udara ambien. Pakaian dari

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		<p>pengguna jalan dan keausan ban kendaraan berkontribusi terhadap jumlah mikroplastik di udara ambien di area pinggir jalan.</p>
<p>Agullo et al (2021)</p>	<p><i>Overview on the occurrence of microplastics in air and implications from the use of face masks during the COVID-19 pandemic</i></p>	<p>Mikroplastik di udara sekarang menarik perhatian ilmiah. Akhir-akhir ini, beberapa penelitian telah melaporkan konsentrasi mikroplastik yang berbeda baik di dalam ruangan dan udara luar ruangan. Mikroplastik luar ruangan dan, khususnya, di udara dalam ruangan mewakili jalur yang relatif terabaikan tetapi signifikan untuk paparan plastik manusia dan studi lebih lanjut harus dilakukan untuk memahami implikasinya terhadap kesehatan manusia. Ada kebutuhan mendesak untuk menstandarkan metode untuk pengambilan sampel dan analisis mikroplastik di udara karena akan membantu membandingkan hasil dari skenario yang berbeda dan memiliki pengetahuan global tentang status mikroplastik di udara saat ini. Selain itu, kualitas data yang lebih baik adalah Melaporkan. Dalam konteks</p>



Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		<p>COVID-19, perhatian khusus harus diberikan pada peningkatan sampah plastik global dan menghirup mikroplastik akibat penggunaan masker wajah. Masker wajah telah menjadi sangat diperlukan di masyarakat, sehingga penelitian di masa depan harus menyelidiki risiko kesehatan yang terkait dengan inhalasi mikroplastik jangka pendek dan jangka panjang</p>
Prilila et al (2016)	<p>Estimasi Sebaran Dan Analisis Resiko TSP dan PB di Terminal Bis Terhadap Kesehatan Pengguna Terminal (Studi Kasus : Terminal Mangkang dan Penggaron, Semarang)</p>	<p>Konsentrasi TSP dan Pb pada Terminal Mangkang dan Penggaron Kota Semarang berada di bawah standar baku mutu PP No.41 Tahun 1999 mengenai baku mutu standard TSP dan Pb yaitu 230 <math>\mu\text{g}/\text{Nm}^3</math> dan 2 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>. Namun terdapat 1 titik sampling di Terminal Penggaron yaitu titik sampling I yang memiliki konsentrasi TSP sebesar 235,77 <math>\mu\text{g}/\text{Nm}^3</math>, sehingga melebihi ambang batas standard baku mutu untuk TSP.</p>
Akhbarizadeh et al (2021)	<p><i>Suspended fine particulate matter (PM2.5), microplastics (MPs), and polycyclic aromatic</i></p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa debu dari daerah distal (Irak dan Arab Saudi) dengan sebagian besar asal petrogenik (kegiatan</p>

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
	<p><i>hydrocarbons (PAHs) in air: Their possible relationships and health implications</i></p>	<p>terkait minyak/gas) memainkan peran penting dalam PM2.5 dan konsentrasi Mikroplastik dan PAH di udara di daerah penelitian selama waktu pengambilan sampel. Oleh karena itu, kontaminan yang muncul di udara mungkin berasal tidak hanya dari proksimal tetapi juga sumber distal. Berdasarkan penilaian risiko yang dihitung, seperti inhalasi mikroplastik, orang berisiko karena paparan PAH selama musim dingin dan anggota parlemen selama hari-hari berdebu di pelabuhan Bushehr. Oleh karena itu, pengendalian emisi lebih lanjut harus dimulai untuk polutan udara antropogenik di area penelitian. Namun, karena penelitian ini adalah yang pertama yang menyelidiki hubungan antara mikrokontaminan di udara di Ukuran ini (&lt;2,5 µm) dan mempertimbangkan keterbatasan identifikasi, studi lebih lanjut diperlukan untuk menyelidiki efek gabungan dan konsekuensi jangka panjangnya terhadap kesehatan manusia. Selain itu, pola distribusi ukuran Mikroplastik dalam penelitian ini, menunjukkan</p>

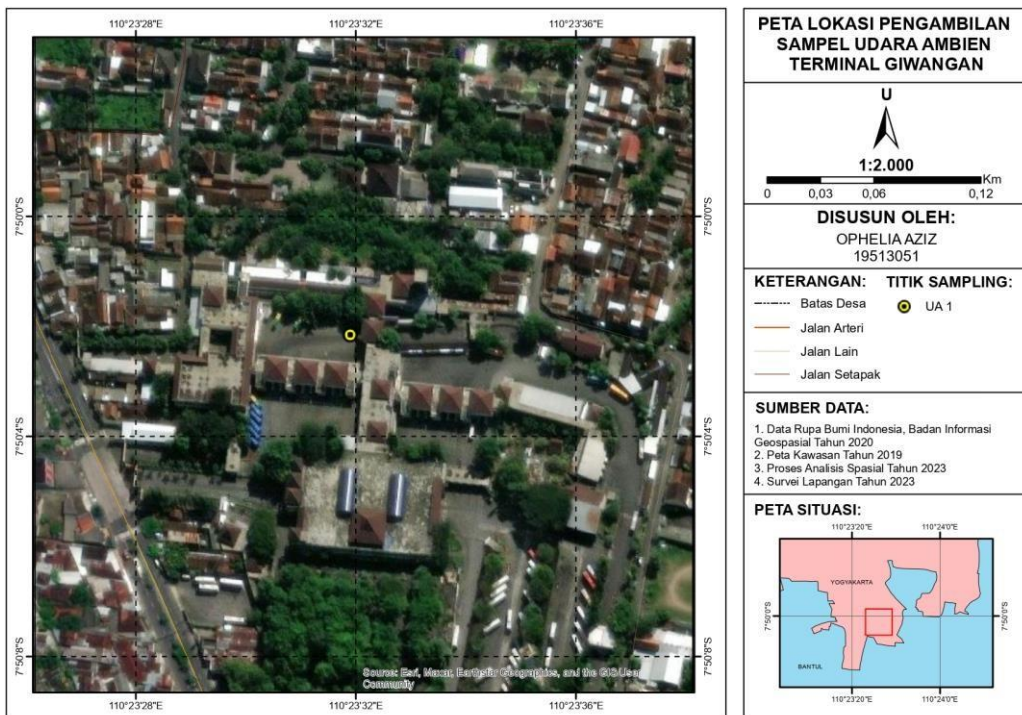
Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		bahwa lebih banyak partikel plastik di bawah 1 $\mu\text{m}$ mungkin ada dalam sampel dan mereka tidak dihitung dalam penelitian ini karena batas bawah pengamatan.
Xuan Zhu et al, 2021	<i>Airborne Microplastic Concentrations in Five Megacities of Northern and Southeast China</i>	Mikroplastik di udara ditemukan di semua sampel udara yang dikumpulkan dari lima kota besar di Cina, rata-rata $282 \pm 127$ item/ $\text{m}^3$ ( $n = 75$ ) dan berkisar antara 104 hingga 650 item/ $\text{m}^3$ . Konsentrasi mikroplastik di udara di Beijing ( $393 \pm 112$ item/ $\text{m}^3$ , $n = 15$ ) serupa dengan di Tianjin ( $324 \pm 145$ item/ $\text{m}^3$ , $n = 15$ ) tetapi secara signifikan lebih tinggi daripada di Shanghai ( $267 \pm 117$ item/ $\text{m}^3$ , $n = 15$ ), Hangzhou ( $246 \pm 78$ item/ $\text{m}^3$ , $n = 15$ ), dan Nanjing ( $177 \pm 59$ item/ $\text{m}^3$ , $n = 15$ ) ( $P < 0,01$ )

## BAB III

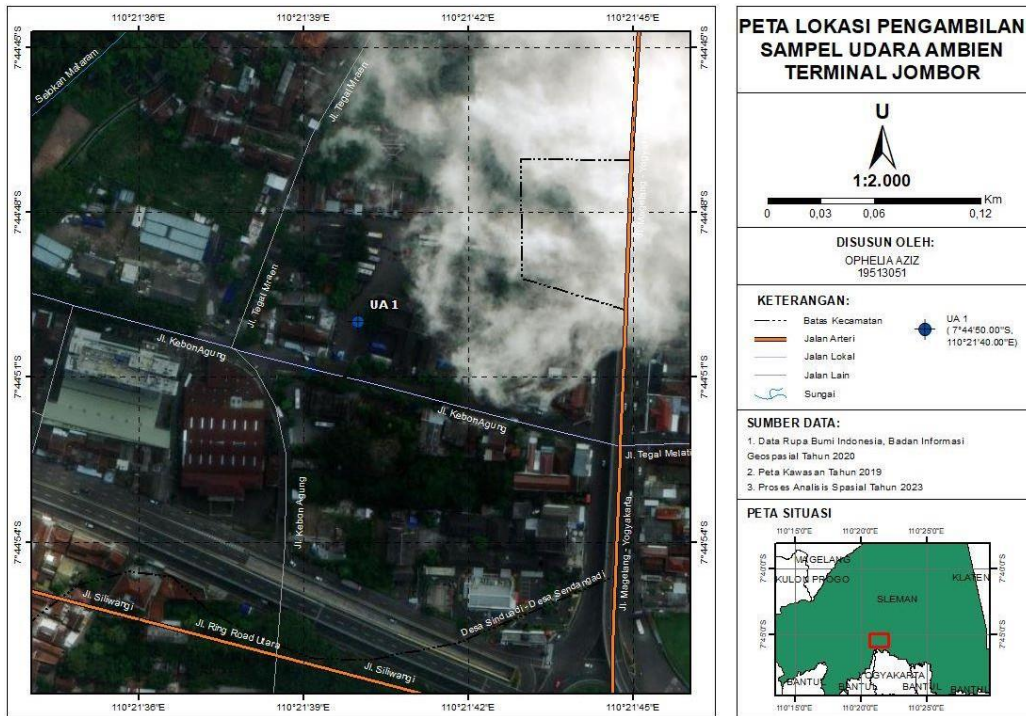
### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Lokasi

Lokasi penelitian ini dilakukan di terminal yang berada di DIY dan terdapat 2 titik sampling, yaitu Terminal Giwangan yang terletak disebelah timur sisi Jalan Imogiri Timur, tepatnya dekat perempatan besar yang menghubungkan Jalan Ahmad Yani dan Jalan Imogiri Timur. Lokasi kedua adalah Terminal Jombor yang terletak di Kelurahan Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman. Pertimbangan pemilihan titik lokasi sampling ini ditentukan atas pertimbangan banyaknya bus yang beroperasi di 2 terminal tersebut sehingga menimbulkan adanya polusi udara dan dapat menyebabkan meningkatnya produksi mikroplastik disekitar kawasan terminal. Adapun lokasi pelaksanaan sampling adalah sebagai berikut.



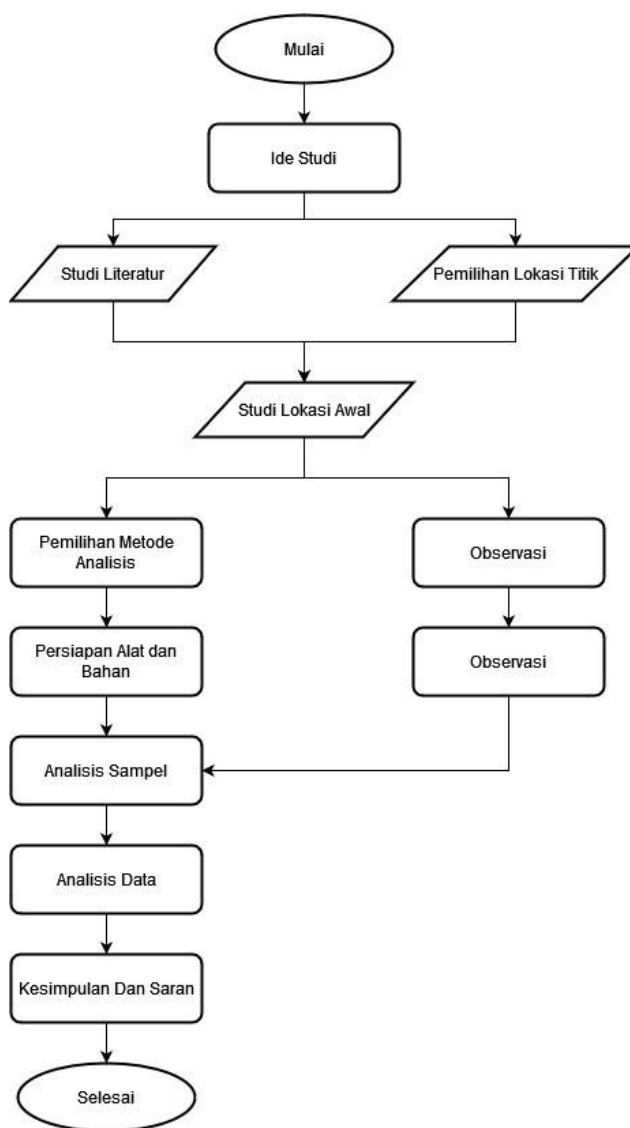
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Terminal Giwangan



Gambar 3. 2 Lokasi Terminal Giwangan

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini merupakan representasi visual dari proses penelitian dalam bentuk diagram alir, yang disajikan sebagaimana yang terlihat pada gambar berikut:



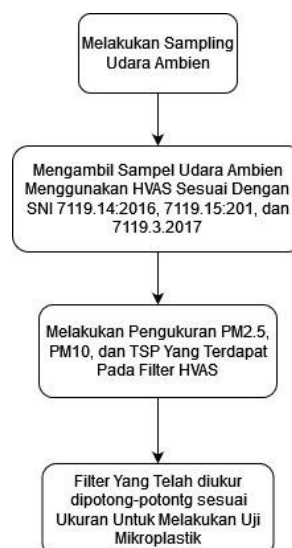
Gambar 3. 3 Alur Tahap Penelitian

### 3.3 Pengambilan Sampel

Sampel yang telah diambil adalah udara ambien yang terlokasi di daerah Terminal Giwangan dan Terminal Jombor. Pengambilan sampel dilakukan

sebanyak 4 kali, dimana setiap titik dilakukan 2 kali pengambilan sampel, yaitu pada saat *weekday* dan *weekend*. Penentuan pengambilan sampel dilakukan pada saat *weekdays* dan *weekend*. Sampel diambil menggunakan HVAS sesuai dengan SNI 7119.14:2016 Tentang Cara Uji Partikel Dengan Ukuran  $\leq 2.5 \mu\text{m}$  (PM<sub>2,5</sub>), SNI 7119.15:2016 Tentang Cara Uji Partikel Dengan Ukuran  $\leq 10 \mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>), dan SNI 7119.3.2017 Tentang Cara uji partikel tersuspensi dengan melakukan beberapa modifikasi. Hasil dari modifikasi yang dilakukan yaitu pada kertas filter menggunakan merk *Staplex Type TFAGF810* dengan diameter 8” x 10”. Kertas filter harus ditimbang terlebih dahulu sebelum dan sesudah digunakan guna mengetahui total berat polutan yang tertangkap selama pengambilan sampel. Selain itu juga dikarenakan beberapa faktor seperti ketersediannya sumber listrik yang ada, perizinan tempat, dan juga faktor – faktor lingkungan seperti kelembapan, suhu, dan kondisi cuaca yang diukur menggunakan alat anemometer (LM-8000A) dan termohygrrometer (MHB-382SD) dengan rentang waktu 1 jam selama 24 jam.

Berikut adalah Langkah-langkah pengambilan sampel udara dalam bentuk diagram alir yang ditunjukkan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengambilan Sampel Udara Ambien

Pada penelitian ini membutuhkan alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel, yaitu yang terdiri dari :

a. Alat Sampling

Tabel 3. 1 Alat Sampling

No.	Nama Alat	Jumlah
1.	HVAS	3 (Buah)
2.	Genset	1 (Buah)
3.	Roll Kabel	1 (Buah)
4.	Safety line	1 (Buah)
5.	Safety cone	2 (Buah)
6.	Anemometer	1 (Buah)
7.	Termohigrometer	1 (Buah)
8.	Box Penyimpanan	1 (Buah)

b. Bahan Sampling

Tabel 3. 2 Bahan Sampling

No.	Nama Alat	Jumlah
1.	Filter Mikrofiber	12 (Buah)

### 3.4 Analisis Sampel

Proses analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Lingkungan FTSP UII. Metode yang digunakan berdasarkan oleh Akhbarizadeh, R., et al., pada tahun 2021 yang telah dilakukan modifikasi beberapa prosesnya dikarenakan menyesuaikan kondisi dan jumlah sampel yang ada. Dalam penelitian yang dilakukan Akhbarizadeh yang dianalisis hanya PM<sub>2,5</sub>, sedangkan dalam penelitian ini terdapat 3 parameter, yaitu TSP, PM<sub>2,5</sub>, dan PM<sub>10</sub>, untuk tahapannya setiap parameter dilakukan pengujian untuk mengidentifikasi keberadaan mikroplastik yang ada. Kertas filter dipotong-potong menjadi beberapa bagian kemudian dijadikan dalam 1 gelas beaker untuk setiap



parameternya, selanjutnya rendah filter dalam 80 ml aquades. Modifikasi lain yang dilakukan , yaitu penggunaan 80 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dan 120 ml Kalium Iodida.

Pada penelitian ini membutuhkan alat dan bahan yang digunakan dalam analisis sampel, yaitu yang terdiri dari :

a. Alat Pengujian

Tabel 3. 3 Alat Pengujian

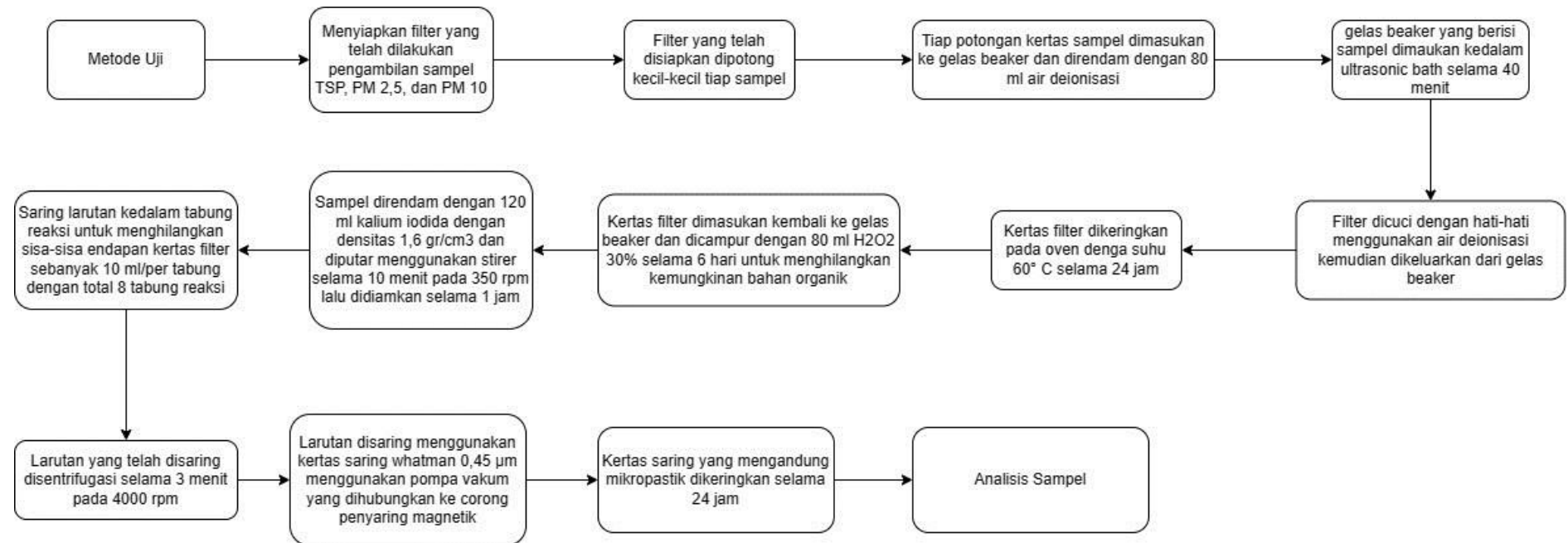
No.	Nama Alat	Jumlah
1.	Gelas Beaker 200ml	3 (Buah)
2.	Gunting	1 (Buah)
3.	Ultrasonic Bath	1 (Buah)
4.	Oven	1 (Buah)
5.	Timbangan Analitik	1 (Buah)
6.	Hotplate Stirrer	1 (Buah)
7.	Pompa Vakum	1 (Buah)
8.	Mikroskop	1 (Buah)

b. Bahan Pengujian

Tabel 3. 4 Bahan Pengujian

No.	Nama Alat	Jumlah
1.	Filter Whatman 0,45 µm	12 (Buah)
2.	Aquades	350 (ml)
3.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 30%	350 (ml)
4.	Kalium Iodida	500 (ml)

Berikut urutan analisis sampel udara ambien dan data pengukuran mikroplastik :



Tabel 3. 5 Diagram Alir Metode Uji

Penjelasan fungsi dari beberapa proses metode uji diantaranya, yaitu penggunaan aquades, aquades berfungsi untuk membersihkan dan memisahkan mikroplastik dari partikulat lain yang menempel pada permukaannya. Ini membantu memastikan bahwa mikroplastik yang diukur adalah hasil dari sampel yang sesungguhnya, bukan berasal dari kontaminasi.

Pengeringan, proses pengeringan ini dilakukan selama 24 jam menggunakan oven setelah sampel kertas filter yang telah dipotong menjadi beberapa bagian dicampurkan dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dalam gelas beaker dan telah didiamkan 6 hari dengan tujuan untuk menghilangkan kemungkinan pertumbuhan mikroorganisme.

Kemudian Penggunaan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dalam analisis mikroplastik udara memiliki beberapa fungsi diantaranya digunakan untuk penghancuran bahan organik seperti debu, serat, dan materi organik lainnya dengan memungkinkan untuk pemisahan dan identifikasi yang lebih baik terhadap mikroplastik yang ada. Selain itu berfungsi juga untuk pemutihan mikroplastik dengan tujuan meningkatkan kontras visual dan mempermudah identifikasi mikroplastik saat dianalisis pada mikroskop (Ribeiro, F., et al, 2020).

Selanjutnya penggunaan Kalium Iodida, Penggunaan kalium iodida dalam analisis mikroplastik udara memiliki fungsi sebagai larutan pengikat dalam metode analisis sebagai medium pengikat yang melarutkan atau menahan mikroplastik pada permukaan filter atau dalam cairan pengendapan (Wright, S.L., et al, 2013).

Setelah semua proses dilakukan proses selanjutnya adalah pengamatan mikroplastik menggunakan mikroskop. Pengamatan mikroplastik tidak dapat dilakukan secara langsung dengan mata telanjang, oleh karena itu perlu dilakukan observasi menggunakan mikroskop. Sampel disiapkan dengan metode preparat dan diletakkan pada perbesaran 4x dan 10x. Pengaturan mikroskop disesuaikan hingga memungkinkan pengamatan yang fokus dan jelas pada sampel. Tujuan dari penggunaan mikroskop adalah untuk mengumpulkan data mengenai mikroplastik, seperti jenis, warna, dan jumlahnya. Beberapa jenis mikroplastik yang teridentifikasi meliputi *fragment*, *film*, dan *fiber*, dan warnanya mencakup

hitam, transparan, biru, merah, coklat, dan hijau. Pengamatan dilakukan dengan membagi sampel menjadi empat kuadran untuk memudahkan dalam proses perhitungan jumlah mikroplastik yang ada.

### 3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data dengan melakukan perhitungan Sampel PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, dan TSP diambil sesuai dengan SNI Tentang Cara Uji Partikel Menggunakan Peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan Metode Geometri. Instrumen HVAS digunakan untuk pengambilan sampel PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, dan TSP dengan menggunakan kertas filter. Untuk konsentrasi mikroplastik dalam PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, dan TSP.

Konsentrasi PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, dan TSP dihitung sesuai dengan rumus yang tertera di dalam SNI. Perhitungan yang harus dilakukan adalah perhitungan koreksi laju alir pada kondisi standar, volume udara yang diambil, dan konsentrasi dari PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, dan TSP yang terdapat pada filter. Adapun rumus yang terdapat di dalam SNI adalah sebagai berikut :

- a. Koreksi laju alir pada kondisi standar

$$Q_s = Q_0 \times \left( \frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right)^2$$

Keterangan :

Q<sub>s</sub> : Laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar (Nm<sup>3</sup>/menit)

Q<sub>0</sub> : Laju alir volume uji (m<sup>3</sup>/menit)

T<sub>s</sub> : Tempertur standar (298 K)

T<sub>0</sub> : Temperatur rata - rata aktual (273+T ukur)

P<sub>s</sub> : Tekanan barometik sandar (101,3 kPa = 760 mmHg)

P<sub>0</sub> : Tekanan barometik rata - rata aktual

- b. Volume udara yang diambil

$$V_{std} = \frac{\sum_{s=1}^n Q_s}{n} \times t$$

Keterangan :

- $V_{std}$  : Volume contoh uji udara dalam keadaan standar ( $Nm^3$ )  
 $Q_s$  : Laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar ( $Nm^3/menit$ )  
 $n$  : Jumlah pencatatan laju alir  
 $t$  : Durasi pengambilan contoh uji (menit)

- c. Konsentrasi partikel tersuspensi total dalam udara ambien

$$C = \frac{(W2 - W1) \times 10^6}{V_{std}}$$

Keterangan :

- $C$  : Konsentrasi massa partikel tersuspensi ( $\mu g/Nm^3$ )  
 $V_{std}$  : Volume contoh uji udara dalam keadaan standar ( $Nm^3$ )  
 $W1$  : Berat filter awal (g)  
 $W2$  : Berat filter akhir (g)  
 $10^6$  : Konversi gram ke mikrogram

### 3.5 Analisis Data

Analisis data yang dijalankan mencakup identifikasi serta klasifikasi mikroplastik, dengan fokus pada jumlah, jenis, dan warna mikroplastik pada sampel udara yang diambil dari Terminal Giwangan dan Terminal Jombor. Proses analisis ini dilakukan di laboratorium dengan memanfaatkan mikroskop untuk mendapatkan hasil yang akurat.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

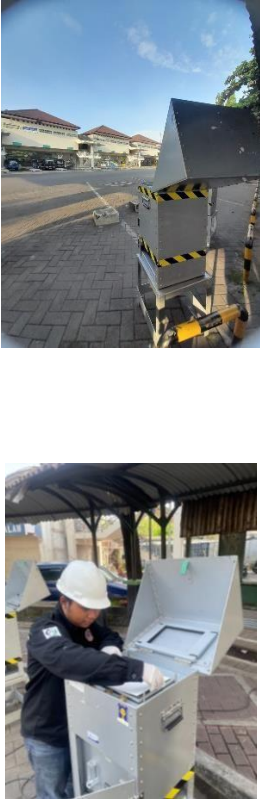
#### 4.1 Deskripsi Wilayah Penelitian

Penelitian identifikasi mikroplastik pada udara dilakukan kawasan Terminal Giwangan dan Terminal Jombor. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 4 kali, dimana setiap titik dilakukan 2 kali pengambilan sampel, yaitu pada saat *weekday* dan *weekend*. Saat proses pengambilan sampel uji, dilakukan pengukuran serta pencatatan kondisi lingkungan setiap jam. Data lingkungan yang diukur mencakup suhu, tekanan udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin. Untuk pengukuran suhu, kelembapan udara, dan tekanan udara, digunakan alat *Thermo Hygro Barometer*, sedangkan untuk mengukur kecepatan angin, digunakan Anemometer. Pengukuran data ini penting karena kondisi lingkungan saat pengambilan sampel berpengaruh pada kualitas udara ambien, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi hasil pengukuran udara yang diambil.


Berikut deskripsi lokasi sampling :

Tabel 4. 1 Deskripsi wilayah Terminal Giwangan

Lokasi	Keterangan Gambar
	Pada lokasi pertama penelitian yaitu terminal Giwangan yang terletak disebelah timur sisi Jalan Imogiri Timur, tepatnya dekat perempatan besar yang menghubungkan Jalan Ahmad Yani dan Jalan Imogiri Timur. Waktu pelaksanaan pengambilan sampel di Terminal Giwangan dilakukan pada tanggal 25 - 26 Maret 2023 dan 28 - 29 Maret 2023. Pada lokasi pertama penempatan HVAS berada di pinggir jalur keluar masuk untuk bus Trans Jogja. Penentuan penempatan alat tersebut dijalur tersebut tidak terhalang

Lokasi	Keterangan Gambar
	<p>oleh bangunan dan pohon, selain itu kebutuhan sumber listrik untuk sumber daya HVAS mengambil dari kantor Dinas Perhubungan Terminal Giwangan yang jaraknya kurang dari 15 Meter dari jalur bus. Kondisi cuaca saat pengambilan sampel uji di waktu <i>weekend</i> secara keseluruhan berawan dan hujan. Rata-rata suhu udara terendah sebesar 25,2°C dan rata-rata suhu udara tertinggi 32,7°C. Kelembaban udara mencapai nilai terendah sebesar 60,5%, sementara nilai tertingginya mencapai 88,1% dengan kandungan uap air. Pada hari-hari kerja (<i>weekdays</i>), rata-rata suhu udara mencapai 28,6°C dan rata-rata kelembapan udara adalah 76,8%.</p>

Tabel 4. 2 Deskripsi Wilayah Terminal Jombor

Lokasi	Keterangan Gambar
	<p>Lokasi kedua penelitian yaitu terminal Jombor yang terletak di Kelurahan Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman. Waktu pelaksanaan pengambilan sampel di Terminal Giwangan dilakukan pada tanggal 10 Juni 2023 hingga 11 Juni 2023 dan 13 Juni 2023 hingga 14 Juni 2023. Pada lokasi kedua penempatan HVAS berada di jalur bus menuju pintu keluar terminal yang juga digunakan sebagai tempat parkir bus untuk mengangkut</p>



penumpang yang menunggu di agen bus masing-masih. Pemilihan titik tersebut agar HVAS tidak terhalang oleh pohon atau bangunan dan juga menyesuaikan sumber listrik yang mengambil langsung dari kantor terminal Jombor. Kondisi cuaca saat pengambilan sampel uji di waktu *weekend* secara keseluruhan cerah berawan. Rata-rata suhu udara terendah sebesar  $25,6^{\circ}\text{C}$  dan rata-rata suhu udara tertinggi  $33,3^{\circ}\text{C}$ . Kelembaban udara terendah yaitu  $55,1\%$  dan kelembaban tertinggi yaitu dengan kandungan uap air  $81,2\%$ . Sedangkan pada saat *weekdays* Rata-rata suhu udara yaitu  $27,9^{\circ}\text{C}$  dan rata-rata kelembapan udara yaitu  $76,1\%$ .



Tabel 4. 3 Data Pengukuran di Lapangan

Titik Sampling	Tekanan Udara (mmHg)			Kec. Angin (m/s)			Suhu (°C)			Kelembapan Udara (%)		
	max	min	rata-rata	max	min	rata-rata	max	min	rata-rata	max	min	rata-rata
Giwangan Weekend	749,9	746,8	748,52	1,6	0	0,4	32,7	25,2	27,91	88,1	60,5	80,24
Giwangan Weekdays	749,9	746,9	748,7	2,4	0	0,8	32,3	24,9	28,68	87,4	54,6	76,88
Jombor Weekend	759	747,4	752,63	2	0	0,4	33,3	25,6	27,92	81,2	55,1	76,15
Jombor Weekdays	759	748,2	753,13	5,4	0	0,7	33,4	25,6	28,88	88,5	59	75,35

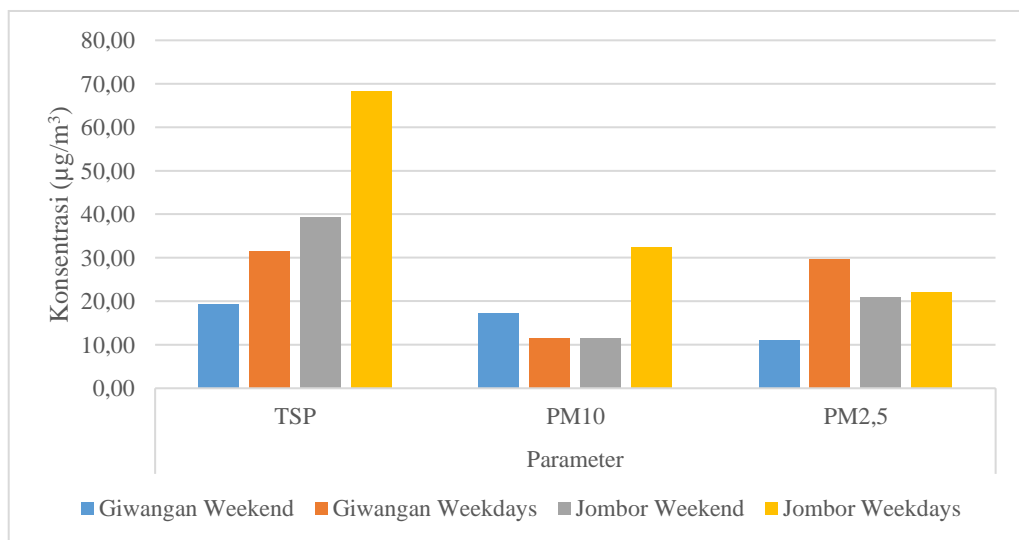
Pada Tabel 4.3 merupakan data pengukuran kondisi lingkungan pada saat pengambilan sampel udara. Beberapa data yang diambil yaitu, tekanan udara, kecepatan angin, suhu, dan kelembapan udara. Dalam tabel tersebut ditampilkan nilai maksimal, minimal dan rata-rata untuk setiap data dan setiap lokasi pengambilan sampel.

#### 4.2 Pengukuran PM<sub>2,5</sub>; PM<sub>10</sub> dan TSP

Contoh uji untuk mengukur konsentrasi PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, dan TSP diambil dengan menggunakan metode gravimetri dengan bantuan alat High Volume Air Sampler (HVAS), sesuai dengan pedoman SNI 7119-14-2016 untuk PM<sub>2,5</sub>, SNI 7119-15-2016 untuk PM<sub>10</sub>, dan SNI 7119-3-2017 untuk TSP. Selanjutnya, kertas filter yang mengandung contoh uji tersebut dianalisis di Laboratorium Kualitas Udara Program Studi Teknik Lingkungan UII. Pengambilan konsentrasi PM<sub>2,5</sub>; PM<sub>10</sub>; dan TSP dilakukan empat kali pengambilan dengan dua tempat berbeda dengan masing-masing dua kali pengambilan saat *weekend* dan *weekdays*, yaitu di terminal Giwangan dan terminal Jombor. Setelah proses pengambilan sampel uji, kertas filter kemudian ditimbang ulang dengan tujuan untuk mengukur berat dari partikulat yang telah tertangkap di dalam kertas filter tersebut. Berikut tabel hasil pengukuran PM<sub>2,5</sub> ; PM<sub>10</sub>; dan TSP :

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran PM<sub>2,5</sub> ; PM<sub>10</sub>; dan TSP

Parameter	Satuan	Terminal Giwangan (Weekend)	Terminal Giwangan (Weekdays)	Terminal Jombor (Weekend)	Terminal Giwangan (Weekdays)	Baku Mutu Sesuai PP No. 22 Th 2021
						(Memenuhi/tidak memenuhi)
PM <sub>2,5</sub>	Total Berat	0,0176	0,0463	0,0367	0,037	Memenuhi
	Volume Udara (m <sup>3</sup> )	1607,163	1602,718	1688,03	1682,178	
	C (µg/m <sup>3</sup> )	10,95	29,55	20,91	21,99	
PM <sub>10</sub>	Total Berat	0,0281	0,0188	0,0284	0,0555	Memenuhi
	Volume Udara (m <sup>3</sup> )	1635,473	1633,587	1711,231	1708,757	
	C (µg/m <sup>3</sup> )	17,181	11,508	16,596	32,479	
TSP	Total Berat	0,031	0,0506	0,0665	0,115	Memenuhi
	Volume Udara (m <sup>3</sup> )	1607,163	1602,718	1688,03	1682,17	
	C (µg/m <sup>3</sup> )	19,28	31,57	39,39	68,36	



Gambar 4. 1 Perbandingan Nilai Konsentrasi Tiap Parameter

Dari hasil perhitungan, nilai konsentrasi  $PM_{2,5}$  telah dihitung dan dijelaskan dalam tabel di atas. Tampak bahwa konsentrasi partikulat  $PM_{2,5}$  tertinggi tercatat di Terminal Giwangan pada hari kerja, mencapai  $29,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sementara itu, lokasi dengan konsentrasi partikulat  $PM_{2,5}$  terendah adalah Terminal Giwangan pada hari kerja, dengan nilai sebesar  $10,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dari temuan ini, dapat disarikan bahwa nilai konsentrasi  $PM_{2,5}$  pada semua lokasi pengambilan sampel tidak melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, yang berada pada batas  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Berikutnya melibatkan perhitungan untuk memperoleh nilai konsentrasi  $PM_{10}$ , sebagaimana yang telah dijabarkan dalam tabel sebelumnya. Terlihat bahwa konsentrasi partikulat  $PM_{10}$  tertinggi ditemukan di Terminal Jombor pada *weekdays*, dengan nilai mencapai  $32,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sementara itu, konsentrasi partikulat  $PM_{10}$  terendah tercatat di Terminal Giwangan pada hari kerja, dengan nilai sebesar  $11,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dari temuan ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil konsentrasi  $PM_{10}$  dari seluruh lokasi pengambilan sampel tidak melebihi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, yang sebesar  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Dan yang terakhir hasil perhitungan diperoleh nilai konsentrasi TSP seperti yang disajikan pada tabel di atas. Dapat dilihat bahwa berat partikulat TSP tertinggi didapat pada Terminal Jombor weekday sebesar  $68,36376 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sedangkan lokasi dengan partikulat TSP terendah didapat pada Terminal Giwangan weekend sebesar  $19,28864 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dapat disimpulkan bahwa dari semua tempat pengambilan sampel tidak melebihi baku mutu sesuai PP No. 22 Th 2021 yaitu sebesar  $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Perbedaan tingkat konsentrasi bisa dapat disebabkan oleh lokasi pengambilan sampel yang berbeda, kondisi lingkungan, dan cuaca. Kelembaban udara memainkan peran penting dalam pengaruh partikel debu, dimana pada tingkat kelembaban yang tinggi, partikel debu akan berinteraksi dengan air sehingga menyebabkan penurunan konsentrasi debu (Ahmad et al., 2014).

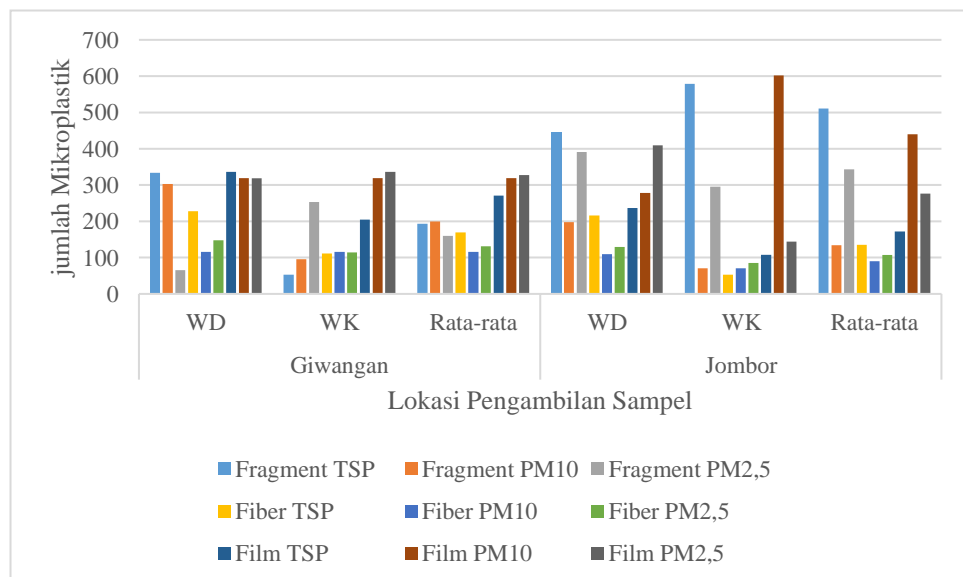
### 4.3 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis, Jumlah, dan Warna

Dalam penelitian ini, pengamatan mikroplastik dilakukan dengan menggunakan filter *Fiber Whattman*. Hasil pengamatan tersebut kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran 4x dan 10x, lalu diidentifikasi untuk menghitung jumlah, jenis, serta warnanya. Mikroplastik memiliki berbagai jenis, termasuk *pellets*, *fragmen*, *fiber*, *filament*, dan *foam*, serta memiliki berbagai warna seperti hitam, biru, merah, coklat, hijau, kuning, dan ungu (Pagter et al., 2018).

#### 4.3.1 Identifikasi Mikroplastik berdasarkan Jumlah

Penelitian ini melaporkan hasil perhitungan mikroplastik di area Terminal di Daerah Istimewa Yogyakarta, yang mencakup hasil perhitungan di setiap lokasi dan titik pengambilan sampel. Identifikasi mikroplastik berdasarkan jumlah diperoleh melalui pengamatan mikroskop. Berikut adalah hasil pengamatan jumlah mikroplastik yang terdapat di kawasan Terminal Daerah Istimewa Yogyakarta :

Gambar 4. 2 Grafik Jumlah Mikroplastik



Gambar 4.2 menampilkan hasil pengukuran jumlah mikroplastik di Terminal Giwangan dan Terminal Jombor pada saat *weekdays* dan *weekend* selama 24 jam untuk masing - masing titik pengambilan sampel.

Tabel 4. 5 Kelimpahan Mikroplastik

Waktu	Giwangan			Jumlah	Kelimpahan (Partikel/Nm <sup>3</sup> )
	TSP	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>		
Weekend	371	641	202	1214	0,80
Weekdays	899	705	738	2278	1,42
Waktu	Jombor			Jumlah	Kelimpahan (Partikel/Nm <sup>3</sup> )
	TSP	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>		
Weekend	741	525	794	2060	1,22
Weekdays	898	930	586	2414	1,44

Terdapat perbedaan jumlah mikroplastik pada tiap titik dan waktu pengambilan sampel. Pada pengambilan sampel pertama yang dilakukan di Terminal Giwangan saat *weekend* terdapat 1278 partikel mikroplastik yang teridentifikasi atau 0,80 partikel/Nm<sup>3</sup>, sedangkan pengambilan sampel kedua yang dilakukan pada saat *weekdays* terdapat 2278 partikel mikroplastik atau 1,42 partikel/Nm<sup>3</sup> mikroplastik yang teridentifikasi di TSP, PM<sub>10</sub>, dan PM<sub>2,5</sub>. Pengambilan sampel berikutnya yang dilakukan di Terminal Jombor saat *weekend* ditemukan sejumlah 2060 partikel atau 1,22 partikel/Nm<sup>3</sup> mikroplastik, sedangkan pada saat pengambilan sampel saat *weekdays* didapati partikel mikroplastik sejumlah 2414 partikel atau 1,43 partikel/Nm<sup>3</sup>. Penyebab adanya perbedaan jumlah partikel mikroplastik yang ada bisa disebabkan oleh sumber mikroplastik itu sendiri, jumlah kendaraan yang berada di terminal, dan kondisi cuaca pada saat melakukan pengambilan sampel karena angin dan cuaca dapat membawa mikroplastik yang terdispersi di permukaan tanah, air, atau lingkungan lainnya ke udara (Allen, S., et al, 2019).

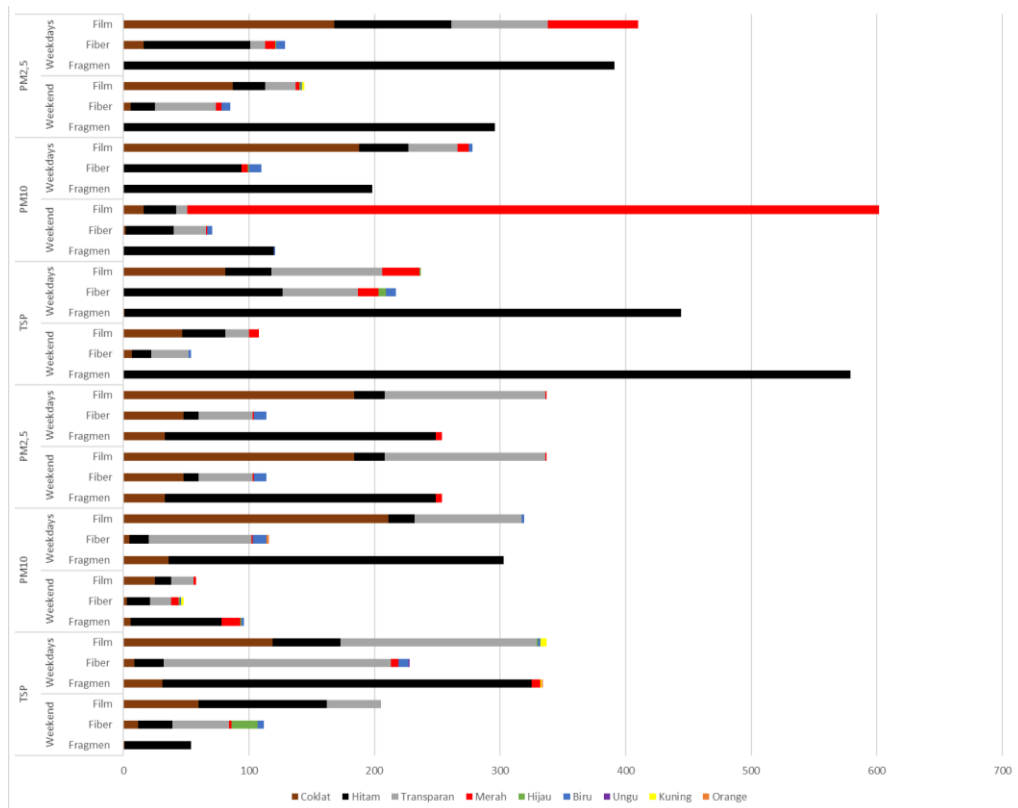
Tabel 4. 6 Rasio Mikroplastik

Lokasi	Konsentrasi (µg/Nm <sup>3</sup> )			Jumlah Mikroplastik (partikel)			Rasio (partikel/(µg/Nm <sup>3</sup> ))		
	TSP	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	TSP	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	TSP	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>
Giwangan Weekend	19,28	17,18	10,95	371	705	202	19,24	41,03	18,45
Giwangan Weekdays	31,57	11,51	29,55	899	641	738	28,48	55,7	24,97
Jombor Weekend	39,40	11,51	20,91	741	525	794	18,81	45,62	37,97
Jombor Weekdays	68,36	32,48	22,00	898	930	586	13,14	28,63	26,64

Pada tabel 4.6 menunjukkan hasil rasio mikroplastik yang telah dilakukan di 2 titik lokasi pengambilan sampel. Tingkat konsentrasi di udara ambien yang lebih tinggi tidak selalu berarti terdapat lebih banyak mikroplastik. Faktor ini disebabkan oleh ukuran partikel PM<sub>2,5</sub>, yang memiliki ukuran 2,5 mikron atau kurang, yang menyebabkan angka PM<sub>2,5</sub> tidak selalu menunjukkan jumlah mikroplastik yang lebih tinggi di wilayah tersebut. Hal ini disebabkan oleh fungsi HVAS yang tidak hanya menangkap mikroplastik, melainkan juga menangkap partikel-partikel lain yang berbeda (Fathullah et al., 2021).

### 4.3.2 Identifikasi Mikroplastik berdasarkan Jenis

Dari Penelitian ini ditemukan bahwa mikroplastik ada dalam udara di Terminal Giwangan dan Terminal Jombor, dengan berbagai variasi jenis. Beberapa jenis mikroplastik yang terdeteksi meliputi *Fragment*, *Fiber*, dan *film*. Identifikasi jenis mikroplastik dilakukan dengan memanfaatkan mikroskop pada perbesaran 4x dan 10x. Hasil perbandingan jenis mikroplastik ditunjukkan pada gambar 4.1 dibawah ini.

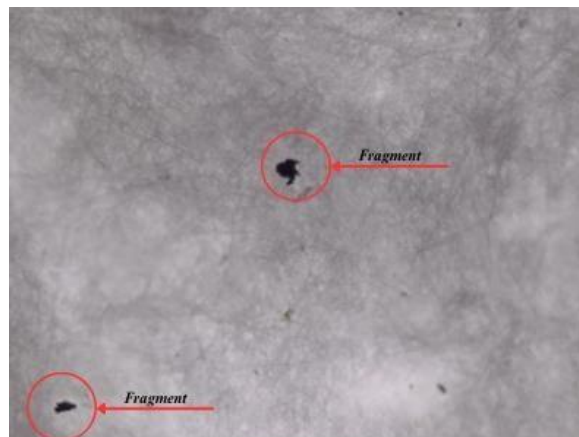


Gambar 4. 3 Perbandingan Jenis Mikroplastik

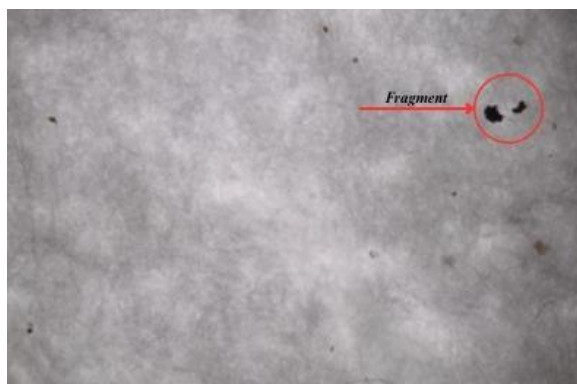
Grafik diatas menunjukkan perbandingan jenis mikroplastik setiap parameter dan waktunya saat *weekend* dan *weekdays*. Berikut merupakan beberapa jenis mikroplastik yang ada disetiap titik dan parameter yang diambil.

#### 4.3.2.1 Fragmen

Mikroplastik tipe *Fragment* merupakan jenis mikroplastik dalam bentuk pecahan plastik. Mikroplastik jenis *fragment* memiliki dimensi panjang dan lebar, dengan ketebalan yang cukup. Selain itu, mikroplastik ini berwarna hitam pekat. Karakteristik khusus yang membedakan mikroplastik jenis *fragment* adalah bentuknya yang merupakan pecahan dari unit yang lebih besar. Oleh karena itu, mikroplastik tipe *fragment* ini berasal dari proses degradasi plastik yang menghasilkan ukuran yang lebih kecil (Ding et al., 2019). Bentuk mikroplastik jenis *fragment* yang terlihat pada sampel yang diamati dapat dilihat seperti berikut:



Gambar 4. 4 Mikroplastik Jenis Fragment

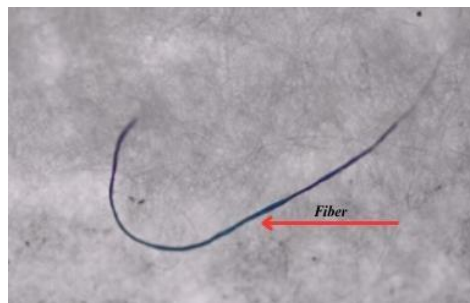


Gambar 4. 5 Mikroplastik Jenis Fragment

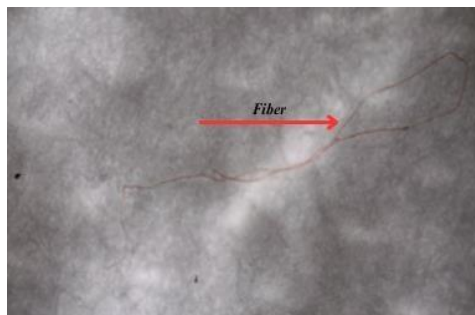
Mikroplastik jenis *fragment* yang terlihat pada gambar 4.4 dan 4.5 adalah mikroplastik yang terdeteksi dalam sampel udara di Terminal Giwangan, dengan ukuran PM<sub>10</sub>. Identifikasi mikroplastik jenis *fragment* dilakukan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x. Mikroplastik jenis *fragment* lebih mudah diamati berdasarkan bentuknya, karena bentuk ini paling mencolok dan lebih terlihat dibandingkan dengan tipe mikroplastik lainnya.

#### 4.3.2.2 Fiber

Mikroplastik jenis fiber merupakan serat-serat plastik atau partikel - partikel berukuran mikroskopis yang terdapat dalam udara. Serat - serat plastik ini berasal dari berbagai sumber, seperti serat-serat tekstil sintetis atau juga berasal dari penguraian bahan plastik yang lebih besar, seperti kantong plastik atau peroduk - produk plastik lainnya (Ding et al., 2019). Mikroplastik bentuk fiber dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4. 6 Mikroplastik Jenis Fiber



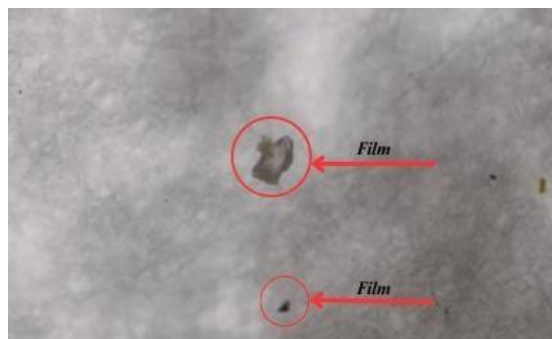
Gambar 4. 7 Mikroplastik Jenis Fiber



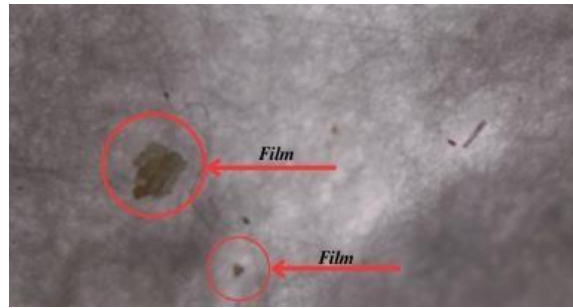
Pada gambar 4.6 dan 4.7 terlihat mikroplastik tipe *fiber* yang memiliki warna biru dan merah, dengan bentuk yang tipis dan panjang. Mikroplastik jenis *fiber* ini teridentifikasi dari sampel yang diambil di Terminal Giwangan dengan parameter PM<sub>10</sub>, dan identifikasi dilakukan menggunakan mikroskop pada perbesaran 10x. Kemudahan dalam menemukan mikroplastik jenis *fiber* ini disebabkan oleh bentuknya yang panjang.

#### 4.3.2.3 *Film*

Mikroplastik jenis *film* adalah mikroplastik yang memiliki bentuk yang luas atau lebar, dan sangat tipis. Mikroplastik jenis *film* berasal dari kantong plastik dan kemasan makanan serta minuman yang terbuat dari bahan plastik tipis. Penggunaan kemasan plastik ini umumnya terjadi dalam industri makanan dan minuman karena harganya yang ekonomis. Sifat ringan dari mikroplastik jenis *film* membuatnya mudah terbawa oleh arus air (Hantoro et al., 2018). Dalam aktivitas transportasi dapat menghasilkan mikroplastik jenis *film*, terutama melalui abrasi atau penggunaan material berbasis plastik pada kendaraan dan infrastruktur transportasi. Banyak jenis ban kendaraan mengandung plastik. Plastik memiliki sifat yang bermanfaat untuk membuat ban lebih tahan lama, elastis, tahan terhadap cuaca, dan mampu menghadapi kondisi jalan yang beragam. Beberapa plastik yang digunakan dalam pembuatan ban, yaitu karet sintestis, *poliester*, dan *nylon (poliamida)*. Warna yang paling dominan pada jenis mikroplastik *film* adalah transparan. Bentuk mikroplastik jenis *film* dalam sampel yang diobservasi bisa dilihat sebagai berikut:

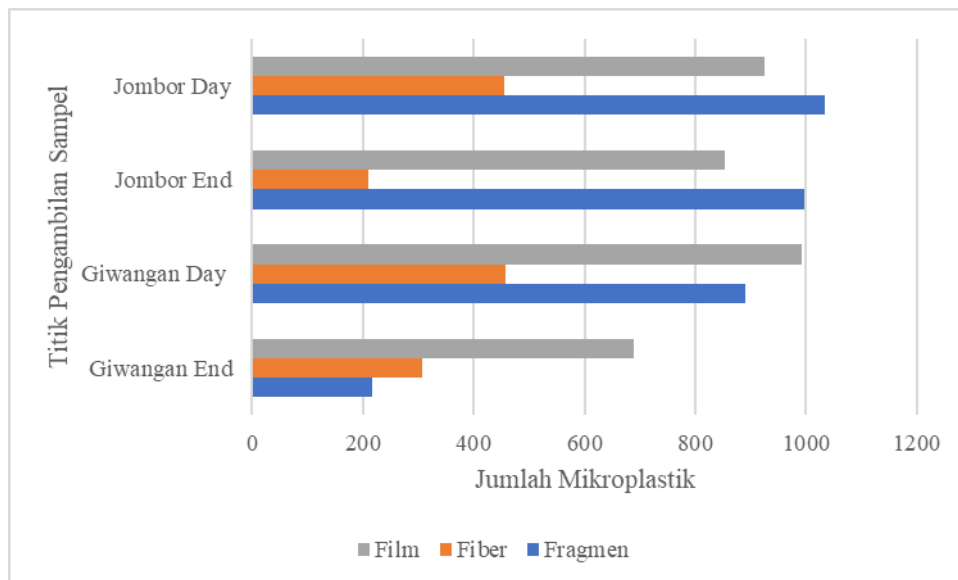


Gambar 4. 8 Mikroplastik Jenis *Film*

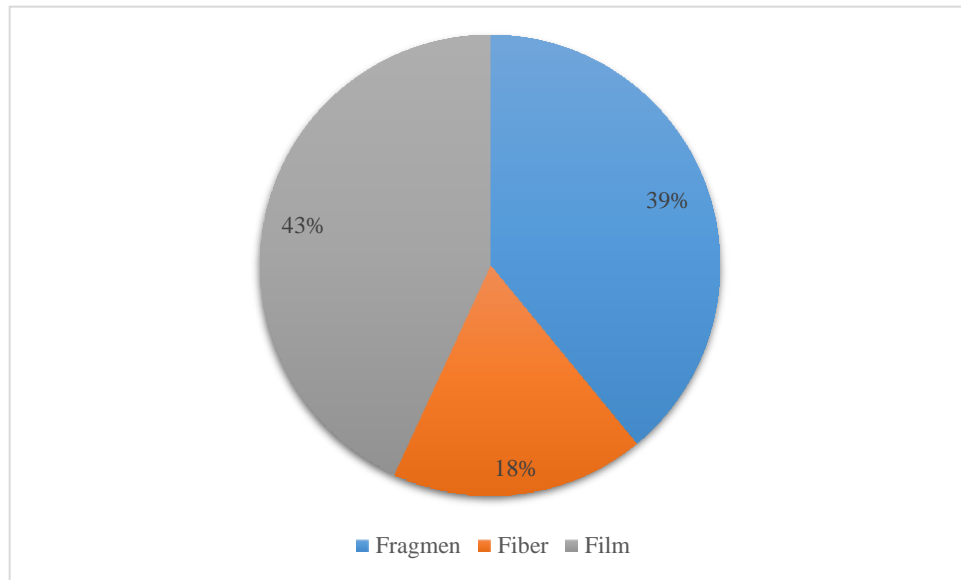


Gambar 4. 9 Mikroplastik Jenis *Film*

Pada gambar 4.8 dan 4.9 mikroplastik jenis *film* terlihat berwarna coklat kehitaman dengan bentuk luas dan tipis. Mikroplastik jenis *film* yang didapat pada parameter  $PM_{2,5}$  teridentifikasi menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x. Mikroplastik jenis *film* tersebut dapat ditemui di seluruh sampel dan lokasi penelitian.



Gambar 4. 10 Perbandingan jumlah jenis Mikroplastik Setiap Titik

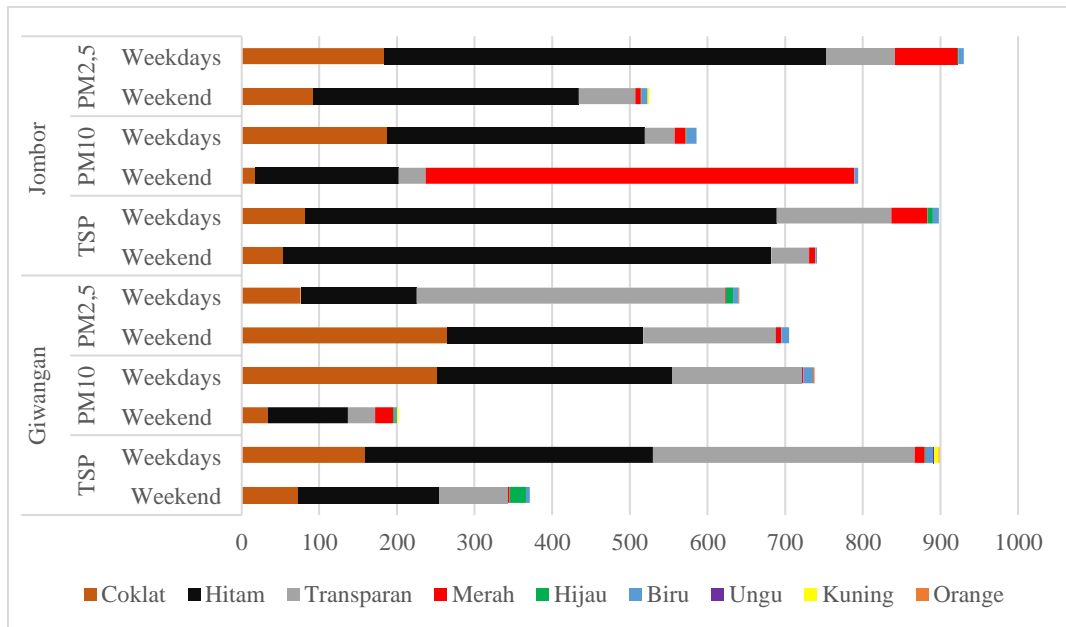


Gambar 4. 11 Persentase Jenis Mikroplastik

Pada Gambar 4.11 pada tampilan di atas terlihat dominasi mikroplastik jenis *film* dengan 43%, *fragment* 39%, dilanjutkan dengan mikroplastik *fiber* 18%. Hal tersebut diakibatkan oleh aktivitas kendaraan yang keluar dan masuk wilayah terminal.

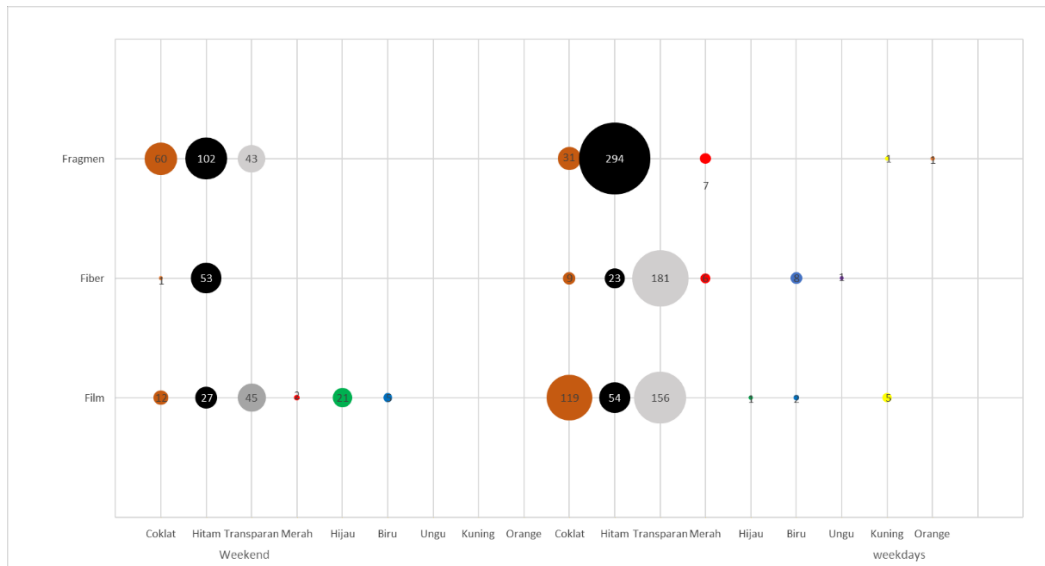
#### 4.3.3 Identifikasi Mikroplastik berdasarkan Warna

Hasil pengamatan menggunakan mikroskop terhadap warna mikroplastik mengungkapkan beberapa variasi warna, termasuk transparan, merah, hitam, biru, hijau, coklat, orange, ungu, dan kuning. Warna-warna yang ditemukan pada setiap titik lokasi kemungkinan disebabkan oleh paparan sinar matahari atau sinar ultraviolet secara terus - menerus, yang mempengaruhi perubahan warna partikel yang terdeteksi (Putri, 2017). Berikut ini adalah daftar warna mikroplastik yang telah diidentifikasi:



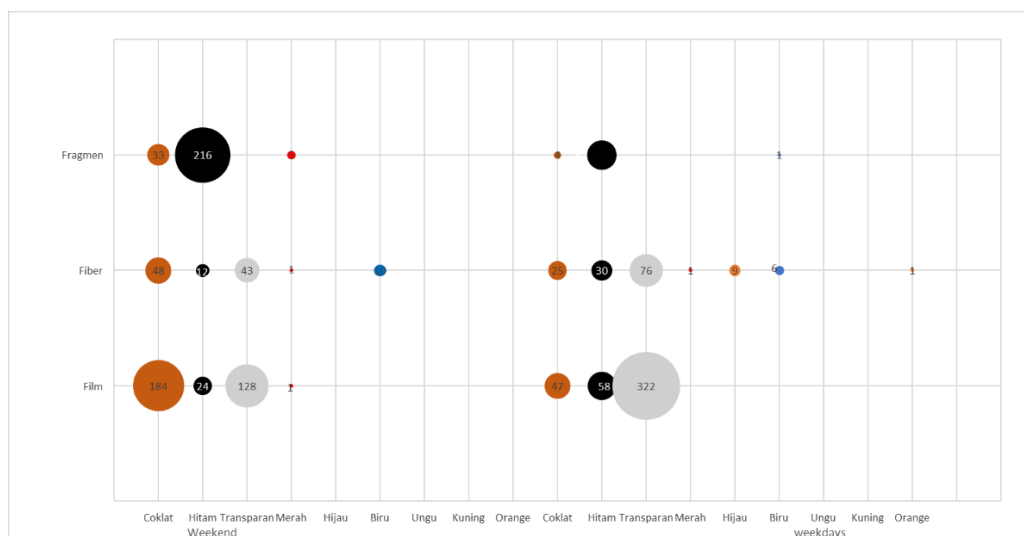
Gambar 4. 12 Perbandingan Warna Mikroplastik

Dalam grafik diatas merupakan perbandingan warna mikroplastik yang telah teridentifikasi yang berada di Terminal Giwangan dan Terminal Jombor saat *weekend* dan *weekdays* dalam setiap parameter TSP, PM<sub>10</sub>, dan PM<sub>2.5</sub>. Grafik yang menunjukkan rata-rata jumlah warna di setiap titik pengambilan sampel menunjukkan dominasi warna hitam pada setiap titiknya. Jumlah mikroplastik berwarna hitam yang ditemukan menunjukkan kemampuannya dalam menyerap polutan di sekitarnya, yang kemungkinan mempengaruhi tekstur permukaannya. Selain warna hitam, mikroplastik berwarna transparan juga cukup banyak ditemukan pada setiap titik sampel. Warna transparan ini mengindikasikan bahwa mikroplastik tersebut telah mengalami degradasi yang cukup lama akibat paparan sinar UV. Selama penelitian, warna - warna lain juga ditemukan, termasuk coklat, merah, hijau, biru, dan ungu (Hiwari et al., 2019). Berikut grafik perbandingan warna setiap tempat dan parameternya:



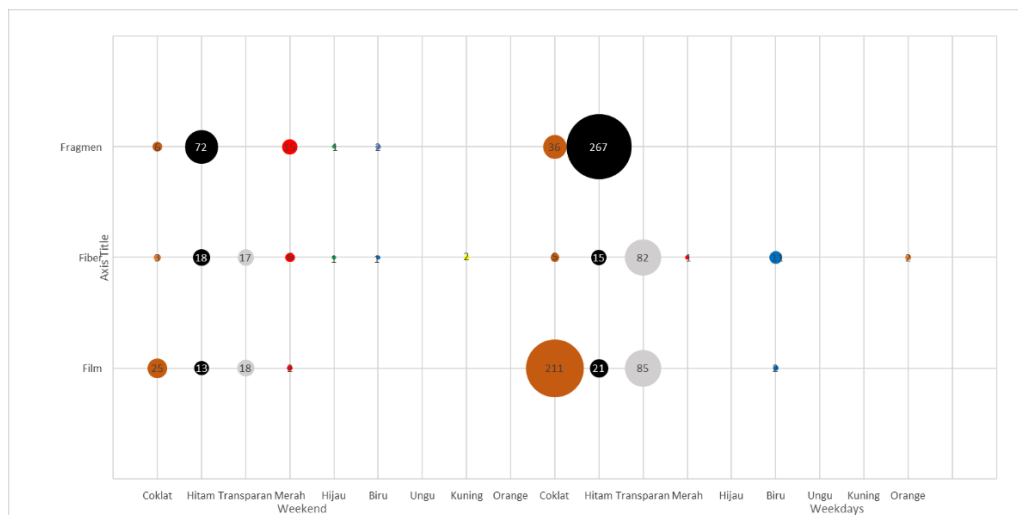
Gambar 4. 13 Warna Mikroplastik Giwangan TSP

Di Terminal Giwangan untuk parameter TSP warna mikroplastik didominasi oleh warna hitam khususnya jenis mikroplastik *fragment* pada saat pengambilan *weekend* terdapat 103 partikel dan pada saat pengambilan *weekdays* 294 partikel. Selanjutnya pada gambar 4.13 total warna mikroplastik di Terminal Giwangan parameter  $PM_{2,5}$  sebagai berikut.



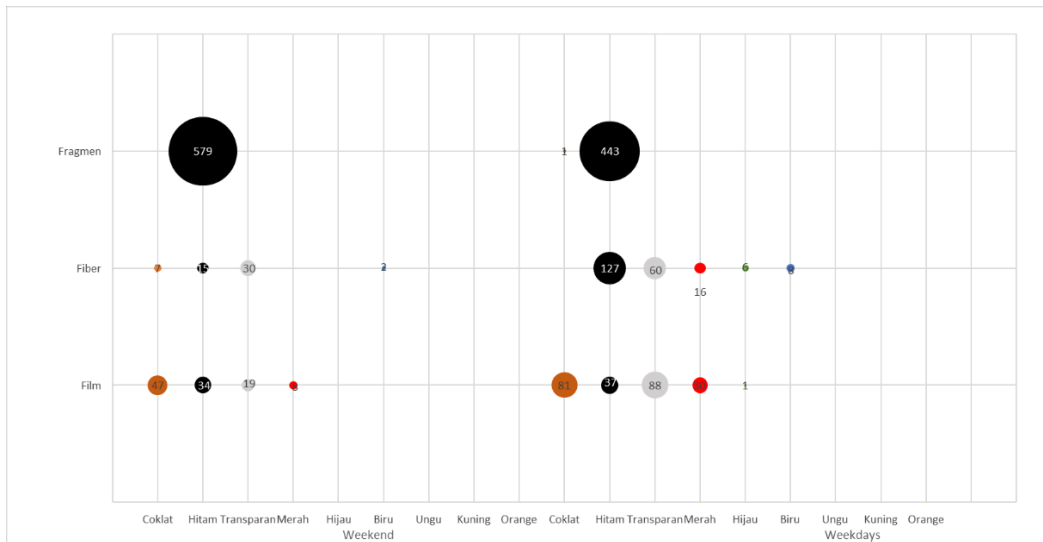
Gambar 4. 14 Warna Mikroplastik Giwangan  $PM_{2,5}$

Untuk parameter ini, ditemukan mikroplastik paling banyak warna transparan jenis *film* saat *weekdays* sebesar 322 partikel dan warna setelah transparan yaitu warna hitam *fragment* saat *weekend* sebesar 216 partikel. Berikutnya pada gambar 4.14 Total warna mikroplastik di Terminal Giwangan parameter PM<sub>10</sub> :



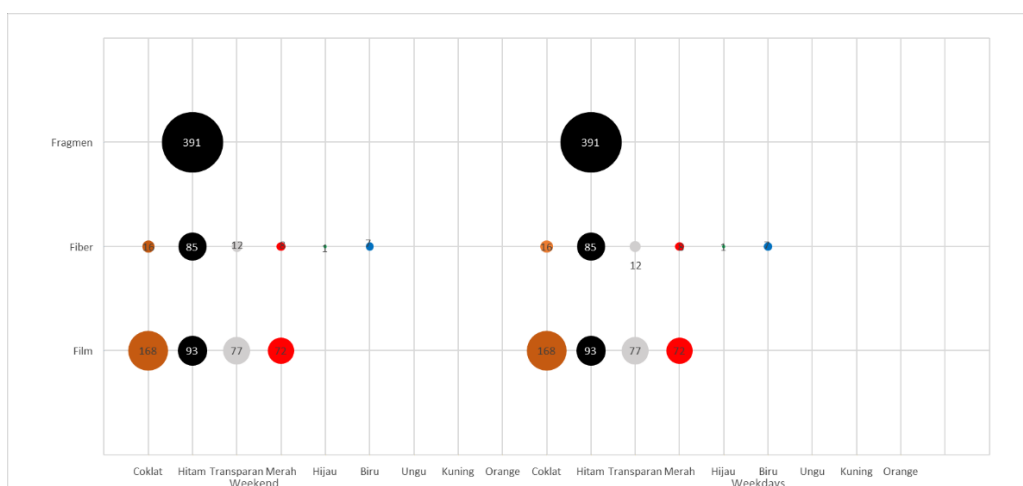
Gambar 4. 15 Warna Mikroplastik Giwangan PM<sub>10</sub>

Pada parameter terakhir di Terminal Giwangan, yaitu PM<sub>10</sub>, warna mikroplastik yang paling umum terdeteksi adalah hitam dengan jumlah sebanyak 267 partikel, yang sebagian besar berjenis *fragment*, terjadi *weekdays*. Sedangkan warna berikutnya, yaitu warna coklat dengan jenis *film* sebanyak 211 partikel. Selanjutnya untuk jumlah warna mikroplastik di lokasi kedua yaitu Terminal Jombor sebagai berikut :



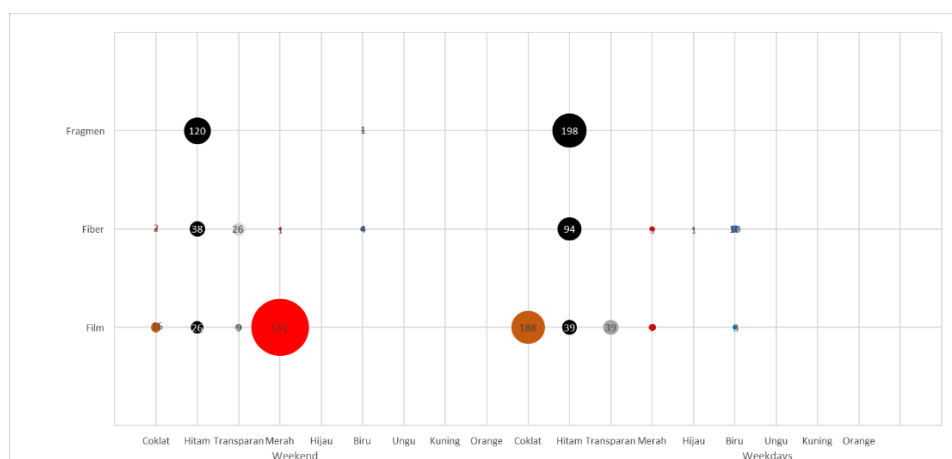
Gambar 4. 16 Warna Mikroplastik Jombor TSP

Pada lokasi kedua, yaitu Terminal Jombor dengan parameter TSP, hasilnya serupa dengan lokasi pertama, di mana ditemukan mikroplastik dengan warna hitam *fragment* sebanyak 579 partikel pada *weekend*, dan warna yang cukup banyak setelah hitam adalah coklat jenis *film* sebanyak 81 partikel pada *weekdays*. Selanjutnya, grafik menunjukkan total warna mikroplastik di Terminal Jombor dengan parameter PM<sub>2,5</sub> seperti berikut :



Gambar 4. 17 Warna Mikroplastik Jombor PM<sub>2,5</sub>

Dalam parameter ini, mikroplastik yang paling banyak ditemukan masih memiliki warna hitam dengan jenis *fragment* sebanyak 391 partikel, dan warna yang berada di urutan setelah hitam adalah warna coklat jenis *film* sebanyak 168 partikel. Selanjutnya, pada gambar 4.17 ditunjukkan total warna mikroplastik di Terminal Jombor dengan parameter PM<sub>10</sub> :



Gambar 4. 18 Warna Mikroplastik Jombor PM<sub>10</sub>

Untuk parameter terakhir di Terminal Giwangan yaitu PM<sub>10</sub> warna mikroplastik yang paling banyak ditemukan warna merah berjumlah 551 partikel dengan jenis *film* saat *weekend* dan untuk warna berikutnya yaitu warna hitam dengan jenis *fragment* sebanyak 198 partikel.

Faktor-faktor tertentu menyebabkan variasi warna pada mikroplastik. Secara umum, warna yang lebih gelap pada mikroplastik menunjukkan bahwa mikroplastik tersebut belum mengalami perubahan warna. Warna-warna seperti hitam, kuning, merah, biru, hijau, oranye, dan warna lainnya masuk dalam kategori warna yang lebih pekat. Perubahan warna pada mikroplastik sering terjadi akibat degradasi, yang dapat dipengaruhi oleh suhu yang rendah dan paparan sinar ultraviolet (UV). Mikroplastik dengan warna yang lebih pekat biasanya terbuat dari *polimer polyethylene* (PE), yang merupakan bahan utama dalam pembuatan plastik dan tas (Kershaw, 2015). Di sisi lain, untuk jenis mikroplastik *film*, *fiber*, dan *foam*, warnanya cenderung transparan, yang



menunjukkan bahwa mikroplastik tersebut telah mengalami perubahan warna atau berasal dari warna asli (Mahadika, 2017).

Tabel 4. 7 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Lokasi	Jenis	Kelimpahan	Referensi
Surabaya	<i>Fiber dan Fragment</i>	174 partikel/m <sup>3</sup>	Syafei et al (2019)
Bushehr	<i>Fragment, film, dan fiber</i>	5,2 partikel/m <sup>3</sup>	Akhbarizadeh et al (2021)
Yogyakarta	<i>Film, fragment, dan fiber</i>	1,46 partikel/m <sup>3</sup>	-

Pada penelitian yang dilakuakn oleh Syafei et al (2019) keberadaan mikroplastik yang ada di Kota Surabaya menunjukan hasil jenis yang paling dominan adalah *fiber* dan *fragment* dengan kelimpahan mencapai 174 partikel/m<sup>3</sup>. Kemudian dalam penelitian yang dilakukan oleh Akhbarizadeh et al (2021) di Kota Bushehr, Iran ditemukan keberadaan mikroplastik dengan jenis *fragment, film, dan fiber* dengan kelimpahan yang paling tinggi 5,2 partikel/m<sup>3</sup>.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai “Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Udara Melalui Parameter *Total Suspended Particulate* (TSP) dan *Particulate Matter* (PM<sub>2,5</sub> dan PM<sub>10</sub>) di Kawasan Terminal Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY)” dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil penelitian yang dilakukan nilai konsentrasi parameter TSP, PM<sub>2,5</sub>, dan PM<sub>10</sub> tidak ada yang melebihi baku mutu sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dengan nilai tertinggi TSP 68,36 µg/Nm<sup>3</sup> di Terminal Jombor *Weekdays*, nilai tertinggi PM<sub>2,5</sub> 32,48 µg/Nm<sup>3</sup> di Terminal Jombor *Weekdays*, dan nilai tertinggi PM<sub>10</sub> 29,55 µg/Nm<sup>3</sup> di Terminal Giwangan *Weekdays*.
2. Pengamatan yang telah dilakukan untuk mengetahui keberadaan mikroplastik yang ada di kawasan Terminal Giwangan dan Terminal Jombor menunjukkan hasil yang paling besar adalah di Terminal Jombor saat *weekdays* yaitu 2414 partikel dan hasil paling sedikit di Terminal Giwangan pada saat *weekend* total jumlah mikroplastik yaitu 1278 partikel.
3. Dalam pengamatan menggunakan mikroskop, diperoleh hasil berdasarkan jumlah, jenis, dan warna mikroplastik. Teridentifikasi tiga jenis mikroplastik, yaitu *fragment*, *fiber*, dan *film*. Jenis mikroplastik yang paling dominan adalah *film* dengan persentase 43%, diikuti oleh *fragment* dengan 39%, dan yang paling sedikit adalah *fiber* dengan 18%. Berknaan dengan warna, ditemukan sembilan warna yang berbeda, termasuk hitam, transparan, coklat, merah, hijau, biru, orange, kuning, dan ungu. Warna yang paling mendominasi adalah hitam, sedangkan warna yang paling sedikit adalah ungu.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ada beberapa saran untuk pengamatan mikroplastik pada udara di kawasan terminal, antara lain :

1. Perlu adanya pengamatan menggunakan FTIR dan SEM untuk lebih detail dalam identifikasi jenis mikroplastik untuk mengetahui ukuran dan gugus fungsi dari mikroplastik di kawasan Terminal Giwangan dan Terminal Jombor.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait kandungan mikroplastik di udara, khususnya di Indonesia dikarenakan masih sangat jarang penelitian yang membahas mikroplastik di udara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. and Sunardi, S. (2010). *Yogyakarta Air Borne Quality Based on the Lead Particulate Concentration*, *Indonesian Journal of Chemistry*, 9(3), pp. 425–431. doi: 10.22146/ijc.21510.
- Agullo, A, T., and Karanasiou, A. (2021). *Overview on the occurrence of microplastics in air and implications from the use of face masks during the COVID-19 pandemic. Science of The Total Environment*. Volume 800
- Ahmad, A. A., Khoiron, & Ellyke. (2014). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Dengan Risk Agent Total Suspended Particulate di Kawasan Industri Kota Probolinggo (*Environmental Health Risk Assessment With Risk Agent Total Suspended Particulate In Industrial Area Probolinggo*). *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*, 2(2), 346–352. <https://jurnal.unej.ac.id>
- Akhbarizadeh, R., Dobaradaran, S., Torkmahalleh, M, A., Saeedi, R., Aibaghi, R., Ghasemi, F, F. (2021). *Suspended fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>), microplastics (MPs), and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in air: Their possible relationships and health implications. Environmental Research* 192 (2021) 110339.
- Allen, S., Allen, D., Phoenix, V. R., Le Roux, G., Durántez Jiménez, P., Simonneau, A., & Turner, A. (2019). *Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment. Nature Geoscience*, 12(5), 339-344.

- Arthur, C., Baker, J. and Bamford, H. 2009. *Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris. Group, (January)*, 530.
- Asrin, N. R. N., & Dipareza, A. (2019). *Microplastics in ambient air (case study: Urip Sumoharjo street and Mayjend Sungkono street of Surabaya City, Indonesia)*. *IAETSD J. Adv. Res. Appl. Sci*, 6, 54-57.
- Auta, H. S., Emenike, C. U., & Fauziah, S. H. (2017). *Distribution and importance of microplastics in the marine environment: a review of the sources, fate, effects, and potential solutions*. *Environment international*, 102, 165-176.
- Ayuningtyas, W. C., Yona, D., Julinda, S. H., & Iranawati, F. (2019). *Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur*. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(1), 41-45.
- Bank, M. S., & Hansson, S. V. (2019). *The plastic cycle: a novel and holistic paradigm for the Anthropocene*.
- Banks, J. H., Ma, L., & Vanderbei, R. J. (2019). *Introduction to Transportation Engineering*. CRC Press.
- Budhianto, Aris. (2014). *Terminal Bus Induk Tipe A di Kabupaten Klaten*.
- Caesar, July Fiani Putri. 2017. "Identifikasi Keberadaan dan Jenis Mikroplastik pada Bandeng (Chanos Chanos, Forskal) di Tambak Lorok, Semarang." *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.

- Cahyono, W. E. (2016). 'Penyebaran Pencemar Udara Di Kota Yogyakarta', Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek, 2016, pp. 369–375. Available at: <http://mirador.gsfc.nasa.gov/>.
- Cholianawati, N. (2019). Partikulat Halus (PM<sub>2,5</sub>) dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Manusia. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. Universitas Indonesia.
- Coyle, J.J., Langley Jr, Novack, R.A., Gibson, B.J. (2017). *Supply Chain Management – A Logistics Perspective 10e Edition*, Boston: Cengage Learning.
- Cunningham, F., Achuthan, P., Akanni, W., Allen, J., Amode, M. R., Armean, I. M., ... & Flicek, P. (2019). Ensembl 2019. *Nucleic acids research*, 47(D1), D745-D751.
- Ding, L., Mao R.F., Guo, X., Yang, X., Zhang, Q., & Yang, C.(2019). *Microplastics in surface waters and sediments of the Wei River, in the northwest of China. Science of the Total Environment*. 667,427-434. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.332>
- Fathullah, M. Z., Minanurrohman. M. R., & Mahmudah. R. (2021). Identikasi Mikroplastik di Udara: Upaya Penanggulangan. *Environmental Pollution Journal*. ISSN (Online): 2776-529.
- Fauziah, D. A., Rahardjo, M., & Dewanti. N, A, Y. (2017). Analisis Tingkat Pencemar Udara di Terminal Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 5, no. 5, pp. 561 – 570.
- Frias, J., Nash, R., Pagter, E., & O'Connor, I. (2018). *Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. Microplastics Analyses in Europe Waters*.

- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). *Production, use, and fate of all plastics ever made*. *Science advances*, 3(7), e1700782.
- Hantoro, I., Löhr, A. J., Van Belleghem, F. G. A. J., Widianarko, B., & Ragas, A. M. J. (2019). *Microplastics in coastal areas and seafood: implications for food safety*. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 36(5), 674–711.
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. (2019). *Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur . Condition of microplastic garbage in sea surface water at around Kupang and Rote , East Nusa Tenggara Province*. 5, 165–171.
- Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E. and Svendsen, C. 2017. *Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities'*, *Science of the Total Environment*, 586, 127–141. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.190
- Kershaw, P., 2015. *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment*. *International Maritime Organization*.
- Ling, D., Mao, R. Fan., Guo, X., Yang, X., Zhang, Q., Yang, C. 2019. *Microplastics in Surface Waters and Sediments of the Wei River, in the Northwest of China*. *Science of the Total Environment* 667:427-434.
- Lusher, A., Hollman, P., & Mandoza Hill, J. . J. (2017). *Microplastics in fisheries and aquaculture*. In *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*.

- Mariska, S., Hsieh, L. H. C., & Jiang, J. J. (2019, December). Pendekatan Teoritis terhadap Alat-alat Inovatif Penangkap Mikroplastik di Lingkungan Perairan. *In Seminar MASTER PPNS* (Vol. 4, No. 1, pp. 195-198).
- Novack, R. A., Gibson, B., & Bardi, E. J. (2017). *Transportation: A Global Supply Chain Perspective*. Cengage Learning.
- Pagter, E. (2018). Microplastics in Galway Bay : *A Compariosn of Sampling And Separation Methods*. *Marine Pollution Bulletin*. Volume 135, Pages 932-940.
- Prilila, F. G., Wardhana, I, W., & Sutrisno, E. (2016). Estimasi Sebaran dan Analisis Risiko TSP dan PB di Terminal Bis Terhadap Kesehatan Pengguna Terminal (Studi Kasus: Terminal Mangkang dan Penggaron, Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 5, No. 4.
- Prata, J. C. 2018. Airborne microplastics: *Consequences to human health*. *Environmental Pollution*, 234(November 2017), 115–126. doi: 10.1016/j.envpol.2017.11.043.
- Putra, Prawira Adi. 2011. Tingkat Pencemaran Udara Kawasan Sekolah Berdasarkan Parameter Total Suspended Particulate (TSP) dan Kebisingan Akibat Kendaraan yang Melintas (Studi Kasus: SMP 29, SMP11 dan SMP 19 Jakarta Selatan).Fakultas Teknik. Depok: Universitas Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Lampiran V.
- Oktaviani, E. (2018). Paparan Particulate Matter (PM10) dan Total Suspended Particulate (TSP) di Trotoar Beberapa Jalan Kota



Surabaya. *Undergraduate thesis*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Sembiring, E. and Fareza, A. A. 2020. *The presence of microplastics in water, sediment, and milkfish (Chanos chanos) at the downstream area of Citarum River, Indonesia*. 1950.

SNI 19-7119.6-2005 Tentang Penentuan Lokasi Pengambilan Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien

SNI 7119.15:2016 Tentang Cara Uji Partikel dengan Ukuran  $\leq 10 \mu\text{m}$  (PM10) Menggunakan Peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan Metode Gravimetri, (2016).

SNI 7119.4:2016 Tentang Cara Uji Partikel dengan Ukuran  $\leq 2,5 \mu\text{m}$  (PM2,5) Menggunakan Peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan Metode Gravimetri, (2016).

SNI 7119-3:2017 Tentang Cara Uji Partikel Tersuspensi Total menggunakan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan Metode Gravimetri, (2017).

Syafei, A. D., Nurasrin, N. R., Assomadi, A. F. and Boedisantoso, R. 2019. *Microplastic pollution in the ambient air of Surabaya, Indonesia*. *Current World Environment*, 14(2), 290–298.

Tiara, V. L., Sutrisno, E., & Huboyo, H. S. (2016). Kajian Beban Emisi Pencemaran Udara (TSP, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, HC, CO) dan Gas Rumah Kaca (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) Sektor Transportasi Darat Kota Yogyakarta dengan Metode Tier 1 dan Tier 2. *Teknik Lingkungan* No. 1, 5

Thompson, R. C., Olson, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., McGonigle, D. And Russell, A. E. 2004. *Lost at sea: Where is all the plastic?*, *Science*, 304(5672), 838. doi: 10.1126/science.1094559.

Wright, S. L., Ulke, J., Font, A., Chan, K. L. A., & Kelly, F. J. (2020). *Atmospheric microplastic deposition in an urban environment and an evaluation of transport. Environment international, 136*, 105411.

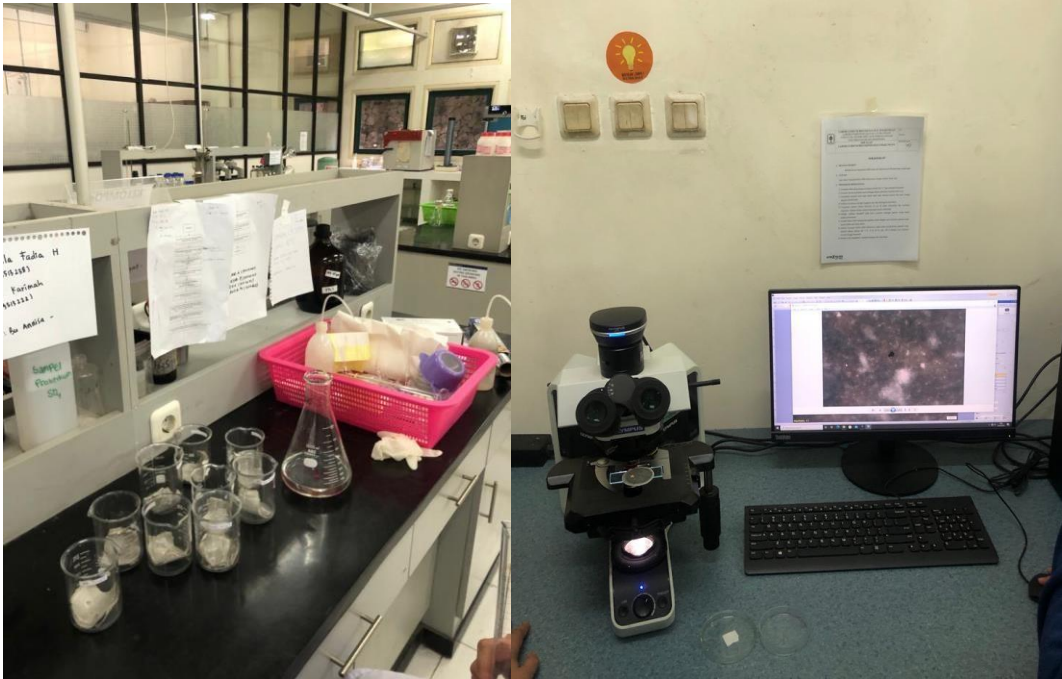
Zhu, X., Huang, W., Fang, M., Liao, Z., Wang, Y., Xu, L., Mu, Q., Shi, C., Lu, C., Deng, H., Dahlgren, R., Shang, X. (2021). *Airborne Microplastic Concentrations in Five Megacities of Northern and Southeast China. Environ. Sci. Technol.* 2021, 55, 12871–12881.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1 Pengambilan Sampel



## Lampiran 2 Analisis Sampel



## RIWAYAT HIDUP



Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara antara pasangan Bapak Sahadi dan Ibu Demi Kristianti yang lahir di Tegal pada tanggal 27 Mei 2001. Penulis memulai Pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 7 Tegal pada tahun 2013-2016, selanjutnya melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Al-Irsyad Kota Tegal pada tahun 2016-2019 dan saat ini terdaftar sebagai mahasiswa aktif di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Selama berkuliah, penulis aktif mengikuti beberapa kegiatan seperti kepanitiaan, organisasi, dan pengalaman bekerja. Kepanitiaan yang diikuti selama penulis berkuliah yaitu Ta'aruf Daring Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan 2020 sebagai Organizing Committee Wali Jamaah dan Lintas Lingkungan 2021 sebagai Organizing Committee Wali Jamaah. Untuk kegiatan berorganisasi, penulis aktif dalam tim kerja Pengabdian Masyarakat Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) periode 2020/2021 sebagai kepala Bidang Sosial Dusun Binaan HMTL UII. Penulis juga mendapatkan pengalaman kerja praktik di salah satu perusahaan tambang batubara milik negara di Indonesia.