

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KANDUNGAN MIKROPLASTIK DI UDARA PADA *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* (TSP) DI AKSES MASUK PERKOTAAN  
YOGYAKARTA**

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



**MUHAMMAD ARYA NURRACHMAN**

**19513223**

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

**2023**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KANDUNGAN MIKROPLASTIK DI UDARA PADA *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* (TSP) DI AKSES MASUK PERKOTAAN YOGYAKARTA**

**“Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan”**



Disusun Oleh:

**MUHAMMAD ARYA NURRACHMAN**

19513223

Disetujui:

Pembimbing 1

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

NIK. 155131304

Tanggal: 4 Desember 2023

Pembimbing 2

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

NIK. 155131313

Tanggal: 11/12/23

Mengetahui,

**Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII:**



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

NIK. 045130401

Tanggal: 12/12 2023

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KANDUNGAN MIKROPLASTIK DI UDARA PADA  
TOTAL SUSPENDED PARTICULATE (TSP) DI AKSES MASUK  
PERKOTAAN YOGYAKARTA**

**Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji**

**Hari : Senin**

**Tanggal : 6 November 2023**

**Disusun Oleh:**

**MUHAMMAD ARYA NURRACHMAN**

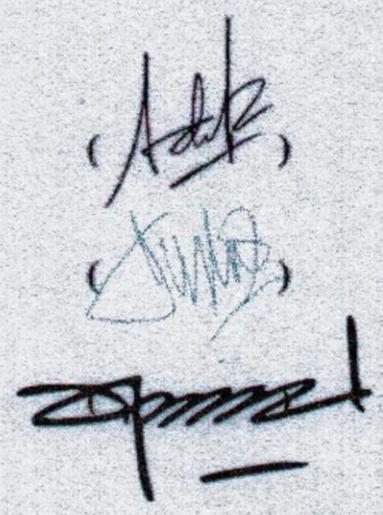
**19513223**

**Tim Penguji :**

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

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

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



## LEMBAR 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, 6 November 2023

Yang membuat pernyataan,



**Muhammad Arya Nurrachman**

NIM : 19513223

## PRAKATA

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT. Atas segala nikmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dilaksanakan dari bulan Agustus 2023 hingga Oktober 2023 yang berjudul “Analisis Kandungan Mikroplastik di Udara Parameter *Total Suspended Particulate* (TSP) di Akses Masuk Perkotaan Yogyakarta”.

Dalam mengerjakan tugas akhir ini banyak melibatkan pihak-pihak dalam mendukung proses penelitian ini. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan apresiasi kepada semua pihak baik berupa dukungan, bantuan, bimbingan dan nasehat. Untuk itu penulis ucapan terima kasih dan apresiasi ini disampaikan kepada:

1. Allah SWT atas rahmat, karunia dan hadiah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis yang selalu tidak lupa memberikan dukungan, semangat, dan doa.
3. Dosen pembimbing Tugas Akhir Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. dan Ibu Dr. Suphia Rahmawati, ST, MT. serta dosen penguji Bapak Luqman Hakim, S.T., M.Si. atas segala waktu dan kesempatan yang diberikan serta saran dan masukan kepada penulis.
4. Staff Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan yang selalu memberikan bantuan, arahan, dan bimbingan selama penulis menggunakan laboratorium.
5. Teman-teman Ara, Arul, Ophelia, dan Raihan yang memberikan masukan-masukan dan informasi terkait penelitian ini.
6. Saudara penulis mbak Arni Devi Fitriani dan pakde Parno yang menemani dan mendampingi pada saat pengambilan contoh uji.
7. Pihak Dinas Perhubungan BPTD Wilayah Yogyakarta dan Jawa Tengah atas izin penggunaan *traffic light* di jalan arteri sebagai lokasi pengambilan contoh uji.

8. Pihak DKM Masjid Miniatur Baiturrahman Aceh, Angkringan Mas Adit, dan Pos Polantas Polres Kabupaten Sleman atas ketersediannya menggunakan tempat beristirahat dan pemakaian sumber listrik.

Penulis dalam mengerjak

an penelitian ini terdapat kekurangan di dalam laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Wasalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 6 November 2023



Muhammad Arya Nurrachman

## ABSTRAK

MUHAMMAD ARYA NURRACHMAN. Analisis Kandungan Mikroplastik di Udara Parameter Total Suspended Particulate (TSP) di Akses Masuk Perkotaan Yogyakarta. Dibimbing oleh Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. dan Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Pada akses masuk Kota Yogyakarta di jam-jam sibuk seperti berangkat dan pulang kerja kondisi lalu lintas sangat padat ditambah dengan angkutan barang antar provinsi. Aktivitas lalu lintas menjadi sumber utama terbentuknya TSP di udara, khususnya pada daerah perkotaan yang memiliki volume kendaraan yang besar. Aktivitas membakar sampah itu diduga turut menyebabkan memburuknya kualitas udara ambien di Perkotaan Yogyakarta. Hal ini yang mengakibatkan terbentuknya mikroplastik di udara dalam bentuk serat yang mengandung fragmen polimer plastik. Pada aktivitas transportasi, kendaraan yang melaju di jalan raya menyebabkan ban menjadi aus akibat gesekan, tekanan dan panas. Diperlukan penelitian Menganalisis konsentrasi TSP dan kelimpahan dan karakteristik mikroplastik di pada jalan akses masuk perkotaan Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan HVAS dengan metode gravimetri selama 24 jam. Konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) di titik pengambilan sampel area Madukismo, Demak Ijo, Bandara Adisutjipto, dan Deggung secara berturut-turut adalah 136,9  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , 106,3  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , 129,5  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , dan 129,1  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Kelimpahan di titik pengambilan sampel area Madukismo, Demak Ijo, Bandara Adisutjipto, dan Deggung secara berturut-turut adalah 0,92 partikel/ $\text{Nm}^3$ , 1,11 partikel/ $\text{Nm}^3$ , 1,07 partikel/ $\text{Nm}^3$ , dan 0,85 partikel/ $\text{Nm}^3$ . Jenis partikel mikroplastik terbanyak yaitu jenis fragmen karena gesekan antara ban dan jalan sebagai salah satu sumber mikroplastik yang dilepaskan ke lingkungan. Berdasarkan warna partikel yang terbanyak diamati menggunakan mikroskop yaitu warna hitam karena gesekan ban terhadap jalan dan pembakaran sampah oleh warga sekitar.

Kata kunci : Akses Masuk Yogyakarta, Mikroplastik, dan TSP

## ABSTRACT

MUHAMMAD ARYA NURRACHMAN. Analysis of Microplastic Content in the Air Parameters of Total Suspended Particulate (TSP) at Yogyakarta Urban Entrance Access. Supervised by Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. and Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T..

During rush hours, especially when people are going to and from work in Yogyakarta City, traffic conditions are very congested. Traffic activity is the main source of Total Suspended Particulate (TSP) formation in the air, particularly in urban areas with high vehicle volumes. The activity of burning rubbish is also believed to contribute to the deterioration of ambient air quality in urban Yogyakarta. This results in the formation of microplastics in the air, in the form of fibers containing plastic polymer fragments. During transportation activities, friction, pressure and heat cause tires to wear out, leading to the shedding of microplastics on the highways. Research is needed to analyze TSP concentrations and the abundance and characteristics of microplastics on Yogyakarta urban access roads. This research uses HVAS with the gravimetric method for 24 hours. The concentration of TSP at the sampling points in the Madukismo, Demak Ijo, Adisutjipto Airport, and Denggung areas respectively was 136.9  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , 106.3  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , 129.5  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , and 129.1  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . The abundance at the sampling points in the Madukismo, Demak Ijo, Adisutjipto Airport, and Denggung areas was 0.92 particles/ $\text{Nm}^3$ , 1.11 particles/ $\text{Nm}^3$ , 1.07 particles/ $\text{Nm}^3$ , and 0.85 particles/ $\text{Nm}^3$ , respectively. The most common types of microplastic particles are fragments caused by friction between tires and the road, which is one source of microplastics released into the environment. Based on the color of the particles observed using a microscope, they are black due to tires rubbing against the road and burning of rubbish by local residents.

*Keywords: Access to Yogyakarta, Microplastics, and TSP*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Jalan Akses Masuk Perkotaan Yogyakarta.....	4
2.2 Sumber Pencemar Udara .....	5
2.3 Mikroplastik di Udara.....	7
2.4 High Volume Air Sampler (HVAS) .....	8
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
3.1 Waktu dan Lokasi.....	10
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	12
3.3 Pengumpulan Data.....	13
3.3.1 Pengambilan Sampel Udara Ambien.....	13
3.3.2 Pengujian Konsentrasi TSP .....	14
3.3.3 Perhitungan Kelimpahan Mikroplastik.....	15
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>19</b>
4.1 Deskripsi Wilayah Penelitian .....	19
4.2 Perhitungan Konsentrasi TSP.....	23
4.3 Perhitungan Kelimpahan Mikroplastik.....	25

4.4	Identifikasi Mikroplastik .....	27
4.4.1	Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis .....	27
4.4.2	Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Warna .....	29
4.5	Pembahasan .....	31
4.5.1	Sumber Mikroplastik (MPs).....	31
4.5.1	Pengendalian .....	31
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>32</b>
5.1	Kesimpulan.....	32
5.2	Saran .....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>33</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>36</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>		<b>50</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Pengambilan Sampel.....	14
Tabel 3.2 Alat dan Bahan Penelitian Sampel.....	15
Tabel 4.1 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel.....	19
Tabel 4.2 Jumlah Kendaraan dari Beberapa Titik Lokasi.....	23
Tabel 4. 3 Hasil Penimbangan Sampel dari Beberapa Titik Lokasi .....	23
Tabel 4. 4 Hasil Penimbangan Sampel Titik Lokasi.....	24
Tabel 4. 5 Hasil Konsentrasi TSP di Akses Masuk Perkotaan Yogyakarta.....	25
Tabel 4. 6 Jumlah Kelimpahan Mikroplastik.....	25
Tabel 4. 7 Jenis Mikroplastik Pada Sampel .....	28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Alat HVAS .....	9
Gambar 3.1 Lokasi Titik Pengambilan Sampel .....	11
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	12
Gambar 3.3 Pengujian Konsentrasi TSP .....	13
Gambar 3.4 Tahapan Pengujian MPs .....	17
Gambar 4.1 Persebaran Kelimpahan Mikroplastik dan Konsentrasi TSP .....	26
Gambar 4.2 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jenis .....	29
Gambar 4. 3 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna.....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Data Meteorologis Lokasi Pengambilan Sampel .....	36
Lampiran 2 Perhitungan Konsentrasi TSP .....	40
Lampiran 3 Jumlah Mikroplastik di Lokasi Pengambilan Sampel .....	43
Lampiran 4 Dokumentasi Pada Saat Pengambilan Sampel .....	44
Lampiran 5 Gambar Alat dan Bahan Penelitian .....	48

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kota Yogyakarta merupakan salah satu kota dengan aktivitas manusia yang cukup padat. Tingginya laju pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat berdampak pada peningkatan jumlah transportasi sebagai sarana aktivitas dalam pemenuhan kebutuhan hidupnya sehingga terjadi mobilisasi masyarakat yang cukup besar. Yogyakarta sebagai daerah perkotaan memiliki infrastruktur yang baik dan tempat pusat perbelanjaan seperti mal dan pasar tradisional. Pada akses masuk Kota Yogyakarta di jam-jam sibuk seperti berangkat dan pulang kantor kondisi lalu lintas sangat padat ditambah dengan angkutan barang antar provinsi. Oleh sebab itu kualitas udara ambien di Kota Yogyakarta selama ini ditentukan dari jumlah kendaraan. Tingkat polusi udara di DIY terpantau meningkat pada akhir Juli 2023 atau setelah TPA Regional Piyungan tak beroperasi optimal (Firdaus dan Rukmorini, 2023). Aktivitas membakar sampah diduga turut menyebabkan memburuknya kualitas udara di Kota Yogyakarta. Hal ini menyebabkan daerah perkotaan memiliki konsentrasi TSP (*Total Suspended Particulate*) lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan.

TSP adalah partikulat udara berukuran kecil seperti debu, asap dengan diameter kurang dari 100  $\mu\text{m}$ . TSP merupakan indikator pertama yang digunakan untuk mewakili partikulat tersuspensi udara ambien. TSP dapat memberikan efek terhadap kesehatan manusia karena dapat menjangkau saluran pernapasan manusia hingga bagian kerongkongan (Alias, dkk., 2007). Oleh karena itu, aktivitas lalu lintas menjadi sumber utama terbentuknya TSP di udara, khususnya pada daerah perkotaan yang memiliki volume kendaraan yang besar. Debu yang masuk ke dalam saluran pernapasan, menimbulkan reaksi mekanisme pertahanan non spesifik berupa batuk hingga bersin.

Dampak TSP yang didalamnya terdapat mikroplastik memberikan dampak ganda bagi saluran pernafasan manusia baik dari dampak TSP maupun dari mikroplastik. Keberadaan mikroplastik di udara, mikroplastik merupakan plastik

yang memiliki ukuran  $< 5$  mm. Mikroplastik terbentuk dari hasil degradasi oleh proses fisik, kimiawi, maupun biologis (Hidalgo-Ruz, dkk., 2012). Pada aktivitas transportasi, kendaraan yang melaju di jalan raya menyebabkan ban menjadi aus akibat gesekan, tekanan dan panas menghasilkan partikel mikroplastik ke lingkungan. Pembakaran sampah yang dibiarkan begitu saja mengakibatkan partikel mikroplastik tertiuap angin. Hal ini yang mengakibatkan terbentuknya mikroplastik di udara dalam bentuk serat yang mengandung fragmen polimer plastik. Mikroplastik sangat berbahaya bagi pejalan kaki dan pengguna jalan (Syafei, dkk., 2019).

Karena pentingnya pengetahuan tentang kelimpahan mikroplastik dan partikulat debu di akses masuk perkotaan Yogyakarta. Maka diperlukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi TSP serta kelimpahan dan karakteristik mikroplastik di akses masuk perkotaan. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan pengendalian dampak paparan mikroplastik dari partikulat debu yang berasal dari aktivitas pegawai perkantoran di jalan raya terutama di akses masuk kota Yogyakarta.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapakah konsentrasi TSP di jalan akses masuk perkotaan Yogyakarta?
2. Berapakah kelimpahan dan karakteristik mikroplastik yang terdapat dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) pada jalan akses masuk perkotaan Yogyakarta?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis konsentrasi TSP di pada jalan akses masuk perkotaan Yogyakarta.
2. Menganalisis kelimpahan dan karakteristik mikroplastik yang terdapat dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) pada jalan akses masuk perkotaan Yogyakarta.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Sebagai sumber informasi untuk masyarakat tentang kualitas udara di lokasi pengambilan sampel serta kelimpahan dan karakteristik mikroplastik didalamnya
2. Sebagai upaya pemerintah meminimalisasi dampak dari aktivitas transportasi yang padat mengenai keberadaan mikroplastik
3. Sebagai referensi dari hasil penelitian untuk mengembangkan ilmu pengetahuan tentang mikroplastik di masa mendatang.

#### **1.4 Ruang Lingkup**

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini :

1. Lokasi pengambilan sampel berada di jalan akses masuk perkotaan Yogyakarta terdapat 4 lokasi *traffic light* yaitu Demak Ijo, Madukismo, pintu masuk Bandara Adisutjipto, dan Deggung
2. Baku mutu untuk parameter TSP berdasarkan PP no 22 tahun 2021
3. Pengukuran lapangan dilaksanakan dengan mengacu pada pedoman :
  - a. SNI 19-7119.6:2005 tentang Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien; dan
  - b. SNI 19-7119.9:2005 tentang Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Kualitas Udara Roadside.
4. Pengambilan sampel menggunakan *High Volume Air Sampler* (HVAS). Penggunaan HVAS mengacu pada SNI 7119-3 : 2017

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Jalan Akses Masuk Perkotaan Yogyakarta**

Jalan memiliki peranan penting dalam bidang ekonomi, budaya, sosial dan lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah. Jalan merupakan prasarana transportasi yang mencakup seluruh bagian jalan. Perencanaan jalan yang baik dapat memberikan pelayanan yang optimal sesuai dengan fungsinya, sehingga diperlukannya perencanaan geometrik. Jalan memiliki beberapa klasifikasi yaitu jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan setapak. Akses jalan perkotaan Yogyakarta pada lokasi pengambilan sampel yaitu jalan arteri yang menghubungkan antar provinsi dan kabupaten/kota. Menurut Gultom, (2016) jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan umum dengan ciri-ciri kecepatan rata-rata tinggi, jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna, dan perjalanan jarak jauh. Jalan arteri memiliki 2 (dua) klasifikasi diantaranya: jalan arteri primer dan jalan arteri sekunder. Jalan arteri primer menghubungkan antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Sedangkan jalan arteri sekunder adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi seefisien dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota (Adi Nurjaya., · 2019).

Meningkatnya jumlah penduduk di daerah perkotaan sehingga di perkotaan harga lahan semakin mahal. Sehingga penduduk perkotaan berpindah ke kawasan pinggiran kota (*urban fringe area*) membuat peningkatan pergerakan kendaraan ke pusat kota (Siswanto, 2012). Akses masuk perkotaan pada jalan arteri merupakan jalan menuju wilayah perkotaan dari kawasan pinggiran kota secara langsung. Segmen jalan kota adalah jalan yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimum pada satu sisi jalan, apakah berupa perkembangan lahan atau bukan (Sumadi, 2006).

Jalan arteri dikelola oleh Balai Pengelolaan Transportasi Darat (BPTD) yang dibawah langsung oleh kementerian perhubungan. Pada lokasi pengambilan sampel ini berada di Jl. Ringroad Selatan, Jl. Ringroad Barat, Jl. Raya Yogya-Solo, dan Jl. Raya Magelang yang merupakan wewenang dari BPTD wilayah X provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Jalan arteri ini banyak dilalui oleh kendaraan berat dan kendaraan yang menempuh jarak jauh.

Timbulan sampah meningkat pesat di tepian jalan akses masuk perkotaan Yogyakarta yang disebabkan dari TPA Piyungan mengalami overload atau kelebihan kapasitas menampung sampah masyarakat Daerah Istimewa Yogyakarta. Terdapat keputusan Bupati Bantul Nomor 333 Tahun 2023 tentang Status Darurat Pengelolaan Sampah. Pemerintah Kabupaten Sleman mengeluarkan surat edaran Bupati Sleman Nomor 035 tahun 2023 tentang Penutupan Pelayanan TPA Regional Piyungan yang mengajak masyarakat melakukan pemilahan dari rumah. Pemerintah Sleman juga mengoperasikan Tempat Penampungan Sampah Sementara (TPSS) lokasinya di Tamanmartani direncanakan menampung 50 ton sampah per hari. Walaupun Pemda setempat sudah melakukan upaya untuk permasalahan ini tetap saja banyak warga yang membuang sampah dan membakar sampah sembarangan. Aktivitas membakar sampah itu diduga turut menyebabkan memburuknya kualitas udara di DIY. Berdasarkan data Nafas, perusahaan pemantau kualitas udara berbasis teknologi, tingkat polusi udara di DIY terpantau meningkat pada akhir Juli 2023 atau setelah TPA Regional Piyungan tak beroperasi optimal (Firdaus dan Rukmorini, 2023).

## **2.2 Sumber Pencemar Udara**

Pencemar udara dibedakan menjadi dua jenis yaitu sumber pencemar udara sekunder dan sumber pencemar udara primer. Polutan primer yaitu polutan yang mencakup 90% dari jumlah polutan udara seluruhnya, dapat dibedakan menjadi lima kelompok yaitu karbon monoksida, nitrogen oksida, hidrokarbon, sulfur dioksida, dan partikulat. Sumber pencemar sekunder ialah pencemar yang terbentuk di atmosfer rendah dengan reaksi kimia antara polutan primer misalnya ozon ( $O_3$ ). Sumber pencemar dapat dibedakan pencemaran udara primer polutan dilepaskan

langsung ke atmosfer, sedangkan pencemaran udara sekunder melibatkan reaksi antara polutan primer di atmosfer untuk membentuk senyawa baru.

Polutan udara ambien yang berpotensi tinggi menyebabkan gangguan pernapasan dan pendengaran pada manusia antara lain NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, dan kebisingan. Dampak yang ditimbulkan dari paparan polutan tersebut berupa iritasi pada saluran pernapasan dan gangguan pada sistem pendengaran manusia. Paparan udara ambien dalam jangka panjang dapat menimbulkan penyakit pernapasan seperti bronkitis kronik, pembengkakan paru-paru, pembengkakan gendang telinga dan berujung pada kematian.

Polusi udara sebagian besar berasal dari emisi transportasi, yang hampir 60% polutannya terdiri dari karbon monoksida, sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon, dan lainnya berupa partikulat. Partikulat sebagian besar dihasilkan oleh adanya residu dalam bahan bakar yang tidak ikut terbakar dalam ruang bakar, tetapi terbuang melalui pipa gas buang. Menurut (Syahrani, 2006) partikulat terdiri dari unsur karbon (C) yang masih berupa butiran partikel, dan residu atau kotoran lain dihasilkan oleh pembakaran pada motor diesel. Pembakaran mesin diesel paling banyak menghasilkan partikulat karena didalam bahan bakar diesel mengandung banyak residu dengan kadar karbon yang tinggi. Hal itu mengakibatkan setelah selesai proses pembakaran, karbon/arang yang tidak terbakar akan terbuang melalui pipa gas buang.

Sumber partikulat lainnya secara alami berasal dari letusan gunung berapi, kebakaran hutan, badai angin, penyerbukan, dan sebagainya. Partikulat dapat pula terbentuk dari reaksi konversi gas di atmosfer antara polutan gas tertentu yang telah teremisikan sebelumnya (Cooper dan Alley, 1986). Partikulat sebagai pencemar udara mempunyai waktu hidup yaitu pada saat partikulat masih melayang-layang sebagai pencemar udara sebelum jatuh ke bumi. Menurut Wardhana (2004) waktu hidup partikulat berkisar sampai beberapa detik hingga beberapa bulan, sedangkan kecepatan pengendapannya tergantung pada karakteristik fisik meliputi ukuran partikulat, masa jenis partikulat serta arah dan kecepatan angin yang bertiup. Berikut klasifikasi menurut Zhao, dkk. (2012) partikulat berdasarkan ukurannya yaitu.

- a. Debu jatuh (dengan diameter aerodinamis 100-1000  $\mu\text{m}$ ),
- b. TSP (dengan diameter aerodinamis  $<100 \mu\text{m}$ ),
- c. PM10 (dengan diameter aerodinamis  $<10 \mu\text{m}$ ),
- d. Partikulat kasar (dengan diameter aerodinamis 2,5-10 $\mu\text{m}$ ),
- e. Partikulat halus (PM2,5, dengan diameter aerodinamis  $<2,5 \mu\text{m}$ )

Karakteristik fisik partikulat yang paling utama adalah ukuran dan distribusinya. Secara umum partikulat berdasarkan ukurannya dibedakan atas dua kelompok, yaitu partikulat halus (fine particles, ukuran kurang dari 2,5  $\mu\text{m}$ ) dan partikulat kasar (coarse particles, ukuran lebih dari 2,5  $\mu\text{m}$ ) (Ruslinda, dan Hafidawati, 2008). Menurut (Rochimawati, dkk., 2014), TSP adalah partikulat udara seperti debu, asap, dan fume dengan diameter kurang dari 100  $\mu\text{m}$ . Semua partikulat tersebut bertanggung jawab atas efek kesehatan manusia karena partikulat tersebut dapat menjangkau daerah pernapasan dalam (Alias, dkk., 2007). TSP menjadi komponen penting dalam kualitas udara ambien, jika konsentrasi TSP melebihi standar kualitas akan menyebabkan beragam efek negatif yang serius, baik untuk kesehatan, ekonomi, dan aspek lingkungan (Zhou, 2010).

### **2.3 Mikroplastik di Udara**

Mikroplastik merupakan pengertian dari plastik yang memiliki dimensi atau diameter utama yang kurang dari 5 mm. Mikroplastik terbagi menjadi dua jenis yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer adalah butiran plastik yang diproduksi dalam ukuran kecil oleh industri plastik sedangkan mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang dihasilkan akibat fragmentasi plastik yang ukurannya lebih besar (Permatasari, dan Arlini, 2020). Mikroplastik primer berupa partikulat primer, seperti fiber sintesis yang berasal dari pakaian dan soft furnishing, dapat pula berupa microbeads yang terdapat dalam kosmetik dan produk perawatan pribadi, dan juga berupa *plastic shot* yang digunakan dalam industri, serta pellet yang digunakan dalam industri manufaktur plastik. Sedangkan mikroplastik sekunder berupa berbentuk fragmen sekunder yang terbentuk melalui proses pelapukan atau degradasi plastik primer melalui proses fisik, kimia dan biologi (Thompson, dkk., 2004). Mikroplastik yang memiliki tepi yang tajam dapat

diidentifikasi bahwa keberadaannya masih baru di lingkungan, sedangkan mikroplastik yang memiliki tepi halus dapat diidentifikasi bahwa keberadaannya sudah sangat lama berada di lingkungan (Hidalgo-Ruz, dkk., 2012). Mikroplastik memiliki beberapa jenis, antara lain fiber, filamen atau film, fragmen, granula dan foam. Mikroplastik jenis fiber ialah serat plastik berbentuk memanjang dan berasal dari fragmentasi mono-filamen jaring ikan, tali dan kain sintesis. Mikroplastik jenis filamen berasal dari kantong-kantong plastik tipis dan memiliki densitas yang sangat kecil. Plastik fiber adalah bentuknya mirip dengan serabut yang berasal dari pakaian. Plastik film memiliki ciri utama seperti lembaran atau pecahan plastik yang bersumber dari kantong kresek dan plastik kemasan. Sedangkan fragmen berasal dari sampah botol, toples, map mika, dan potongan kecil pipa paralon (Syafei, dkk., 2019)

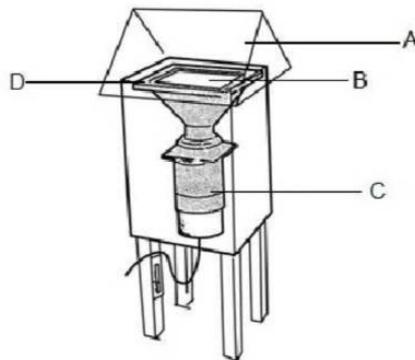
Penyebaran mikroplastik di udara disebabkan karena angin yang kemudian menjadi dust fall atau debu jatuh. Mikro-plastik dapat mengikat molekul organik, organik anion, aromatik grup, zat adiktif dan logam berat. Karena mikroplastik memiliki ikatan terbuka mengakibatkan mikroplastik memiliki dampak negative yaitu dapat melepaskan zat racun atau bertindak sebagai pembawa senyawa organik dan pathogen lainnya yang berpotensi dapat menyebabkan kerusakan di lingkungan dan kesehatan manusia (Mei, dkk., 2020). Ketika mikroplastik terhirup oleh manusia dalam jangka waktu lama akan memiliki beberapa dampak bagi kesehatan manusia salah satunya adalah gangguan pernafasan, *dyspenea* (sesak nafas), batuk, penyakit kardio vascular hingga kanker paru-paru (Karbalaie, dkk., 2018). Meskipun indra pernafasan manusia memiliki semacam penyaring untuk mencegah beberapa partikel yang lebih besar masuk, namun bentuk dan ukuran dari mikroplastik sangat kecil (Gasperi, dkk., 2018). Setelah terhirup dan masuk ke dalam paru-paru, mikroplastik akan sulit pergi karena daya tahannya dalam cairan fisiologis.

#### **2.4 High Volume Air Sampler (HVAS)**

HVAS merupakan salah satu alat pengambilan sampel udara, metode gravimetri ini digunakan untuk pengukuran total suspended partikulat matter (TSP,

SPM), yaitu partikulat dengan diameter  $\leq 100 \mu\text{m}$ . Prinsip kerja alat HVAS yaitu udara dihisap melalui filter di dalam shelter menggunakan pompa vakum dengan laju alir tinggi sehingga partikel terkumpul di permukaan filter. Jumlah partikel yang terakumulasi dalam filter selama periode waktu tertentu dianalisa secara gravimetri. Prinsip kerja alat HVAS adalah dengan menarik udara lingkungan sekitar melalui inlet dengan ukuran-selektif dan melalui filter berukuran  $20,3 \times 25,4 \text{ cm}$  ( $8'' \times 10''$ ) dengan menggunakan pompa vakum yang memiliki laju alir  $1.132 \text{ L/min}$  ( $40\text{ft} / \text{menit}$ ). Visi-float rotameter telah digunakan selama bertahun-tahun untuk mengukur laju aliran udara melalui HVAS. Laju alir dipantau saat periode pengujian  $1200 \text{ L/min}$ , selama 24 jam (Rita M, dkk., 2015).

Partikel dengan diameter aerodinamis dikumpulkan oleh filter serat kaca yang dapat mengumpulkan partikel dengan kisaran diameter  $100 \mu\text{m}$  sampai dengan  $0,1 \mu\text{m}$  (efisiensi  $99,95 \%$  untuk ukuran partikel  $0,3 \mu\text{m}$ ). Massa partikel-partikel ini ditentukan oleh perbedaan bobot penyaring sebelum dan sesudah pemaparan. Konsentrasi partikel tersuspensi dalam berbagai ukuran yang ditunjuk dihitung dengan cara membagi berat dari filter dengan volume udara sampel (Budiarto, 2014). Berikut contoh alat HVAS pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh Alat HVAS

Berikut keterangan pada contoh alat HVAS :

A = shelter

B = media filter

C = pompa vakum

D = penyangga media filter.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Lokasi**

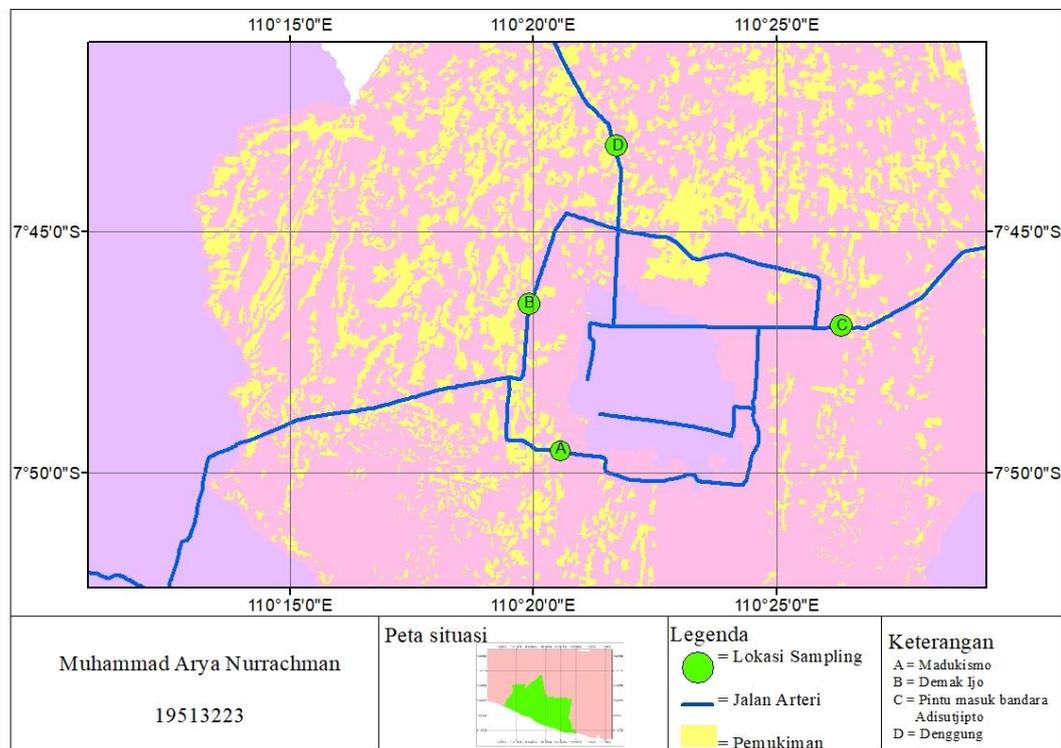
Pengambilan sampel ini dilakukan pada hari kerja atau *weekday* pada saat musim kemarau. Durasi pengambilan sampel ini selama 1 x 24 jam dilakukan pada tanggal 14-15 Agustus 2023 di Madukismo, tanggal 16-17 Agustus 2023 di Demak Ijo, tanggal 21-22 Agustus 2023 di pintu masuk Bandara Adisutjipto, dan tanggal 23-24 Agustus 2023 di Denggung. Terdapat empat lokasi pengambilan sampel di *traffic light* menuju perkotaan Yogyakarta dari selatan, barat, timur, dan utara. Pada lokasi pengambilan sampel ini berada di *traffic light* yang berada wilayah Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul yaitu:

- Demak ijo, garis lintang  $7^{\circ}46'37''S$ , garis bujur  $110^{\circ}19'53''E$
- Madukismo, garis lintang  $7^{\circ}49'36''S$ , garis bujur  $110^{\circ}20'42''E$
- Pintu masuk Bandara Adisutjipto, garis lintang  $7^{\circ}47'00''S$ , garis bujur  $110^{\circ}26'17''E$
- Denggung, garis lintang  $7^{\circ}43'18''S$ , garis bujur  $110^{\circ}21'40''E$

Wilayah penelitian Kota Yogyakarta diapit 2 daerah yaitu Kabupaten Sleman dan Bantul dengan pertimbangan bahwa Kota Yogyakarta berbatasan langsung dengan dua kabupaten tersebut. Meningkatnya jumlah penduduk di daerah perkotaan sehingga di perkotaan harga lahan semakin mahal. Sehingga penduduk perkotaan berpindah ke kawasan pinggiran kota (*urban fringe area*) membuat peningkatan pergerakan kendaraan ke pusat kota (Siswanto, 2012). Pemilihan lokasi titik pengambilan sampel ini *traffic light* demak ijo sebagai sisi barat, *traffic light* madukismo sebagai sisi selatan, *traffic light* Pintu masuk Bandara Adisutjipto sebagai sisi timur, dan *traffic light* denggung sebagai sisi utara. Pada pemilihan lokasi ini merupakan jalan arteri atau jalan nasional yang melintas jalan ini kendaraan golongan I sampai golongan VI.. Berikut jalan yang menjadi titik pengambilan sampel.

- Madukismo di Jl. Ringroad Selatan merupakan jalan arteri terusan dari Jl. Wates yang akses masuk perkotaan Yogyakarta Kabupaten Kulon Progo melintasi ringroad bagian selatan.
- Demak Ijo di Jl. Ringroad Barat merupakan jalan arteri terusan dari Jl. Wates yang akses masuk perkotaan Yogyakarta Kabupaten Kulon Progo melintasi ringroad bagian utara.
- Pintu Masuk Bandara Adisutjipto di Jl. Raya Solo-Yogyakarta merupakan jalan arteri menuju perkotaan Yogyakarta dari Kabupaten Klaten
- Deggung di Jl. Raya Magelang merupakan jalan arteri menuju perkotaan Yogyakarta dari Kabupaten Magelang

Jalan arteri ini merupakan wewenang dari BPTD wilayah X provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi pengambilan sampel terdapat pada Gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1 Lokasi Titik Pengambilan Sampel

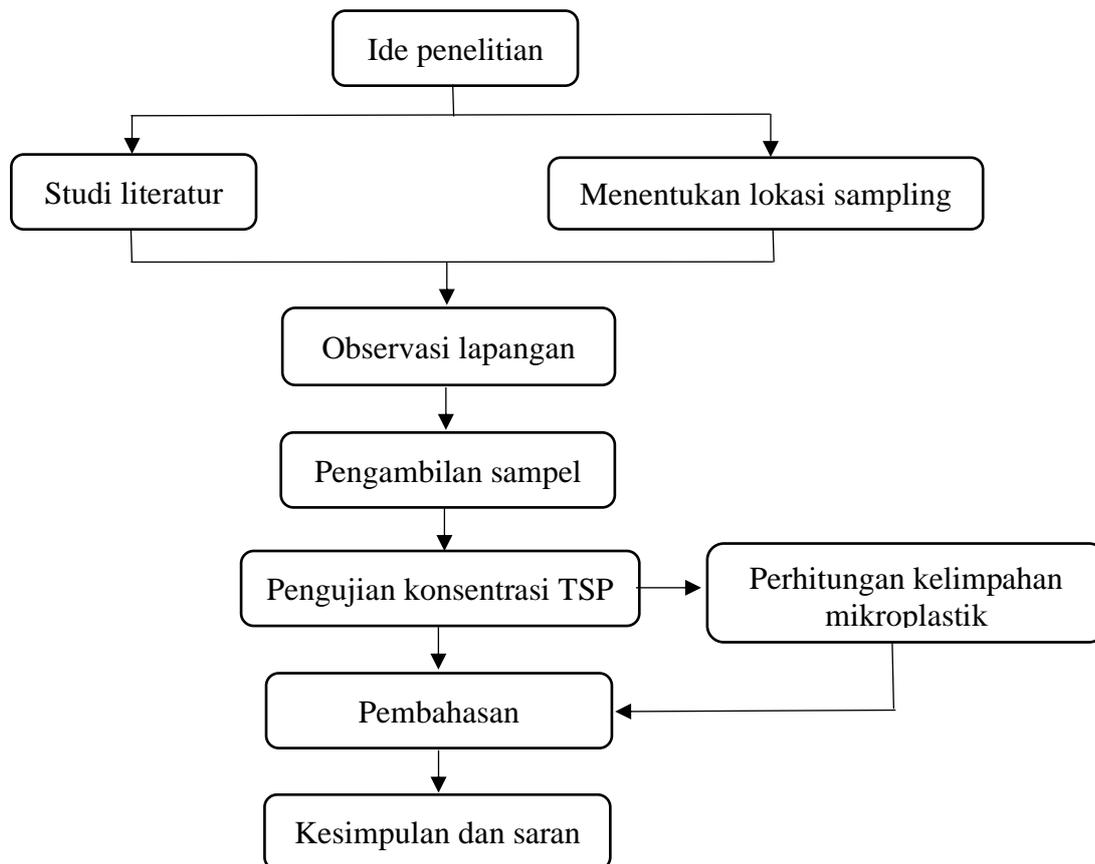
Tidak hanya jumlah kendaraan saja kepadatan penduduk juga mempengaruhi kondisi kelimpahan mikroplastik yang ada di udara. Pertimbangan pemilihan lokasi ini karena sesuai dengan SNI 19-7119.6-2005 tentang menentukan lokasi

pengambilan sampel pada udara ambien. Berikut ini kriteria yang menjadi pertimbangan dalam menentukan lokasi pemantauan kualitas udara ambien:

- Area dengan konsentrasi pencemar tinggi.
- Memiliki kepadatan penduduk tinggi.
- Diperlukan tempat contoh uji sekeliling daerah/kawasan.
- Diperlukan daerah proyeksi.
- Mewakili seluruh wilayah studi.

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir ini membantu untuk memahami urutan logis kegiatan dalam melakukan penelitian. Berikut diagram alir seperti digambar ini.

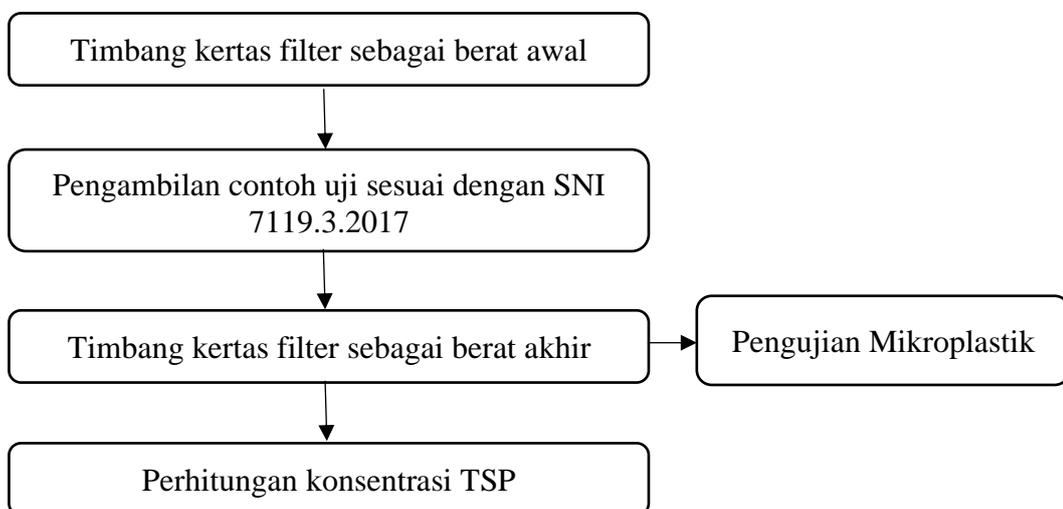


Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

### 3.3 Pengumpulan Data

#### 3.3.1 Pengambilan Sampel Udara Ambien

Cara pengambilan udara ambien dilakukan dengan *High Volume Air Sampler* (HVAS), pengambilan sampel uji TSP dilakukan selama 24 jam +1 jam, pantau dan catat laju alir udara serta temperatur setiap jam, dan pastikan laju alir udara berada pada rentang aliran 1,1 m<sup>3</sup>/menit sampai dengan 1.7 m<sup>3</sup>/menit. *Total Suspended Particulate* (TSP) mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7119-3:2017. Partikel debu/partikel kasar pada TSP memiliki ukuran <100µm. Diperlukan juga data pemantauan yang meliputi kecepatan angin, kelembapan, tekanan, laju alir, dan waktu. Pemantauan ini dilakukan dengan rentang waktu 1 jam selma 24 jam menggunakan anemometer dan thermohygrobarometer. Prinsip pengujiannya yaitu partikel di udara ambien ditangkap melalui media penyaring dengan menggunakan alat HVAS. Menganalisis konsentrasi TSP dengan menggunakan metode gravimetri, berikut metode pengujian konsentrasi TSP.



Gambar 3.3 Pengujian Konsentrasi TSP

Sesuai dengan SNI 19-7119.9-2005 tentang menentukan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara roadside, berikut langkah-langkah pengambilan contoh uji yaitu:

- Tempatkan peralatan yang mempunyai prasarana seperti listrik
- Tempatkan alat pengambilan contoh uji di daerah terbuka
- Penempatan peralatan berjarak 1m sampai 5 m dari pinggir jalan

- Memiliki lalulintas yang padat

Alat dan bahan yang digunakan pada pengambilan sampel ini antara lain yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Pengambilan Sampel

Nama Barang	Satuan	Jumlah
<b>1. Alat</b>		
a. HVAS	Pcs	1
b. Timbangan analitik (ketelitian 0,1 mg)	Pcs	1
c. Anemometer	Pcs	1
d. Genset	Pcs	1
e. Roll Kabel	Pcs	1
f. Rompi	Pcs	1
g. Desikator	Pcs	1
h. Helm	Pcs	1
i. Thermohygrobarometer	Pcs	1
j. Wadah penyimpanan (Amplop)	Pcs	6
<b>2. Bahan</b>		
a. Filter Mikrofiber	Pcs	6

### 3.3.2 Pengujian Konsentrasi TSP

Mengumpulkan data meteorologis dan data berat dari kertas filter sebelum pengambilan sampel dan sesudah pengambilan sampel. Analisis data untuk mengetahui konsentrasi TSP mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7119-4:2017. Pada SNI 7119-3:2017 diperlukan berbagai perhitungan sebagai berikut.

- a. Laju alir

$$Q_s = Q_0 \left( \frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Dimana:

$Q_s$  = laju alir volum dikoreksi pada kondisi standar (Nm<sup>3</sup> /menit)

$Q_0$  = laju alir volum uji (m<sup>3</sup> /menit),

$T_s$  = temperatur standar , 298 K

$T_0$  = temperatur absolut (293 + T ukur) dimana  $Q_0$  ditentukan

$P_s$  = tekanan baromatik standar, 101,3 kPa (760 mmHg)

P0 = tekanan barometrik rata-rata aktual dimana Q0 ditentukan.

b. Volume udara

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

Dimana:

Vstd = volume contoh uji udara dalam keadaan standar (Nm<sup>3</sup>)

Qs = laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar ke – s (Nm<sup>3</sup>/menit)

n = jumlah pencatatan laju alir

t = durasi pengambilan contoh uji (menit)

c. Konsentrasi TSP

$$C = \frac{(W_2 - W_1) \times 10^6}{V_{std}}$$

Dimana:

C = konsentrasi massa partikel tersuspensi (µg/Nm<sup>3</sup>)

W1 = berat filter awal (g)

W2 = berat filter akhir (g)

V std = volume contoh uji udara dalam keadaan standar (Nm<sup>3</sup>)

### 3.3.3 Perhitungan Kelimpahan Mikroplastik

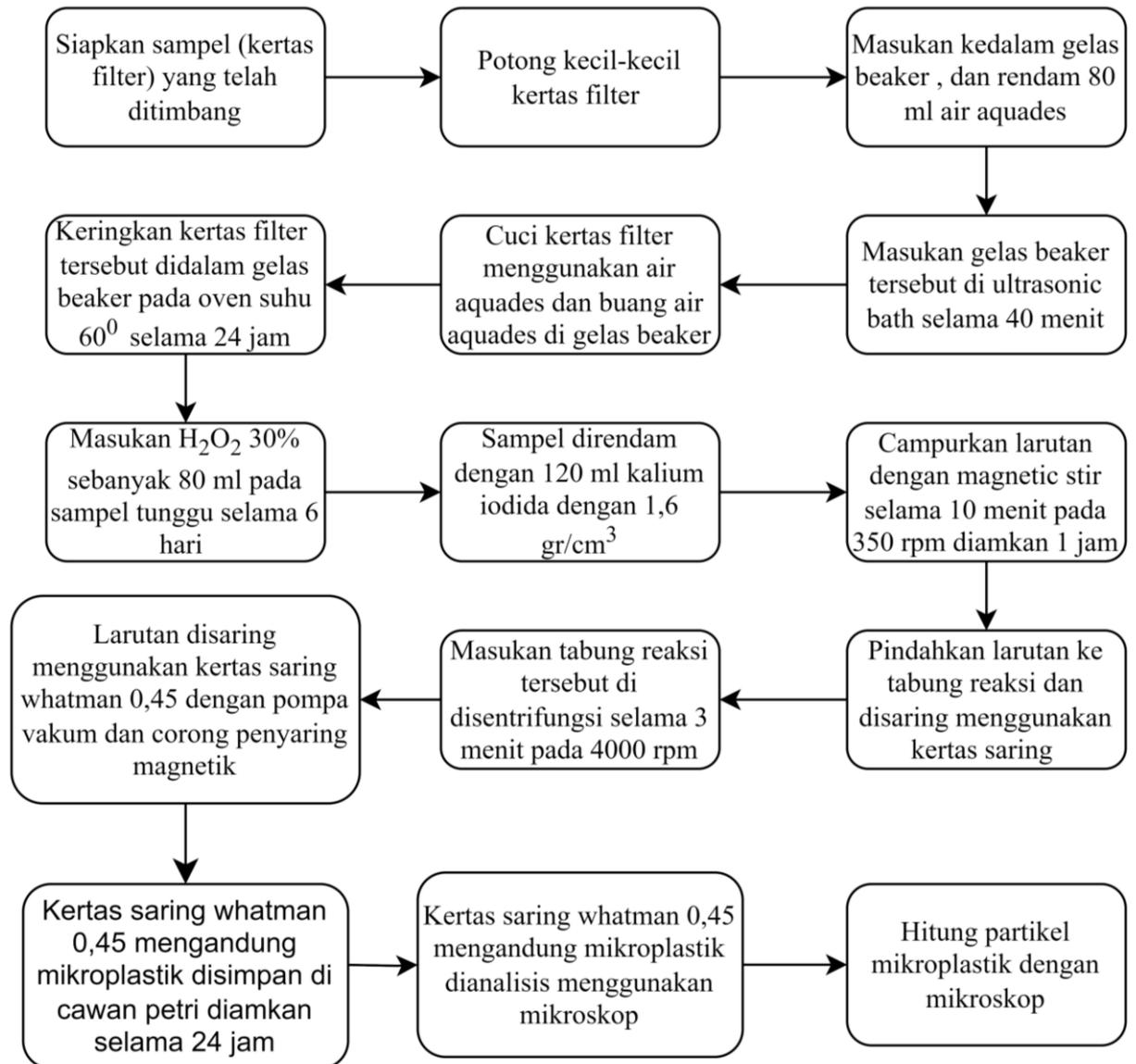
Sampel yang telah ditimbang untuk mengetahui berat akhir kertas filter kemudian diteliti kembali untuk mengetahui kelimpahan dan karakteristik mikroplastik (MPs). Penelitian mikroplastik ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Lingkungan FTSP UII. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian mikroplastik ini antara lain yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.2 Alat dan Bahan Penelitian Sampel

Nama Barang	Satuan	Jumlah
<b>1. Alat</b>		
a. Gelas beaker 200ml	Pcs	4
b. Gunting	Pcs	1
c. Ultrasonic bath	Pcs	1
d. Oven	Pcs	1
e. Timbangan analitik	Pcs	1
f. Hotplate stirrer	Pcs	1

g. Pompa vakum	Pcs	1
h. Mikroskop	Pcs	1
i. Sendok sungu	Pcs	1
j. Kaca preparate	Pcs	1
k. Corong	Pcs	1
l. Disentrifugasi	Pcs	1
m. Tabung reaksi	Pcs	8
n. Cawan petri	Pcs	4
<b>2. Bahan</b>		
a. Kertas saring	Pcs	4
b. Kertas saring whatmann (0,45 $\mu\text{m}$ )	Pcs	4
c. Aquades	MI	320
d. H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 30%	MI	320
e. Kalium Iodida	MI	120

Metode dari Akhbarizadeh, dkk., (2021) sebagai referensi yang digunakan untuk penelitian mikroplastik ini. Metode pengujian mikroplastik ditampilkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Tahapan Pengujian MPs

Pada penelitian mikroplastik ini dilakukan setelah melakukan menimbang kertas filter untuk mengetahui berat akhir. Kertas filter dipotong kecil untuk bisa masuk ke gelas beaker ukuran 250 ml. Ultrasonik bath ini berfungsi untuk membersihkan sampel (kertas filter) yang akan diuji.

Untuk menghilangkan bahan-bahan organik menggunakan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dengan konsentrasi 30%. Sebanyak 80 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% tiap sampelnya dan didiamkan selama 6 hari. Larutan kalium iodida ini untuk menahan mikroplastik di permukaan cairan

pengendapan. Kegunaan Kalium Iodida bertujuan mengikat mikroplastik selama yang berada di larutan partikel (Akhbarizadeh dkk., 2021). Penggunaan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan larutan kalium iodida ini juga untuk memudahkan analisis sampel pada saat pengamatan mikroskop.

Dalam melakukan pengamatan mikroplastik tidak dapat dilakukan dengan mata telanjang atau langsung. Diperlukan mikroskop untuk mengamati karakteristik dari mikroplastik pada sampel. Untuk menambah pengamatan lebih jelas mikroskop dihubungkan dengan komputer yang hasil pengamatan dapat dilihat di layar monitor. Di meja kerja mikroskop gunakan kaca preparat dibawah sampel untuk memudahkan pengamatan. Atur lensa obyektif untuk memperjelas objek/sampel yang diamati.

Perhitungan kelimpahan mikroplastik dilakukan dengan pengujian di laboratorium menggunakan mikroskop. Untuk mengetahui karakteristik mikroplastik pada masing-masing sampel. Pada perhitungan kelimpahan mikroplastik seperti berikut.

$$K = \frac{n}{V_{std}}$$

Dimana:

K = kelimpahan mikroplastik (partikel/Nm<sup>3</sup>)

Vstd = volume contoh uji udara dalam keadaan standar (Nm<sup>3</sup>)

n = jumlah mikroplastik (partikel)

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Deskripsi Wilayah Penelitian

Kota Yogyakarta yang merupakan kota dengan destinasi wisata yang banyak dan pilihan para wisatawan dari luar Yogyakarta. Tidak hanya sebagai kota pariwisata Yogyakarta juga salah satu kota dengan aktivitas manusia yang cukup padat. Banyak masyarakat yang bertempat tinggal sekitaran Kota Yogyakarta seperti Kabupaten Sleman, Bantul, Kulon Progo, Gunung Kidul, Magelang, Klaten bekerja di Kota Yogyakarta memilih untuk pulang-pergi ke tempat kerja. Peningkatan jumlah transportasi sebagai sarana aktivitas dalam pemenuhan kebutuhan hidupnya sehingga terjadi moblisasi masyarakat yang cukup besar.

Pada penelitian ini terdapat empat lokasi yang dipilih menjadi lokasi pengambilan sampel dari selatan, barat, timur, dan utara di jalan arteri akses masuk perkotaan Yogyakarta. Pengambilan sampel dilakukan pada saat hari kerja (*weekday*) selama 24 jam. Terdapat juga pengukuran data meteorologi untuk mengetahui kondisi lingkungan pada saat melakukan pengambilan sampel. Tabel 4.1 mendeskripsikan lokasi pengambilan sampel :

Tabel 4.1 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel

No.	Lokasi	Gambar	Keterangan
1.	Madukismo (7°46'37"S 110°19'53 "E)		Lokasi ini berada di <i>traffic light</i> Madukismo yang merupakan perempatan menggabungkan Jl. Ringroad Selatan, Jl. Keloran Selatan, dan Jl. Madukismo. Terdapat truk pengangkut barang dan bis penumpang AKAP yang melintas di Jl. Ringroad Selatan. <i>Traffic light</i> Madukismo ini berdekatan dengan industri pabrik gula dan spiritus sehingga truk pengangkut tebu banyak melintas. Dengan dekatnya pabrik gula dan spiritus warga yang tinggal sekitar

			<p>merasakan bau yang tidak sedap yang bersumber dari pabrik tersebut. Banyak juga warga sekitar <i>traffic light</i> Madukismo yang membakar sampah di tepian jalan. Titik lokasi pengambilan ini berdekatan dengan Masjid Miniatur Baiturrahman Aceh, karena terdapat sumber kelistrikan yang dihubungkan alat pengambilan sampel berupa HVAS. Letak HVAS berada 2 meter dari Jl. Ringroad Selatan jauh dari pepohonan yang bisa menutupi saat pengambilan sampel. Kondisi lingkungan pada titik pengambilan sampel memiliki kecepatan angin maksimum 2,6 m/s, dan minimum 0,2 m/s, kemudian suhu rata-rata 27,1 °C, kelembapan rata-rata 65,61% dan tekanan rata-rata 751,917 mmhg.</p>
2.	Demak Ijo (7°49'36"S 110°20'42 "E)		<p>Sisi barat akses masuk perkotaan Yogyakarta titik lokasi yang dipilih yaitu <i>traffic light</i> Demak Ijo. Lokasi ini berada di administrasi kelurahan Nogotirto, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman. <i>Traffic light</i> Demak Ijo merupakan persimpangan yang mempertemukan Jl. Ringroad Barat dan Jl. Godean. Terdapat truk pengangkut barang dan bis penumpang AKAP yang melintas di Jl. Ringroad Barat. <i>Sekitar traffic light</i> Demak Ijo merupakan pemukiman penduduk yang banyak masih membakar sampah. Titik lokasi pengambilan sampel ini berada di pinggir Jl. Ringroad Barat</p>

			<p>dengan jarak 3 meter dari jalan yang dekat dengan sumber kelistrikan. Sumber kelistrikan ini dari rumah warga yang juga sekaligus warung kopi. Kondisi lingkungan pada titik pengambilan sampel memiliki kecepatan angin maksimum 2,4 m/s, dan minimum 0,3 m/s, kemudian suhu rata-rata 27,59 °C, kelembapan rata-rata 61,75% dan tekanan rata-rata 758,75 mmhg.</p>
3.	<p>Bandara Adisutjipto o (7°47'00"S 110°26'17 "E)</p>		<p>Sisi timur akses masuk perkotaan Yogyakarta titik lokasi yang dipilih yaitu <i>traffic light</i> pintu masuk bandara Adisutjipto. Lokasi pengambilan sampel ini sebrang pintu masuk Bandara Adisutjipto. Bandara Adisutjipto masih beroperasi tapi tidak sebanyak sebelumnya karena beberapa penerbangan telah dipindahkan ke Yogyakarta <i>International Airport</i> yang berada di Kulon Progo ( Nur 2023). Di dalam kompleks bandara terdapat Stasiun Maguwo, dan Halte Adisutjipto yang menjadi tempat transit antara penumpang Trans Jogja, Commuter line Yogya Solo, serta pesawat. <i>Traffic light</i> Bandara Adisutjipto merupakan persimpangan dari dua jalan yaitu Jl. Raya Yogya-Solo, dan Jl. Adisutjipto <i>Airport</i>. Lokasi titik lokasi pengambilan sampel ini berada di pinggir Jl. Raya Yogya Solo dengan jarak 3 meter dari jalan yang dekat dengan sumber kelistrikan. Sumber kelistrikan ini dari pos SatLantas persimpangan Bandara Adisutjipto yang</p>

			merupakan pos bayangan anggota kepolisian SatLantas unit Depok Timur. Kondisi lingkungan pada titik pengambilan sampel memiliki kecepatan angin maksimum 2,5 m/s, dan minimum 0,7 m/s, kemudian suhu rata-rata 27,01 °C, kelembapan rata-rata 65,29% dan tekanan rata-rata 757,8958 mmhg.
4.	Denggung (7°43'18"S 110°21'40 "E)		Sisi utara akses masuk perkotaan Yogyakarta berada di <i>traffic light</i> Denggung. <i>Traffic light</i> Denggung ini berdekatan dengan alun-alun denggung yang tiap sorenya terdapat pasar malam dan juga terdapat tempat pusat pemberlanjaan yaitu Sleman City Hall. <i>Traffic light</i> denggung merupakan persimpangan yang mempertemukan Jl. Magelang-Yogyakarta, Jl. Gito Gati, dan Jl. KRT Pringgodingrat. Lokasi titik yang dipilih untuk pengambilan sampel di trotoar Jl. KRT Pringgodingrat. Sumber kelistrikan ini dari Pos Lantas Denggung yang merupakan pos piket jaga anggota Sat Lantas Polres Sleman. Kondisi lingkungan pada titik pengambilan sampel memiliki kecepatan angin maksimum 2,4 m/s, dan minimum 0,1 m/s, kemudian suhu rata-rata 27,33 °C, kelembapan rata-rata 65,53% dan tekanan rata-rata 758 mmhg.

. Ditiap lokasi pengambilan sampel memiliki jumlah kendaraan bervariasi tergantung dengan kondisi jalan serta kawasan tiap lokasi pengambilan sampel.

Berikut tabel 4.2 jumlah kendaraan yang melintasi akses masuk perkotaan Yogyakarta.

Tabel 4.2 Jumlah Kendaraan dari Beberapa Titik Lokasi

No.	Titik Lokasi	Jumlah Kendaraan (unit/jam)
1.	Madukismo	5086
2.	Demak Ijo	8366
3.	Bandara Adisutjipto	6120
4.	Denggung	6525

Dari perhitungan jumlah kendaraan di Demak Ijo terbanyak karena lokasi tersebut berada di daerah padat penduduk yang lebih memilih kendaraan pribadi. Jumlah kendaraan di Madukismo terendah karena daerah tersebut merupakan daerah industri gula dan spritus dan lebar jalan yang sempit sehingga kendaraan pribadi yang melintas tidak terlalu banyak.

#### 4.2 Perhitungan Konsentrasi TSP

Hasil pengukuran konsentrasi TSP ini menggunakan SNI 7119-3-2017 dengan metode gravimetri alat yang digunakan HVAS. HVAS ini diletakkan di empat lokasi yang menjadi akses masuk perkotaan Yogyakarta. Kertas filter yang sudah digunakan pada pengambilan contoh uji diberi identitas. Sampel yang telah diberi identitas simpan di desikator selama 24 jam untuk mendapatkan hasil timbangan yang optimal. Timbang kertas filter menggunakan neraca analitik di ruangan khusus dan ditimbang sebanyak dua kali hingga hasil selisih penimbangan tidak lebih dari 0,005 untuk penimbangan dengan hasil yang akurat. Berikut hasil penimbangan dari empat lokasi pengambilan sampel.

Tabel 4. 3 Hasil Penimbangan Sampel dari Beberapa Titik Lokasi

No.	Titik Lokasi	Penimbangan berat awal (gram)	Penimbangan berat akhir (gram)	Berat Partikulat(gram)
1.	Madukismo	3,1565	3,4106	0,2541
2.	Demak Ijo	3,1536	3,3515	0,1979
3.	Bandara Adisutjipto	3,1475	3,3888	0,2413
4.	Denggung	3,149	3,3894	0,2404

Sampel yang sudah di timbang dengan akurat kemudian dihitung untuk menemukan nilai konsentrasinya. Dengan data pendukung yaitu rata-rata tekanan dan suhu dilokasi pengambilan sampel selama 24 jam tiap sejam sekali dicatat. Berikut data rata-rata suhu dan tekanan yang diperoleh pada saat pengambilan sampel.

Tabel 4. 4 Hasil Pengamatan di Titik Lokasi

No.	Titik Lokasi	Rata-rata Suhu (°C)	Rata-rata Tekanan (mmhg)
1.	Madukismo	27,01	751,92
2.	Demak Ijo	27,59	758,75
3.	Bandara Adisutjipto	27,01	757,89
4.	Denggung	27,33	758

Data meteorologi yang telah didapatkan seperti rata-rata suhu dan rata-rata tekanan kemudian menganalisis data koreksi laju alir. Laju alir pada HVAS diatur pada 1,3 m<sup>3</sup>/menit tiap jamnya di seluruh lokasi pengambilan contoh uji. Menggunakan analisis data dari SNI 7119-3-2017 untuk menghitung koreksi laju alir dengan temperatur standar 298<sup>0</sup>K dan tekanan barometik standar 760 mmhg. Analisis berikutnya yaitu mencari nilai volume contoh uji udara dalam keadaan standar. Pencatatan dilakukan tiap sejam sekali selama 24 jam sehingga memiliki jumlah 24 pencatatan laju alir tiap sampelnya. Untuk mendapatkan nilai konsentrasi TSP diperlukan volume sampel pada keadaan standar dan telah menimbang berat partikulat, kemudia dikonversi dari gram ke mikrogram

Setelah dianalisis konsentrasi TSP dibandingkan dengan baku mutu TSP pada PP No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggara Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada lampiran VII merupakan baku mutu pada udara ambien. Baku mutu konsentrasi TSP 230 µg/Nm<sup>3</sup> dibandingkan dengan konsentrasi pada seluruh lokasi pengambilan sampel tidak ada yang melebihi baku mutu. Sehingga kualitas udara pada konsentrasi TSP ini di lingkungan pengambilan sampel masih tergolong baik. Berikut tabel dan grafik konsentrasi TSP pada udara ambien di seluruh lokasi pengambilan sampel.

Tabel 4. 5 Hasil Konsentrasi TSP di Akses Masuk Perkotaan Yogyakarta

No.	Titik Lokasi	Konsentrasi TSP ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Baku Mutu ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
1.	Madukismo	136,9	230
2.	Demak Ijo	106,3	230
3.	Bandara Adisutjipto	129,5	230
4.	Denggung	129,1	230

Lokasi Madukismo memiliki konsentrasi TSP tertinggi karena daerah tersebut merupakan daerah industri gula dan spiritus serta banyaknya truk yang melintas area tersebut. Truk tersebut menggunakan mesin diesel sebagai sumber tenaga. Mesin diesel merupakan penyumbang emisi partikulat (Particulate Matter = PM) terbesar pada sektor transportasi. Mesin tersebut mengeluarkan emisi partikulat sebesar 100 kali lebih banyak dari mesin bensin (Wibowo, 2011). Sedangkan wilayah Demak Ijo memiliki konsentrasi TSP lebih rendah, karena banyak pengendara yang menggunakan kendaraan bermesin bahan bakar bensin dari *pada* mesin diesel.

### 4.3 Perhitungan Kelimpahan Mikroplastik

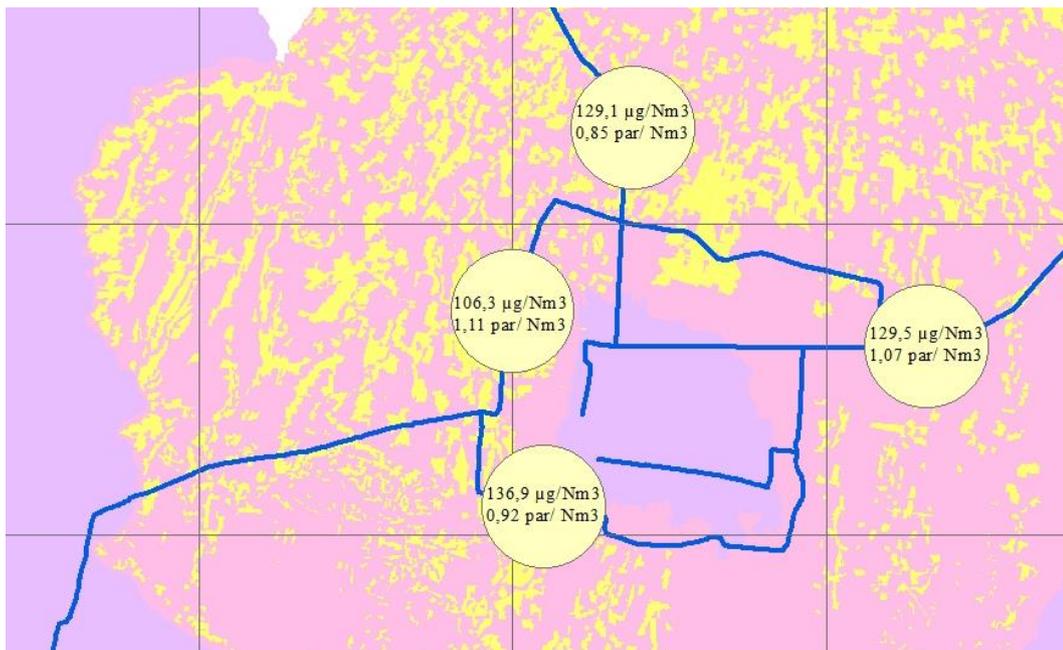
Setiap lokasi pengambilan sampel memiliki jumlah mikroplastik yang berbeda. Berikut tabel kelimpahan mikroplastik dengan menggunakan parameter TSP pada udara ambien di seluruh lokasi pengambilan sampel.

Tabel 4. 6 Jumlah Kelimpahan Mikroplastik

No.	Titik Lokasi	Jumlah Mikroplastik (Partikel)	Volume udara Standar ( $\text{Nm}^3$ )	Kelimpahan Mikroplastik (partikel/ $\text{Nm}^3$ )
1.	Madukismo	1708	1855,49	0,92
2.	Demak Ijo	2063	1862,39	1,11
3.	Bandara Adisutjipto	1992	1863,13	1,07
4.	Denggung	1582	1862,28	0,85

Wilayah *traffic light* Demak Ijo didapati bahwa memiliki jumlah dan kelimpahan mikroplastik paling tinggi, di karenakan lokasi sekitar persimpangan yang merupakan kawasan padat penduduk sehingga masyarakat menggunakan kendaraan pribadi untuk beraktivitas serta pembuangan dan pembakaran sampah rumah tangga yang sembarangan. Peningkatan kendaraan yang melintas menimbulkan mikroplastik yang berasal dari ban kendaraan yang mengalami abrasi saat kendaraan tersebut digunakan. *Traffic light* wilayah Denggung paling sedikit kelimpahan mikroplastik, karena terdapat petugas kebersihan yang membersihkan lingkungan tersebut sehingga dapat mengurangi jumlah kelimpahan mikroplastik.

Persebaran mikroplastik dan partikulat di setiap lokasi pengambilan sampel memiliki nilai tidak selalu sama. Lokasi Madukismo memiliki konsentrasi TSP paling tinggi tetapi kelimpahan mikroplastik rendah. Dan di lokasi Demak Ijo memiliki kelimpahan mikroplastik yang tinggi tetapi konsentrasi paling rendah dari tempat lokasi pengambilan sampel yang lain. Faktor yang mempengaruhi yakni kepadatan penduduk di lokasi pengambilan sampel dan kepadatan lalu lintas pada lokasi pengambilan sampel. berikut gambar persebaran kelimpahan mikroplastik dan konsentrasi TSP di lokasi pengambilan sampel.



Gambar 4.1 Persebaran Kelimpahan Mikroplastik dan Konsentrasi TSP

#### **4.4 Identifikasi Mikroplastik**

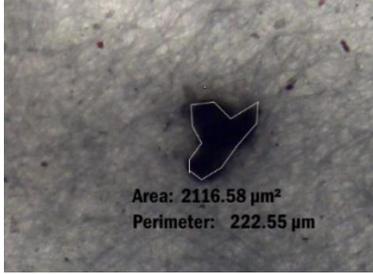
Mikroplastik bersumber dari gesekan dari ban kendaraan pada jalan dan membakar sampah sembarang dari sampah penduduk dan sampah di pinggir jalan yang dibakar oleh warga setempat. Setelah sampel sudah diketahui konsentrasinya kemudian mengidentifikasi mikroplastik di laboratorium bioteknologi lingkungan FTSP UII. Pengamatan sampel dilakukan menggunakan mikroskop dengan mengamati kertas saring whattman menyaring air dari kertas filter yang sudah dilarutkan.

Dari hasil pengamatan dilakukan menunjukkan bahwa sampel pada udara ambien di lokasi pengambilan contoh uji mengandung mikroplastik. Mikroplastik yang dianalisis termasuk dikategorikan mikroplastik sekunder dan primer. Mikroplastik primer merupakan produk berbasis plastik seperti mikrobeban dalam pakaian sintetis, dan pelepasan mikroplastik saat produk plastik pecah atau terurai. Mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang terdegradasi dari plastik-plastik yang ukurannya besar (Nidatul Syarifah dkk, 2021). Terdapat beberapa mikroplastik berdasarkan jenis yaitu film, fragmen, dan fiber. Dan terdapat juga beberapa warna berbeda dari tiap jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel.

##### **4.4.1 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis**

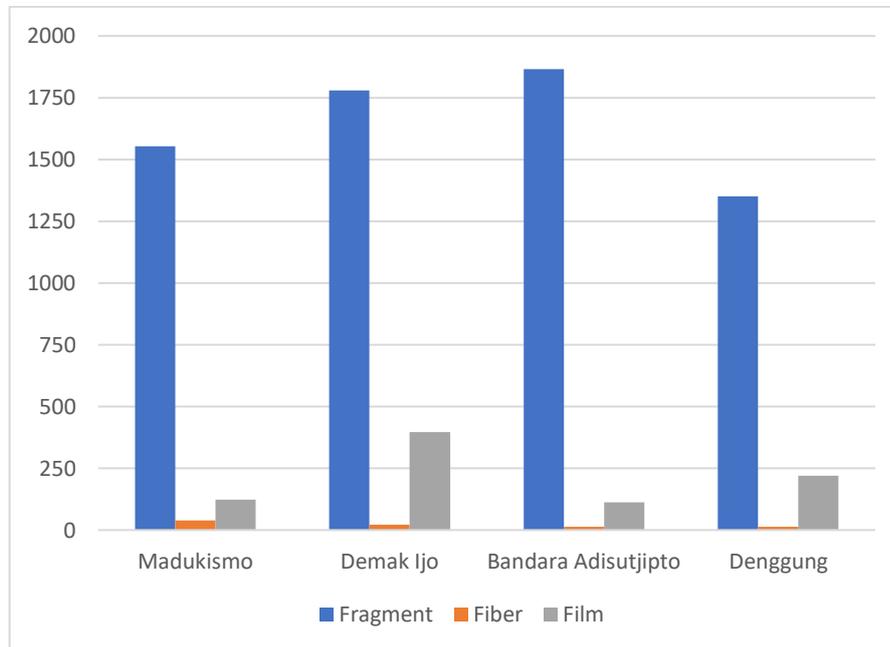
Terdapat beberapa jenis mikroplastik pada sampel yang diamati menggunakan mikroskop. Dari sumber tercemar ini dikarenakan penumpukan sampah sehingga warga sekitar memilih untuk membakar sampah sehingga terdapatnya mikroplastik di udara ambien. Jenis yang paling banyak mencemari lingkungan adalah mikroplastik sekunder seperti fragmen, fiber dan juga filament atau film (Andrady, 2011). Dari sampel yang diamati jenis mikroplastik yang didapatkan yaitu fragmen, fiber dan juga filament atau film. Jenis mikroplastik yang diamati menggunakan mikroskop.

Tabel 4. 7 Jenis Mikroplastik Pada Sampel

No.	Jenis MPs	Gambar	Keterangan
1.	Fragmen		<p>Mikroplastik jenis fragmen adalah mikroplastik yang berasal dari potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang kuat. Kelimpahan plastik jenis fragmen berasal dari patahan plastik yang lebih besar (Mauludy dkk, 2019). Fragmen memiliki karakteristik asimetris, bergerigi, keras, bersudut, dan menyerupai pecahan dari plastic</p>
2.	Fiber		<p>Fiber merupakan serat plastik memanjang dan berasal dari fragmentasi tali dan kain sintesis. (Nidatul Syarifah dkk, 2021). Fiber memiliki karakteristik berserat, tipis, dan menyerupai garis memanjang seperti tali</p>
3.	filament atau film		<p>filamen berasal dari kantong-kantong plastik tipis dan memiliki densitas yang sangat kecil. (Nidatul Syarifah dkk, 2021). Film memiliki karakteristik berupa lembaran tipis dan hampir tembus pandang</p>

Di Madukismo ditemukan 1553 partikel mikroplastik berjenis fragmen, 32 partikel mikroplastik berjenis fiber, dan 123 partikel mikroplastik berjenis film. Di Demak Ijo ditemukan 1780 partikel mikroplastik berjenis fragmen, 19 partikel mikroplastik berjenis fiber, dan 264 partikel mikroplastik berjenis film. Di Bandara

Adisutjipto ditemukan 1866 partikel mikroplastik berjenis fragmen, 14 partikel mikroplastik berjenis fiber, dan 112 partikel mikroplastik berjenis film. Di Denggung ditemukan 1350 partikel mikroplastik berjenis fragmen, 11 partikel mikroplastik berjenis fiber, dan 221 partikel mikroplastik berjenis film. Jumlah mikroplastik yang diamati berdasarkan jenis ditampilkan pada Gambar 4.1



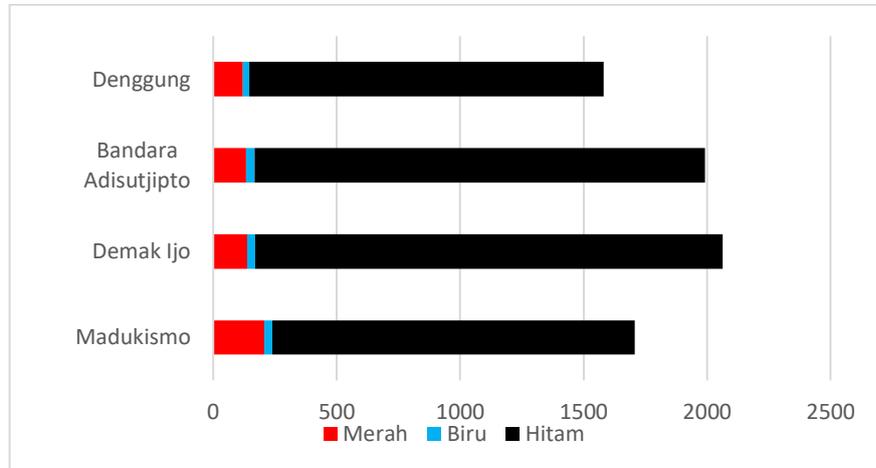
Gambar 4.2 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Partikel mikroplastik yang dihasilkan dari gesekan antara ban dan jalan sebagai salah satu sumber mikroplastik terbesar jenis fragmen dilepaskan ke lingkungan. Mikroplastik jenis film atau fillamen bersumber dari kemasan plastik yang terdegradasi oleh paparan sinar matahari dan suhu tinggi. Mikroplastik jenis fiber bersumber dari pakaian sintesis yang terdegradasi oleh paparan sinar matahari dan suhu tinggi.

#### 4.4.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Warna

Dari hasil pengamatan lokasi pengambilan sampel di Madukismo mikroplastik berwarna hitam berjumlah 1468 partikel, berwarna merah berjumlah 207 partikel, dan berwarna biru berjumlah 33 partikel. Pada lokasi Demak Ijo mikroplastik berwarna hitam berjumlah 1892 partikel, berwarna merah berjumlah 137 partikel, dan berwarna biru berjumlah 34 partikel. Pada lokasi Bandara

Adisutjipto mikroplastik berwarna hitam berjumlah 1825 partikel, berwarna merah berjumlah 134 partikel, dan berwarna biru berjumlah 33 partikel. Pada lokasi Denggung mikroplastik berwarna hitam berjumlah 1436 partikel, berwarna merah berjumlah 121 partikel, dan berwarna biru berjumlah 25 partikel. Jumlah mikroplastik yang diamati berdasarkan warna ditampilkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 3 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna

Pada setiap lokasi pengambilan sampel memiliki jumlah mikroplastik dengan warna yang berbeda. Mikroplastik yang diamati memiliki beberapa warna berbeda: hitam, biru, dan merah. Warna mikroplastik yang paling banyak teramati adalah warna hitam. Warna hitam dapat mengindikasikan banyaknya kontaminan yang terserap dalam mikroplastik. Mikroplastik berwarna hitam pula memiliki kemampuan menyerap polutan yang tinggi, juga berpengaruh terhadap tekstur dari mikroplastik (Hiwari dkk, 2019). Selain warna hitam terdapat juga warna merah dan biru yang bersumber dari penggunaan bahan plastik dan menggunakan pakaian berbahan sintesis yang berwarna dapat berdegradasi menjadi mikroplastik, terutama jika terpapar sinar matahari atau suhu tinggi. Mikroplastik lebih banyak warna pekat yang dapat digunakan sebagai identifikasi awal dari polimer *polyethylene*. *Polyethylene* merupakan bahan utama penyusun sampah kantong dan wadah plastik (GESAMP, 2015).

## 4.5 Pembahasan

### 4.5.1 Sumber Mikroplastik (MPs)

Dalam penelitian ini dilakukan di pinggir jalan (roadside) yang ramai dilintasi pengguna jalan menuju perkotaan Yogyakarta. Sehingga sumber mikroplastik terbanyak dari kendaraan yang melintasi akses masuk perkotaan Yogyakarta. Terbentuknya mikroplastik ini berasal dari ban kendaraan yang mengalami abrasi saat digunakan, kemudian partikel mikroplastik berterbaran di udara. Dari komponen kendaraan yang mengalami degradasi dapat menghasilkan mikroplastik.

Penutupan TPA Piyungan juga mempengaruhi kondisi persampahan di masyarakat. Dengan penutupan TPA Piyungan ini banyak warga di sekitaran jalan akses masuk perkotaan Yogyakarta yang membuang sampah di jalan. Terdapat juga beberapa warga yang membakar sampah di tepian jalan. Sehingga banyak mikroplastik yang berterbaran di udara bersumber dari sampah plastik yang memecah menjadi mikroplastik akibat paparan sinar matahari dan pembakaran sampah.

### 4.5.1 Pengendalian

Kelimpahan mikroplastik akses masuk perkotaan Yogyakarta di rata-rata dari akses masuk selatan, barat, timur, dan utara yaitu 0,99 partikel/Nm<sup>3</sup>. Penelitian sebelumnya Akhbarizadeh, R., dkk., (2021) sebagai referensi yang digunakan kelimpahan mikroplastik yaitu 5,2 partikel/Nm<sup>3</sup> di perkotaan pelabuhan Bushehr lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian ini. Walaupun kelimpahan mikroplastik di akses masuk perkotaan Yogyakarta lebih rendah tetapi terdapatnya mikroplastik di udara menjadi permasalahan serius.

Ketika mikroplastik terhirup oleh manusia dalam jangka waktu lama akan memiliki beberapa dampak bagi kesehatan manusia salah satunya adalah gangguan pernafasan, dyspnea (sesak nafas), batuk, penyakit kardio vascular hingga kanker paru-paru (Karbalaei dkk., 2018). Upaya untuk mengurangi sumber mikroplastik, seperti beralih menggunakan dari kendaraan pribadi ke transportasi umum, dan pengurangan penggunaan kantong plastik sekali pakai.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang dilakukan mengenai tentang “Analisis Mikroplastik di Udara Parameter *Total Suspended Particulate* (TSP) di Akses Masuk Perkotaan Yogyakarta”, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Konsentrasi TSP di titik pengambilan sampel area Madukismo, Demak Ijo, Bandara Adisutjipto, dan Deggung secara berturut-turut adalah 136,9  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , 106,3  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , 129,5  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , dan 129,1  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Sesuai dengan PP No. 22 tahun 2021 lampiran VII parameter TSP di seluruh lokasi pengambilan sampel tidak ada yang melebihi baku mutu.
2. Kelimpahan mikroplastik di titik pengambilan sampel area Madukismo, Demak Ijo, Bandara Adisutjipto, dan Deggung secara berturut-turut adalah 0,92 partikel/ $\text{Nm}^3$ , 1,11 partikel/ $\text{Nm}^3$ , 1,07 partikel/ $\text{Nm}^3$ , dan 0,85 partikel/ $\text{Nm}^3$ . Jenis partikel mikroplastik terbanyak yaitu jenis fragmen karena gesekan antara ban dan jalan sebagai salah satu sumber mikroplastik yang dilepaskan ke lingkungan. Berdasarkan warna partikel yang terbanyak diamati menggunakan mikroskop yaitu warna hitam karena gesekan ban terhadap jalan dan pembakaran sampah oleh warga sekitar.

#### **5.2 Saran**

Dari hasil penelitian yang ditemukan, terdapat beberapa saran pada penelitian ini.

1. Sumber daya jangan hanya dari listrik saja, disiapkan genset beserta bahan bakar yang siap selama pengoperasian HVAS di lokasi pengambilan sampel
2. Menghitung jumlah partikel mikroplastik masih dihitung manual, sehingga perlu alat atau software untuk membantu menghitung jumlah partikel mikroplastik

## DAFTAR PUSTAKA.

- Akhbarizadeh, R., Sina, D., Mehdi, A. T., Reza, S., Roza, A., dan Fatemeh, F. G. (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 (January). Academic Press Inc. doi:10.1016/j.envres.2020.110339.
- Alias, M., Zaini, H., dan Lee, S. K. (2007). "Pm 10 and Total Suspended Particulates (Tsp) Measurements in Various Power Stations." *The Malaysian Journal of Analytical Sciences* 11 (1): 255–61.
- 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>
- Budiarto, A. (2014). "Modifikasi Peralatan Sampling Hvas Portabel Unmodifikasi Peralatan Sampling Hvas Portabel Untuk Analisis Total Partikulat Di Udara Ambientuk Analisis Total Partikulat Di Udara Ambien." *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* 5 (1): 15. <https://doi.org/10.21771/vol5no1tahun2014artikel1099>.
- Cooper, C. D., dan Alley, F. C. (1986). *Air Pollution Control: A Design Approach*.
- Firdaus, H., dan Rukmorini, R. (2023). "Kalang Kabut Warga Di Tengah Darurat Sampah Yogyakarta." *Kompas.Id*. <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2023/08/10/kalang-kabut-warga-di-tengah-darurat-sampah-yogyakarta> diakses pada tanggal 19 Oktober 2023
- GESAMP. (2015). Sources, Fate and Effects of Microplastics in The Marine Environment: A Global Assessment. International Maritime Organization, 14-19.
- Gultom, V. T. (2016). "Studi Kelayakan Perubahan Status Jalan Provinsi Menjadi Jalan Nasional Dengan Hirarki Arteri Primer Di Tinjau Dari Segi Ekonomi Pada Ruas Jalan..." Institusi Teknologi Sepuluh November.
- Hiwari, H. P. (2019). Kondisi Sampah Mikroplastik Di Permukaan Air Laut Sekitar Kupang Dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 165-171.
- Karbalaei, S., Hanachi, P., Walker, T. R., dan Cole, M. (2018). "Occurrence, Sources, Human Health Impacts and Mitigation of Microplastic Pollution." *Environmental Science and Pollution Research*, 1–44. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11356-018-3508-7>.

- Mauludy, M. S., Yunanto, A., dan Yona, D. (2019). Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), 73. <https://doi.org/10.22146/jfs.45871>
- Mei, W., Chen, G., Bao, J., Song, M., Li, Y., dan Luo, C. (2020). Interactions between microplastics and organic compounds in aquatic environments: A mini review. *Science of the Total Environment*, 736(May), 139472. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139472>
- Nur, R. A., dan Farid, F. (2023). "Viral, Video Bandara Adisutjipto Yogyakarta Sepi, Masih Beroperasi?", from: <https://www.kompas.com/tren/read/2023/06/15/080000065/viral-video-bandara-adisutjipto-yogyakarta-sepi-masih-beroperasi->. Diakses pada tanggal 17 Oktober 2023
- Nurjaya, A. (2019). PENGARUH AKTIVITAS KARYAWAN PT PANARUB TERHADAP KINERJA JALAN (STUDI KASUS : JALAN MOH TOHA KOTA TANGERANG). Sarjana thesis, Universitas Siliwangi.
- Permatasari, D. R., dan Arlini, D. R. (2020). "Kajian Keberadaan Mikroplastik Di Wilayah Perairan: Review." *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VIII*, 499–506.
- Rita, M., Isa, A., Esrom, H., Muhayatun, S., dan Diah, D. L. (2015). "Measurement Comparison of Particulate Concentration in Ambient Air Using HVAS and Gent Stacked Filter Unit Sampler." *Ecolab* 9 (1): 01–46.
- Rochimawati, I. R., Arief, S., Yuwono, dan Satyanto, K. S. (2014). "Prediction and Modelling of Total Suspended Particulate Generation on Ultisol and Andisol Soil." *Journal of Science and Technology* 4 (6): 329–33.
- Ruslinda, Y., dan Hafidawati, R. (2008). "Konsentrasi Dan Karakteristik Particulate Matter 25 Mm (PM25) Di Udara Ambien Kawasan Pasar Raya Padang." *Jurnal Dampak*.
- Siswanto, A. (2012). "Kajian Tingkat Kemacetan Lalu Lintas Pada Jaringan Jalan Yang Menjadi Akses Masuk Kota Semarang." *Geo-Image* 1 (1): 82–88.
- Sumadi. (2006). "Kemacetan Lalu Lintas Ruas Jalan Veteran Kota Brebes."
- Syafei, A. D., Nurul, R. N., Abdu, F. A., dan Rachmat, B. (2019). "Microplastic Pollution in the Ambient Air of Surabaya, Indonesia." *Current World Environment* 14 (2). Enviro Research Publishers: 290–98. doi:10.12944/cwe.14.2.13.

- Syahrani, A. (2006). "Analisa Kerja Mesin Berdasarkan Hasil Uji Emisi." *Jurnal SMARTek* 4 (4): 260–66
- Thompson, R. C., Olson, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., McGonigle, D. dan Russell, A. E. (2004). Lost at sea: Where is all the plastik?', *Science*, 304(5672), 838.
- Valeria, H. R., Lars, G., Richard, C. T., dan Martin, T. (2012). Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science and Technology* 46(6):3060-75
- Wardhana, W. A. (2004). Dampak Pencemaran Lingkungan. Andi : Yogyakarta
- Wibowo, C. S., dan Maymuchar. (2011). "Pengaruh Mutu Bahan Bakar Minyak Solar 48 Dan 51 Terhadap Pembentukan Emisi Partikulat Pada Kendaraan Bermotor," 195–203
- Yao, Z., dan Di, S. (2012). "Analysis of Total Suspended Particulates Pollution Along Shanghai-Nanjing Expressway." *Open Journal of Air Pollution* 01 (02). Scientific Research Publishing, Inc,: 31–36. doi:10.4236/ojap.2012.12004.
- Zhou, X. L. (2010). "Discussion on Some Terms Used for Sand Dust Weather in the National Standard". *Scientia Meteorologica Sinica*. Vol. 30 (2) : 234-23

## LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Data Meteorologis Lokasi Pengambilan Sampel

### 1. Madukismo

No.	Waktu	Laju alir (m <sup>3</sup> /menit)	Suhu ( <sup>0</sup> C)	Kelembapan (%)	Tekanan (mmHg)	Kecepatan angin (m/s)
1	07.00	1,3	23,3	84,3	753	1,3
2	08.00	1,3	25	79,5	753	0,8
3	09.00	1,3	27,3	66,9	753	1,5
4	10.00	1,3	28,9	58	753	1,7
5	11.00	1,3	30,4	55,5	752	1,3
6	12.00	1,3	31,7	44,5	751	2,6
7	13.00	1,3	31	48,8	750	1,7
8	14.00	1,3	32,7	43,4	750	2,5
9	15.00	1,3	31,7	46,5	750	2,5
10	16.00	1,3	30	50,8	750	1,4
11	17.00	1,3	29,2	57,2	750	1,9
12	18.00	1,3	27,5	63,7	751	1,3
13	19.00	1,3	27,2	62,4	752	1
14	20.00	1,3	26,4	67	752	1,2
15	21.00	1,3	25,3	70,8	753	1,1
16	22.00	1,3	25,8	73	753	0,7
17	23.00	1,3	25,5	74	753	0,6
18	24.00	1,3	24,9	76,3	753	0,6
19	01.00	1,3	24,3	75,6	752	0,5
20	02.00	1,3	23,6	79,3	752	0,5
21	03.00	1,3	25	70,7	752	0,6
22	04.00	1,3	24,5	75	752	0,6
23	05.00	1,3	24,4	78	753	0,6
24	06.00	1,3	24,8	73,5	753	0,7

## 2. Demak Ijo

No.	Waktu	Laju alir (m <sup>3</sup> /menit)	Suhu ( <sup>0</sup> C)	Kelembapan (%)	Tekanan (mmHg)	Kecepatan angin (m/s)
1	07.00	1,3	23,1	81	760	1,4
2	08.00	1,3	27	65,2	760	1,3
3	09.00	1,3	35,6	43,8	761	1,9
4	10.00	1,3	30,5	52,4	760	1,9
5	11.00	1,3	30,1	54,4	759	1,6
6	12.00	1,3	31,3	52,8	759	1,5
7	13.00	1,3	35,5	43,6	757	1,5
8	14.00	1,3	32,2	47,6	757	2,2
9	15.00	1,3	31,4	48	756	2,4
10	16.00	1,3	30	43,8	756	2,4
11	17.00	1,3	29,8	47,8	759	1,7
12	18.00	1,3	28,3	51,7	757	1,7
13	19.00	1,3	27,7	50,7	758	1,4
14	20.00	1,3	25,9	65,5	759	0,4
15	21.00	1,3	25,1	66,6	759	0,3
16	22.00	1,3	25,5	68,5	758	0,6
17	23.00	1,3	25	70,1	758	0,7
18	24.00	1,3	24,8	69,5	759	0,7
19	01.00	1,3	24,3	71,3	759	0,6
20	02.00	1,3	24,5	75,3	759	0,4
21	03.00	1,3	24	76,4	760	0,4
22	04.00	1,3	24	78,3	760	0,5
23	05.00	1,3	23	78,8	760	0,4
24	06.00	1,3	23,5	79	760	1,3

### 3. Bandara Adisutjipto

No.	Waktu	Laju alir (m <sup>3</sup> /menit)	Suhu ( <sup>0</sup> C)	Kelembapan (%)	Tekanan (mmHg)	Kecepatan angin (km/jam)
1	07.00	1,3	24,1	80	759	1,5
2	08.00	1,3	15,6	72	759	1,5
3	09.00	1,3	27,1	65,5	759	2
4	10.00	1,3	28,8	59,1	759	1,3
5	11.00	1,3	29,2	54,2	758	1,9
6	12.00	1,3	31	51	757	1,5
7	13.00	1,3	32,1	50	756	1,9
8	14.00	1,3	31,5	52,5	756	2,2
9	15.00	1,3	31,9	52,2	756	2,3
10	16.00	1,3	30,5	55,5	757	2,5
11	17.00	1,3	29,7	57,5	756	1,8
12	18.00	1,3	28,6	59,6	756	2
13	19.00	1,3	28	62,2	757,5	1,9
14	20.00	1,3	27,8	63,7	758	1,8
15	21.00	1,3	27	67,8	758	1,3
16	22.00	1,3	26,5	68,3	758	1,5
17	23.00	1,3	26	69,1	758	1,4
18	24.00	1,3	25,3	70	758	1,3
19	01.00	1,3	25,5	71,2	759	1
20	02.00	1,3	25	73,1	759	0,7
21	03.00	1,3	24,8	75,3	759	0,7
22	04.00	1,3	24	76,2	759	1
23	05.00	1,3	24,3	80,2	759	1,3
24	06.00	1,3	24	80	759	1,5

#### 4. Dunggu

No.	Waktu	Laju alir (m <sup>3</sup> /menit)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Tekanan (mmHg)	Kecepatan angin (m/s)
1	07.00	1,3	25	79,8	759	0,1
2	08.00	1,3	28,2	64,7	759	1
3	09.00	1,3	28	59,5	759	1,7
4	10.00	1,3	29,3	54,9	759	1,7
5	11.00	1,3	31,9	48	760	1,3
6	12.00	1,3	31,3	51	757	1,3
7	13.00	1,3	32,7	47	756	1,3
8	14.00	1,3	31,7	48,7	756	1,8
9	15.00	1,3	31,3	48,6	756	2,4
10	16.00	1,3	30,5	51,3	756	1,7
11	17.00	1,3	28	58,8	757	1,9
12	18.00	1,3	27,1	63,9	757	1
13	19.00	1,3	25,6	68,6	757	0,8
14	20.00	1,3	25,3	71,7	758	0,4
15	21.00	1,3	26,7	72	758	0,4
16	22.00	1,3	26	72,3	758	0,4
17	23.00	1,3	25,6	73,4	758	0,3
18	24.00	1,3	25	73,8	758	0,3
19	01.00	1,3	24,7	75	759	0,2
20	02.00	1,3	24,5	76,3	759	0,3
21	03.00	1,3	24	76,6	759	0,1
22	04.00	1,3	24	78,3	759	0,3
23	05.00	1,3	24,6	79	759	0,2
24	06.00	1,3	24,8	79,5	759	0,2

## Lampiran 2 Perhitungan Konsentrasi TSP

Berikut analisis data koreksi laju alir pada lokasi sampel di *traffic light* Madukismo.

$$Q_s = 1,3 \left( \frac{298 \times 751,92}{(273 + 27,01) \times 760} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = 1,3 \left( \frac{298 \times 751,92}{300,01 \times 760} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = 1,29 \text{ Nm}^3/\text{menit}$$

Berikut analisis data koreksi laju alir pada lokasi sampel di *traffic light* Demak ijo.

$$Q_s = 1,3 \left( \frac{298 \times 758,75}{(273 + 27,59) \times 760} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = 1,3 \left( \frac{298 \times 758,75}{300,59 \times 760} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = 1,29 \text{ Nm}^3/\text{menit}$$

Berikut analisis data koreksi laju alir pada lokasi sampel di *traffic light* pintu masuk Bandara Adisutjipto.

$$Q_s = 1,3 \left( \frac{298 \times 757,89}{(273 + 27,01) \times 760} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = 1,3 \left( \frac{298 \times 757,89}{300,01 \times 760} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = 1,29 \text{ Nm}^3/\text{menit}$$

Berikut analisis data koreksi laju alir pada lokasi sampel di *traffic light* Deggung.

$$Q_s = 1,3 \left( \frac{298 \times 758}{(273 + 27,33) \times 760} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = 1,3 \left( \frac{298 \times 758}{300,33 \times 760} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = 1,29 \text{ Nm}^3/\text{menit}$$

Berikut analisis data volume contoh uji udara dalam keadaan standar pada lokasi pengambilan sampel *traffic light* Madukismo.

$$V_{std} = \frac{\sum_{s=1}^{24} 1,288}{24} \times 24 \times 60$$

$$V_{std} = 1855,49 \text{ Nm}^3$$

Berikut analisis data volume contoh uji udara dalam keadaan standar pada lokasi pengambilan sampel *traffic light* Demak Ijo.

$$V_{std} = \frac{\sum_{s=1}^{24} 1,2933}{24} \times 24 \times 60$$

$$V_{std} = 1862,39 \text{ Nm}^3$$

Berikut analisis data volume contoh uji udara dalam keadaan standar pada lokasi pengambilan sampel *traffic light* Bandara Adisutjipto.

$$V_{std} = \frac{\sum_{s=1}^{24} 1,2938}{24} \times 24 \times 60$$

$$V_{std} = 1863,13 \text{ Nm}^3$$

Berikut analisis data volume contoh uji udara dalam keadaan standar pada lokasi pengambilan sampel *traffic light* Deggung.

$$V_{std} = \frac{\sum_{s=1}^{24} 1,2932}{24} \times 24 \times 60$$

$$V_{std} = 1862,28 \text{ Nm}^3$$

Berikut analisis data konsentrasi TSP pada lokasi pengambilan sampel di *traffic light* Madukismo.

$$C = \frac{(0,2541) \times 10^6}{1855,49}$$

$$C = 136,9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

Berikut analisis data konsentrasi TSP pada lokasi pengambilan sampel di *traffic light* Demak Ijo.

$$C = \frac{(0,1979) \times 10^6}{1862,39}$$

$$C = 106,3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

Berikut analisis data konsentrasi TSP pada lokasi pengambilan sampel di *traffic light* pintu masuk Bandara Adisutjipto.

$$C = \frac{(0,2413) \times 10^6}{1863,126}$$

$$C = 129,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

Berikut analisis data konsentrasi TSP pada lokasi pengambilan sampel di *traffic light* Deggung.

$$C = \frac{(0,2404) \times 10^6}{1862,28}$$

$$C = 129,1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

### Lampiran 3 Jumlah Mikroplastik di Lokasi Pengambilan Sampel

#### 1. Madukismo

Warna	Jenis		
	Fragment	Fiber	Film
merah	195	12	
biru	28	5	
hitam	1330	15	123

#### 2. Demak Ijo

Warna	Jenis		
	Fragment	Fiber	Film
merah	132	5	
biru	32	2	
hitam	1616	12	264

#### 3. Bandara Adisutjipto

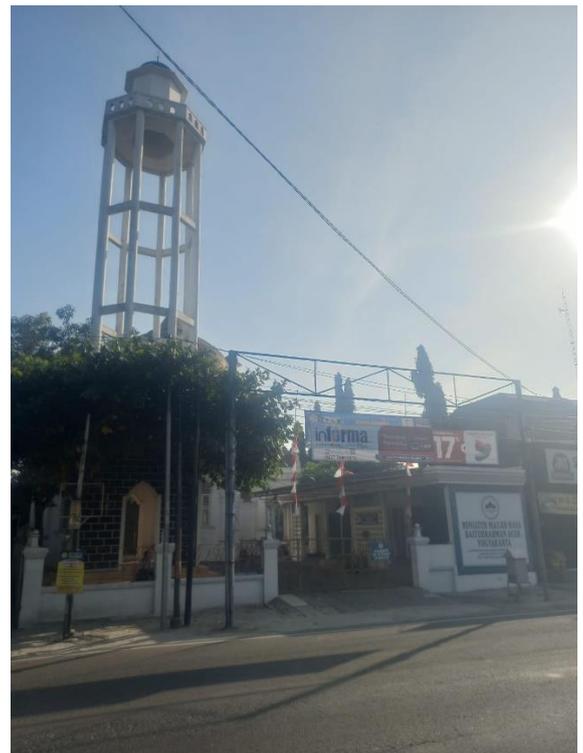
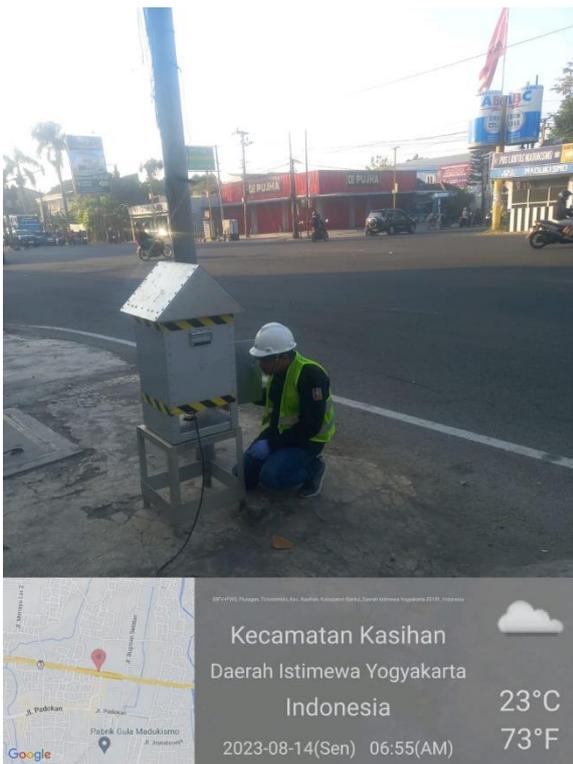
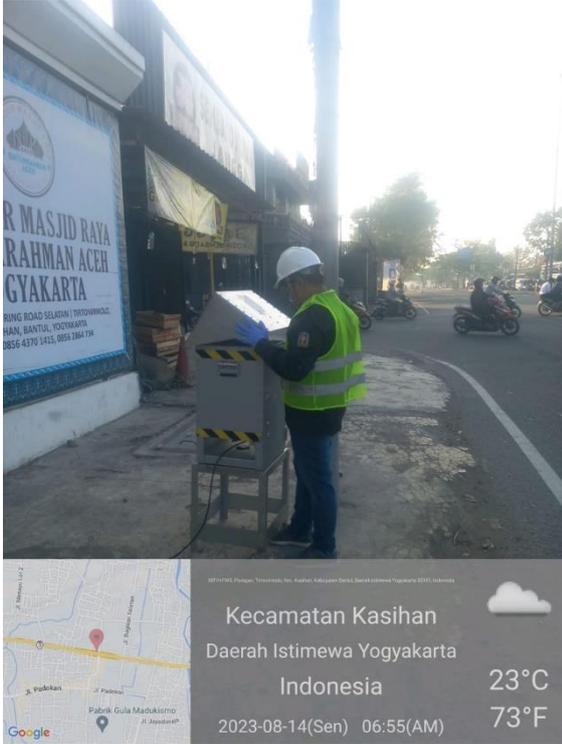
Warna	Jenis		
	Fragment	Fiber	Film
merah	132	2	
biru	31	2	
hitam	1703	10	112

#### 4. Deggung

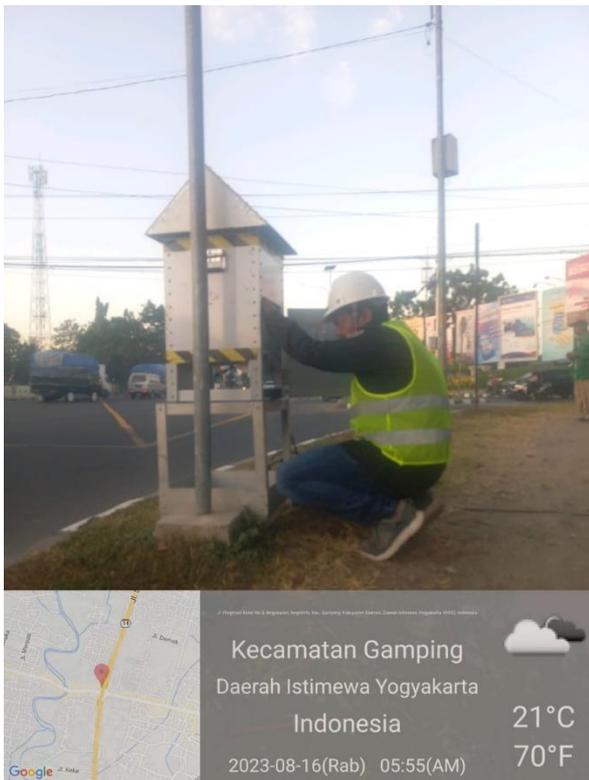
Warna	Jenis		
	Fragment	Fiber	Film
merah	118	3	
biru	24	1	
hitam	1208	7	221

## Lampiran 4 Dokumentasi Pada Saat Pengambilan Sampel

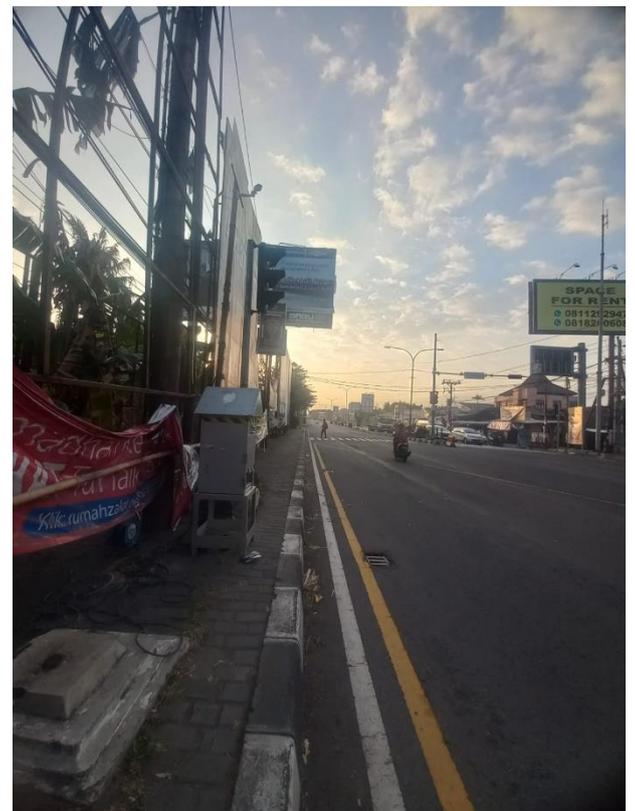
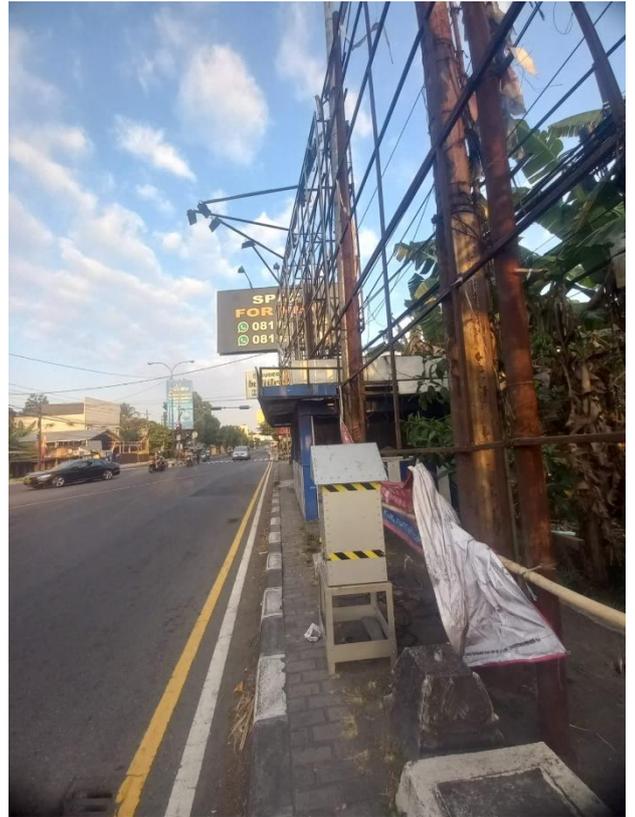
### 1. Madukismo



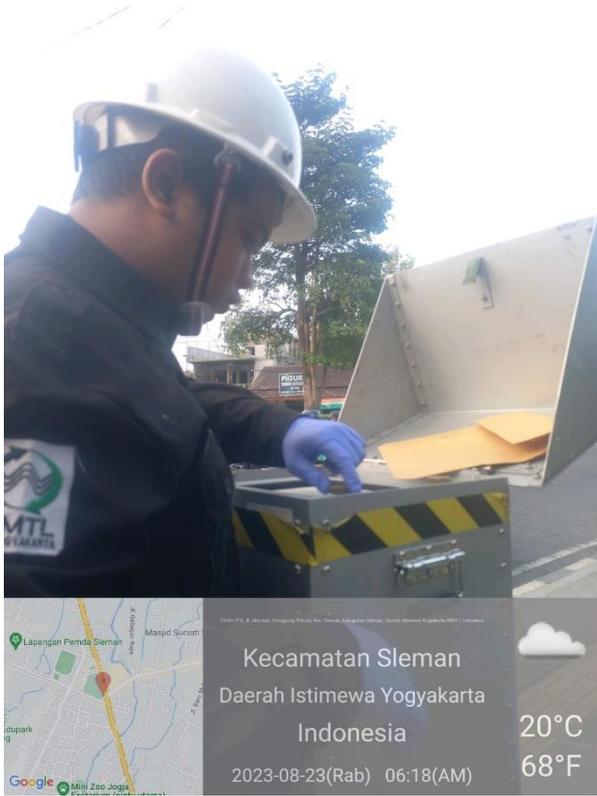
## 2. Demak Ijo



### 3. Bandara Adisutjipto

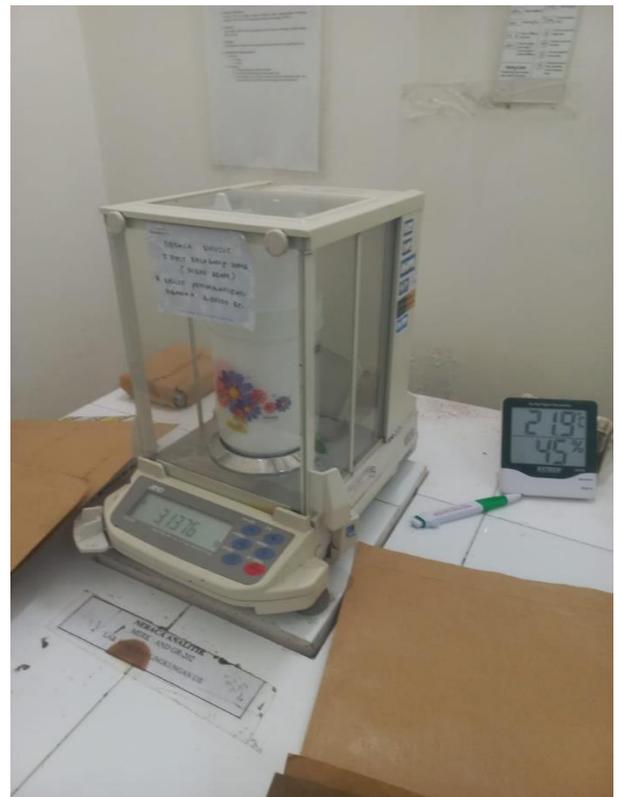


#### 4. Danggung

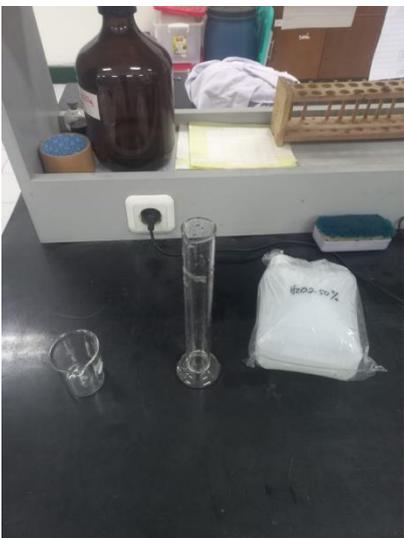
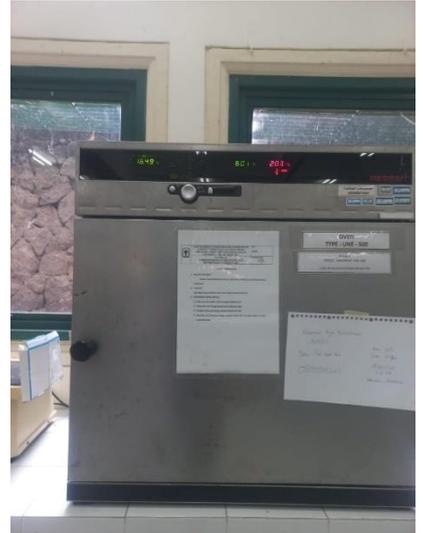
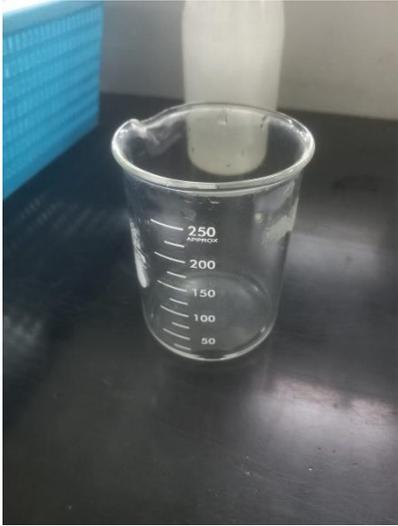


## Lampiran 5 Gambar Alat dan Bahan Penelitian

### 1. Analisis konsentrasi TSP



## 2. Analisis mikroplastik



## **RIWAYAT HIDUP**

Muhammad Arya Nurrachman atau biasa dipanggil Arya lahir di Jakarta, 11 Oktober 2000. Penulis merupakan putra kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Juara dan Ibu Maryati. Penulis menempuh pendidikan SDN Pulogebang 25 pagi pada tahun 2006-2012 Kemudian melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 172 Jakarta pada tahun 2012-2015 dan Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 107 Jakarta pada tahun 2015-2018. Pada tahun 2019 – sekarang penulis melanjutkan pendidikan S1 di prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.