

TA/TL/2024/1960

TUGAS AKHIR

**IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK DI UDARA AMBIEN DARI
POLUTAN PM_{2,5} DI PERMUKIMAN YOGYAKARTA**

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



IHSANUDDIEN NASHRULLAAH

19513246

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2024

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK DI UDARA AMBIEN DARI POLUTAN PM_{2,5} DI PERMUKIMAN YOGYAKARTA

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



Disusun Oleh:

IHSANUDDIEN NASHRULLAAH

19513246

Disetujui:

Pembimbing 1

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

NIK. 155131304

Tanggal: 20/1/2025

Pembimbing 2

Dr. Supha Rahmawati, S.T., M.T.

NIK. 155131313

Tanggal: 15/1/25

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII:

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

NIK.045130401

Tanggal : 20/1-2025

HALAMAN PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK DI UDARA AMBIEN DARI
POLUTAN PM_{2,5} DI PERMUKIMAN YOGYAKARTA**

Telah diterima dan disahkan oleh tim penguji

Hari : Senin

Tanggal : 20 Januari 2025

Disusun Oleh :

IHSANUDDIEN NASHRULLAAH

19513246

Tim Penguji :

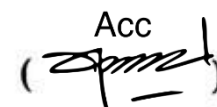
Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

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

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

()

() 15/25

Acc
()

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, 15 Januari 2025

Yang membuat pernyataan,



Ihsanuddien Nashrullaah

NIM: 19513246

PRAKATA

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas segala karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Identifikasi Mikroplastik di Udara Ambien dari Polutan PM_{2,5} di Permukiman Yogyakarta”. Tugas akhir ini merupakan tahapan terakhir yang ditempuh mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan sarjana di bidang Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini penulis melibatkan pihak-pihak dalam proses penelitian ini. Maka dari itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan apresiasi kepada pihak-pihak yang sudah memberi dukungan, bimbingan dan masukan. Untuk itu penulis ucapkan terima kasih dan apresiasi ini kepada :

1. Allah SWT atas rahmat, nikmat, dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang sudah memberikan dukungan dan doa.
3. Dosen pembimbing Tugas Akhir Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. dan Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.t., M.t. dan juga dosen penguji Bapak Luqman Hakim, S.T., M.Si. yang sudah berkenan untuk meluangkan waktu dan kesempatan serta saran dan masukan yang sudah diberikan.
4. Staff Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan UII yang memberikan bantuan dan arahan selama penulis menggunakan laboratorium.
5. Teman-teman yang sudah memberikan masukan dan saran serta menemani dan mendampingi pada saat pengambilan contoh uji.
6. Ketua Rt 01 Pogung Kidul dan Ketua Rt 09 Kragilan, Kutu Wates yang sudah memberikan izin dan pemakaian sumber listrik kepada penulis untuk pengambilan contoh uji di wilayah permukiman yang dinaungi.

Demikian prakata yang dapat penulis sampaikan, dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan, Oleh

karena itu penulis memerlukan kritikan dan saran yang membangun untuk melengkapi dan memperbaiki laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada penulis dan semua pihak.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 15 Januari 2025

Penulis,

Ihsanuddien Nashrullaah

ABSTRACT

IHSANUDDIEN NASHRULLAAH. Identification of Microplastics in Ambient Air from PM_{2.5} Pollutants in Yogyakarta Settlements. Supervised by Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D., and Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Settlement is one of the important factors for humans, which is used as a place to live. Increasingly dense settlements can cause environmental problems, one of which is waste. This unprocessed waste can cause microplastics. Microplastics are a type of plastic with a size of <5 mm which can be formed from the friction of vehicle tires, degradation of waste, and also burning of waste. In this research, the method used was to take air samples with PM_{2.5} parameters using HVAS which was then carried out laboratory tests to determine the microplastic content and carried out in two settlements, namely Pogung Kidul and Kragilan. The concentration of PM_{2.5} in Pogung Kidul on weekend is 54.3 µg/Nm³, Pogung Kidul on weekday 48.2 µg/Nm³, Kragilan on weekend 36.9 µg/Nm³, Kragilan on weekday 39.7 µg/Nm³. The abundance of microplastics found respectively was 1.28 particles/Nm³, 1.1 particles/Nm³, 0.78 particles/Nm³, 0.86 particles/Nm³. The types of microplastic particles found were fragments, films and fibers, with the most common type found being fragments with a percentage of 83.41%. Meanwhile, the colors of the microplastics found were black, transparent, and brown with percentages of 52.37%, 42.39%, 5,24%, respectively.

Keywords : Settlement, PM_{2.5}, Microplastic, Waste.

ABSTRAK

IHSANUDDIEN NASHRULLAAH. Identifikasi Mikroplastik di Udara Ambien dari Polutan PM_{2,5} di Permukiman Yogyakarta. Dibimbing oleh Adam Rus Nugroho, S.T., M.T.,Ph.D., dan Dr..Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Permukiman merupakan salah satu faktor yang penting bagi manusia, yang digunakan sebagai tempat hunian. Semakin padatnya permukiman dapat menyebabkan masalah pada lingkungan, salah satunya adalah sampah. Sampah yang tidak diolah ini dapat menimbulkan mikroplastik. Mikroplastik adalah jenis plastik yang memiliki ukuran < 5 mm yang bisa terbentuk dari gesekan ban kendaraan, degradasi sampah, dan juga pembakaran sampah. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah dengan mengambil sampel udara dengan parameter PM_{2,5} menggunakan HVAS yang kemudian dilakukan uji laboratorium guna mengetahui kandungan mikroplastik dan dilakukan di dua permukiman yaitu Pogung Kidul dan Kragilan. Konsentrasi PM_{2,5} yang terdapat pada Pogung Kidul saat akhir pekan berjumlah 54,3 µg/Nm³, Pogung Kidul saat hari kerja 48,2 µg/Nm³, Kragilan saat akhir pekan 36,9 µg/Nm³, Kragilan saat hari kerja 39,7 µg/Nm³. Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan secara berturut-turut adalah 1,28 Partikel/Nm³, 1,1 Partikel/Nm³, 0,78 Partikel/Nm³, 0,86 Partikel/Nm³. Jenis partikel mikroplastik yang ditemukan yaitu fragmen, film dan fiber, dengan jenis yang paling banyak ditemukan yaitu fragmen dengan presentase 83,41%. Sedangkan warna mikroplastik yang ditemukan yaitu hitam, transparan, dan coklat dengan presentase jumlahnya secara berturut-turut adalah 52,37%, 42,39%, 5,24%.

Kata Kunci : Permukiman, PM_{2,5}, Mikroplastik, Sampah

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	v
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II.....	4
2.1 Pencemaran Udara.....	4
2.2 PM _{2,5}	5
2.3 Mikroplastik.....	6
2.4 Penelitian Terdahulu.....	8
BAB III.....	14
3.1 Alur Penelitian.....	14
3.2 Lokasi Pengambilan Sampel.....	15
3.3 Persiapan pengambilan Sampel.....	16
3.4 Pengambilan Sampel.....	16
3.5 Analisis Sampel.....	18
3.6 Analisis Data.....	22
BAB IV.....	24
4.1. Hasil observasi Lokasi Penelitian.....	24
4.2 Perhitungan Konsentrasi PM _{2,5}	25
4.3 Perhitungan dan Identifikasi Mikroplastik.....	30
4.4 Pembahasan.....	42

BAB V.....	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	51
RIWAYAT HIDUP	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....	8
Tabel 3.1 Alat dan bahan identifikasi mikroplastik.....	20
Tabel 3.2 Perbandingan data mikroplastik.....	22
Tabel 4.1 Selisih berat awal dan berat akhir filter.....	26
Tabel 4.2 Rata-rata data pendukung meteorologi.....	26
Tabel 4.3 Jumlah kendaraan.....	28
Tabel 4.4 Perbandingan konsentrasi PM _{2,5}	28
Tabel 4.5 Jumlah dan kelimpahan mikroplastik.....	30
Tabel 4.6 Jenis mikroplastik.....	36
Tabel 4.7 Sumber dan dampak polimer.....	38
Tabel 4.8 Perbandinagn jenis mikroplastik.....	40
Tabel 4.9 Perbandingan warna mikroplastik.....	42
Tabel 4.10 Perbandingan rata-rata kelimpahan mikroplastik penelitian terdahulu.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Persebaran mikroplastik di udara	7
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	14
Gambar 3.2 Lokasi penelitian	15
Gambar 3.3 Diagram alir pengambilan sampel.....	18
Gambar 3.4 Diagram alir analisis mikroplastik	21
Gambar 4.1 Pengambilan sampel di Pogung Kidul	25
Gambar 4.2 Pengambilan sampel di Kragilan.....	25
Gambar 4.3 Grafik konsentrasi $PM_{2,5}$	27
Gambar 4.4 Perbandingan konsentrasi $PM_{2,5}$ dengan jumlah kendaraan	29
Gambar 4.5 Korelasi antara $PM_{2,5}$ dan jumlah kendaraan	29
Gambar 4.6 Grafik jumlah dan kelimpahan mikroplastik.....	31
Gambar 4.7 Korelasi kelimpahan mikroplastik dan konsentrasi $PM_{2,5}$	32
Gambar 4.8 Korelasi kelimpahan mikroplastik dan jumlah kendaraan	33
Gambar 4.9 <i>Backward Trajectories</i> di Pogung Kidul Akhir pekan	34
Gambar 4.10 <i>Backward Trajectories</i> di Pogung Kidul Hari kerja.....	35
Gambar 4.11 <i>Backward Trajectories</i> di Kragilan Akhir pekan.....	35
Gambar 4.12 <i>Backward Trajectories</i> di Kragilan Hari kerja	35
Gambar 4.13 Uji FTIR mikroplastik.....	37
Gambar 4.14 Grafik jumlah mikroplastik berdasarkan jenis	39
Gambar 4.15 Presentase mikroplastik berdasarkan jenis.....	39
Gambar 4.16 Grafik jumlah mikroplastik berdasarkan warna	41
Gambar 4.17 Presentase mikroplastik berdasarkan warna.....	41
Gambar 4.18 Grafik perbandingan kelimpahan mikroplastik.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Konsentrasi PM _{2,5}	51
Lampiran 2 Perhitungan Kelimpahan Mikroplastik.....	53
Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Sampel.....	54
Lampiran 4 Dokumentasi Identifikasi PM _{2,5} dan Mikroplastik di Laboratorium	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan masifnya perkembangan zaman, pencemaran udara menjadi masalah lingkungan yang semakin meningkat. Salah satu jenis pencemar udara yang paling berbahaya adalah PM_{2,5}, yang merujuk pada partikel-partikel halus dengan ukuran kurang dari 2,5 mikrometer (μm). PM_{2,5} dapat menyebar dengan cepat dan jauh di udara karena ukurannya yang kecil. Karena ukurannya yang sangat kecil, PM_{2,5} dapat masuk jauh ke dalam jaringan paru-paru manusia yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan (Gusnita & Cholianawati, 2019). PM_{2,5} berasal dari proses pembakaran yaitu kendaraan dan kegiatan industri (Rezza, 2021). PM_{2,5} juga tersebar ke permukiman penduduk.

Permukiman merupakan salah satu hal yang penting bagi manusia. Permukiman dapat didefinisikan sebagai kawasan yang didominasi oleh lingkungan hunian dengan fungsi utama sebagai tempat tinggal yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana lingkungan dan tempat kerja yang memberikan pelayanan dan dukungan untuk kehidupan (Hariyanto, 2010). Kawasan permukiman yang padat dapat memunculkan isu terhadap lingkungan, salah satunya adalah sampah. Pengelolaan sampah yang belum maksimal dikendalikan oleh ekonomi, sosial budaya maupun penerapan teknologi (Tandipau dkk, 2022). Di kawasan permukiman sumber mikroplastik dapat berasal dari limbah cucian, produk perawatan pribadi dan limbah domestik (Wicaksono dkk, 2021).

Menurut observasi yang dilakukan di dusun Dukuh, Godean, Sleman sebanyak 54,5% masyarakat masih memiliki sikap tidak baik dalam mengelola sampah, yaitu dengan membakar tumpukan sampah rumah tangga (Mulasari, 2012). Pembakaran sampah plastik dapat menyebabkan mikroplastik (Yuhana, 2023). Proses pembentukan mikroplastik ini bisa disebut degradasi. Buruknya pengelolaan sampah di Indonesia, khususnya sampah plastik, sampah tersebut dibiarkan di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan dan degradasi plastik menjadi mikroplastik (Suharyo, 2023).

Mikroplastik adalah semua jenis plastik yang memiliki ukuran $< 5\text{mm}$ (Fitriyah dkk, 2022). Mikroplastik terbentuk dari hasil degradasi oleh proses fisik, kimiawi, maupun biologis (Safaat, 2021). Paparan lingkungan terhadap mikroplastik tergantung pada distribusi sumbernya (Pratiwi, 2020). Sumber potensial dari mikroplastik yang terbawa udara termasuk bahan dari bangunan, insinerasi limbah, tempat pembuangan sampah (Dris dkk., 2016) produk yang terbuat dari plastik, seperti kabel listrik, elektronik dan tekstil. Mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui sistem pencernaan (Digestion) dan sistem pernafasan (Inhalation). Mikroplastik yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat menyebabkan gangguan saluran pernafasan (Supit dkk, 2022). Pencegahan ataupun pengelolaan mikroplastik bisa dilakukan, salah satu caranya dengan mengurangi penggunaan plastik, pengelolaan yang paling umum dilakukan yaitu 3R (Reuse, Reduce, Recycle) (Fathulloh dkk, 2021). Pemanfaatan 3R dapat mereduksi sampah sebesar 7,3% (Herliansa, 2022). Selain itu, pengelolaan sampah plastik bisa dilakukan dengan pemanfaatan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dan pembakaran sampah plastik langsung. Meskipun demikian, solusi pengelolaan tersebut dinilai masih memiliki kelemahan, terutama pada pembakaran sampah yang dapat menimbulkan masalah baru ke lingkungan (Yuhana, 2023).

Dengan latar belakang yang sudah dipaparkan di atas dan dari penelitian-penelitian mikroplastik yang sudah dilakukan di Yogyakarta, belum terdapat penelitian mikroplastik yang mewakili permukiman di Yogyakarta, maka dari itu penulis berpandangan perlu untuk melakukan penelitian untuk mengidentifikasi mikroplastik yang berada di kawasan permukiman di Yogyakarta.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana potensi keberadaan kandungan mikroplastik yang terdapat pada $\text{PM}_{2.5}$ di kawasan permukiman di Sleman Yogyakarta?
2. Bagaimana limpahan dan karakteristik mikroplastik di kawasan permukiman Sleman Yogyakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kandungan mikroplastik yang terdapat pada PM_{2,5} di kawasan permukiman di Sleman Yogyakarta.
2. Mengetahui kelimpahan dan karakteristik mikroplastik di Kawasan permukiman di Sleman Yogyakarta sebagai sumber informasi dimasa mendatang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan pemahaman mengenai kelimpahan dan karakteristik mikroplastik.
2. Meningkatkan wawasan mengenai bahaya mikroplastik bagi lingkungan dan kesehatan.
3. Meningkatkan pemahaman untuk masyarakat terhadap potensi adanya mikroplastik di permukiman.
4. Sebagai referensi untuk penelitian mengenai mikroplastik dimasa mendatang.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup penelitian ini adalah:

1. Lokasi pengambilan sampel di dua permukiman di Yogyakarta yang terdapat tempat pengumpulan sampah, dengan kepadatan penduduk padat dan rendah.
2. Mikroplastik yang diambil berasal dari polutan PM_{2,5}
3. Karakteristik mikroplastik yang dianalisis pada penelitian ini adalah jumlah, jenis, dan warna mikroplastik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Menurut World Health Organization (WHO), pencemaran udara adalah salah satu risiko lingkungan terbesar terhadap kesehatan manusia, yang berkontribusi pada penyakit pernapasan, kardiovaskular, bahkan kematian dini. Zat kontaminan yang mencemari udara disebut polutan. Polutan adalah zat kontaminan yang berada di udara dan bisa ditemukan dalam berbagai bentuk (Arty, 2005). Pencemaran udara terbagi menjadi dua, yaitu pencemaran udara primer dan pencemaran udara sekunder. Pencemaran udara primer adalah pencemaran udara yang sumber pencemarnya berasal langsung dari sumbernya, bergerak maupun diam, antara lain adalah CO, CO₂, SO₂, dan partikulat. Sedangkan pencemaran udara sekunder adalah pencemaran udara yang sumbernya terbentuk karena mengalami proses kimia di atmosfer, antara lain adalah Ozon (O₃), dan hujan asam (Yasir, 2021). Pencemaran udara bisa diketahui melalui parameter pencemaran udara atau bisa disebut juga sebagai indikator untuk mengetahui kualitas udara atau tingkat pencemaran udara. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup, parameter pencemar udara yaitu, CO, NO₂, SO₂, O₃, HC, dan Partikulat. Polutan yang merupakan salah satu parameter pencemaran udara adalah zat kontaminan yang berada di udara dan bisa ditemukan dalam berbagai bentuk (Arty, 2005). Salah satu parameter pencemaran udara adalah partikulat.

Partikulat merupakan istilah yang digunakan untuk partikel padat atau cair yang sangat kecil. Karakter fisik partikulat yang paling utama adalah ukuran dan distribusinya. Partikulat dibagi menjadi partikulat *inhalable* atau partikulat yang terhirup dan tertahan di saluran pernapasan atas atau hidung, kemudian *breathable* atau partikulat terhirup yang dapat masuk sampai paru-paru. Partikulat dibedakan menjadi dua, yaitu partikel halus (ukuran kurang dari 2,5 µm) dan partikel kasar (ukuran lebih dari 2,5 µm) (Asis, 2021). Berdasarkan ukurannya tersebut, jenis partikulat antara lain adalah TSP (*Total Suspended Particulate*) dengan ukuran <100 µm, PM₁₀ dengan ukuran <10 µm, dan PM_{2,5} dengan ukuran 2,5 µm. Sifat partikulat

adalah kemampuannya sebagai tempat adsorpsi dan kimisorpsi. Partikulat juga memiliki dampak bagi tanaman, Sumber partikulat berasal dari industri, kendaraan, dan juga bencana alam seperti gunung meletus dan kebakaran hutan. Sumber partikulat yang berukuran diameter diantara 1 – 10 mikron biasanya termasuk tanah, debu, dan produk-produk pembakaran dari industri lokal, dan pada tempat-tempat tertentu juga terdapat garam laut. Partikulat yang mempunyai diameter antara 0,1-1 mikron berasal dari sumber-sumber kebakaran (Ratnani, 2008).

2.2 PM_{2,5}

Particulate matter (PM) 2,5 adalah partikel halus berukuran kurang dari 2,5 µm atau disimbolkan oleh PM_{2,5} (Mukhtar dkk, 2013). PM_{2,5} adalah salah satu jenis polutan yang berbahaya yang dapat masuk ke dalam jaringan paru-paru manusia yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan (Gusnita & Cholianawati, 2019). PM_{2,5} termasuk dalam partikulat *breathable* karena ukurannya yang kecil. Terbentuknya PM_{2,5} karena terjadi kombinasi dari sumber-sumber PM_{2,5} dan reaksi kimia yang terjadi di atmosfer. Komponen utama yang menyusun PM_{2,5} antara lain, karbon hitam *polycyclic aromatic hydrocarbons*, *aryl hydrocarbons*, *volatile organic hydrocarbons*, logam berat, senyawa organik, mineral, ion organik, dan bahan biologis (Fauzan dkk, 2024). Penelitian yang dilakukan di Beijing, China, menemukan bahwa Aerosol Karbon menyusun 69% PM_{2,5}, yang terbagi dari Debu 20%, *Secondary Sulfate* 17%, *Secondary Nitrate* 10%, pembakaran batu bara 7%, pembakaran diesel dan bensin 7%, *Secondary Ammonium* 6%, aerosol biomassa 6%, asap rokok 1% dan detritus vegetatif 1% (Zheng dkk, 2005). Pada penelitian lain yang juga dilakukan di Beijing, China, sumber mikroplastik yang ditemukan yaitu, *Secondary Sulfate*, lalu lintas, *Secondary Nitrate*, pembakaran biomassa, pembakaran batu bara, dan debu. Dari sumber-sumber tersebut, lalu lintas, *Secondary Sulfate*, dan pembakaran batu bara ditemukan paling tinggi pada musim dingin, sedangkan debu dan *Secondary Nitrate* paling tinggi pada musim semi, dan pembakaran biomassa pada musim panas (Zikova dkk, 2016). Ini menunjukkan

bahwa cuaca atau meteorologi dapat mempengaruhi besaran sumber $PM_{2,5}$ dan konsentrasi $PM_{2,5}$ itu sendiri.

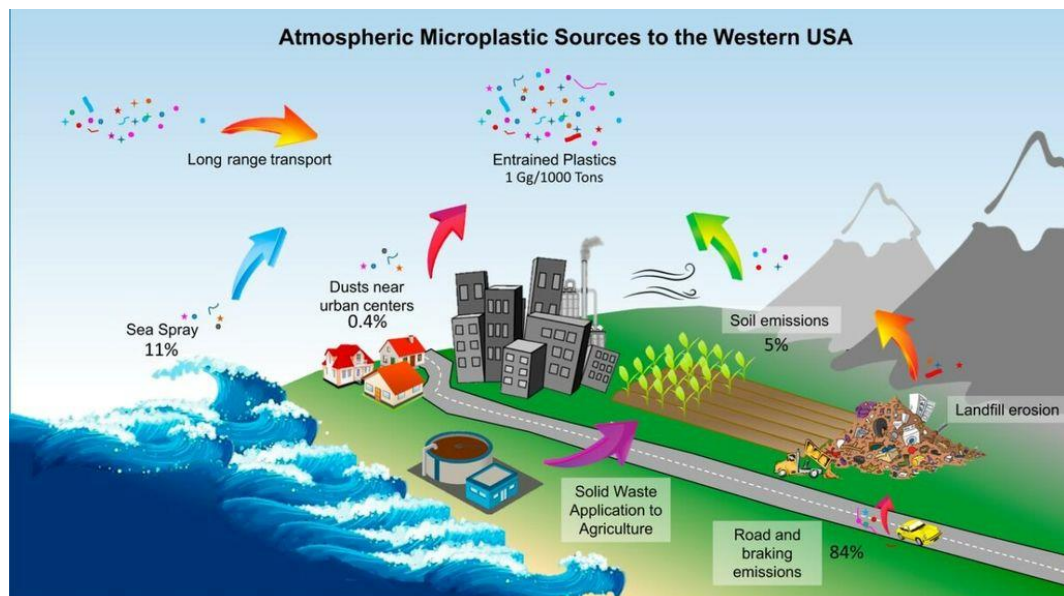
Kenaikan konsentrasi $PM_{2,5}$ tiap $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dapat meningkatkan risiko kematian dan kardiopulmoner dan kanker paru-paru sebanyak 4%, 6%, 8% (Xing Yu-Fei dkk, 2015). $PM_{2,5}$ juga dapat memberikan dampak negatif dalam pertumbuhan tinggi badan, dimana paparan partikulat telah menurunkan status gizi tinggi badan menurut umur sebesar 0,41 atau ekuivalen dengan 3,4 cm (Ihsan dkk, 2021). Durasi pajanan juga mempengaruhi $PM_{2,5}$ yang dihirup oleh tubuh. Semakin panjang durasi pajanan, maka intake $PM_{2,5}$ yang diterima individu semakin besar (Rosalia dkk, 2018). Menurut PP No 22 Tahun 2021 baku mutu $PM_{2,5}$ adalah $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk waktu pengukuran 24 jam dan $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk waktu pengukuran 1 tahun. Rata-rata konsentrasi $PM_{2,5}$ di Yogyakarta pada tahun 2023 adalah $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.3 Mikroplastik

Mikroplastik adalah fragmen dari semua jenis plastik yang panjangnya $< 5\text{mm}$ (0,20 inci), menurut Administrasi Kelautan dan Atmosfer AS (NOAA) dan Badan Kimia Eropa. Mikroplastik menyebabkan polusi dengan memasuki ekosistem dari berbagai sumber, kosmetik, pakaian, kemasan, dan proses industri (Dewi, 2022). Mikroplastik terbentuk karena proses degradasi, proses degradasi berawal dari plastik besar yang akan terdegradasi menjadi plastik berukuran makro ($>20\text{mm}$) kemudian terdegradasi menjadi plastik berukuran meso (2-20mm) setelah itu, melalui waktu yang panjang plastik meso akan terdegradasi menjadi partikel terkecil berukuran mikro ($<5\text{mm}$) atau yang sering disebut dengan mikroplastik (Shafani dkk, 2022). Sumber mikroplastik yang tersebar di lingkungan berasal dari limbah plastik, fotooksidasi akibat sinar matahari, ban bekas kendaraan, dan proses industri (Syafei, 2019). Istilah mikroplastik digunakan untuk membedakan dari sampah plastik yang lebih besar, seperti botol plastik. Dua klasifikasi mikroplastik saat ini yang diakui adalah mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder (Boucher, 2017).

Mikroplastik primer adalah potongan-potongan kecil plastik yang sengaja dibuat yang biasanya digunakan dalam kosmetik atau dalam peledakan udara (Karbalaie,

2018). Mikroplastik memiliki beberapa jenis, antara lain fiber, filamen, fragmen (Sari dkk, 2021). Penelitian di TPST Piyungan Yogyakarta, jenis mikroplastik fragmen dengan warna hitam adalah jenis paling umum yang ditemukan, kemudian jenis film dengan warna coklat terbanyak kedua (Pradana, 2023). Mikroplastik sebagian besar dihasilkan oleh sumber-sumber dari darat (80%) dan juga sumber-sumber dari laut (20%) (Barboza dkk, 2019) dan mikroplastik mampu menyebar ke seluruh dunia karena sifatnya yang ringan, daya tahan, daya apung, bentuk, dan warnanya. Sumber mikroplastik di permukiman bisa berasal dari limbah cucian, produk perawatan pribadi, dan limbah domestik. Penyebaran mikroplastik terjadi karena udara yang membawa partikel-partikel plastik yang menjadi mikroplastik yang kemudian bercampur dengan debu. Menurut penelitian yang dilakukan Janice Brahney, dkk, mikroplastik yang terbawa di atmosfer paling banyak disebabkan oleh debu jalan dengan presentasi 84% kemudian sumber mikroplastik dari laut sebesar 11%, sumber ini memiliki massa ringan yang kemudian terbawa oleh angin dan kemudian menyebar ke seluruh dunia, sampah yang tertimbun dan terdegradasi juga salah satu sumber mikroplastik yang berada di atmosfer.



Gambar 2.1 Persebaran mikroplastik di udara
Sumber : Brahney, Jenice, dkk, 2021.

Dampak pada kesehatan yang disebabkan oleh mikroplastik termasuk pelemahan kekebalan tubuh, efek pada kesuburan, dan perkembangan tumor (Alhamzi, 2024). Batuk dan bersin merupakan salah satu cara alami untuk mengeluarkan mikroplastik.

2.4 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah hasil penelitian-penelitian sebelumnya yang bisa dijadikan acuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Shruti dkk, 2022	<i>Occurrence and characteristics of atmospheric microplastics in Mexico City</i>	Penelitian ini dilakukan di tujuh titik pemantauan (perkotaan, perumahan, dan industri) dan dilakukan pada musim kemarau dan musim hujan. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi mikroplastik $0.205 \pm 0.061 \text{ m}^{-3}$ pada PM_{10} dan $0.110 \pm 0.055 \text{ m}^{-3}$ pada $\text{PM}_{2.5}$ dengan kelimpahan mikroplastik dengan jumlah yang lebih besar terdapat pada lokasi yang dekat dengan pusat industri dan perkotaan.

		Sedangkan perbedaan konsentrasi mikroplastik pada musim kemarau dan hujan dengan rasio rata-rata $PM_{2.5}/PM_{10}$ adalah 0.576.
Maharani, 2023	<i>Identifikasi Mikroplastik Di Udara Pada Polutan Total Suspended Particulate (TSP) dan Particulate Matter ($PM_{2.5}$, PM_{10}) Di Ringroad Kota Yogyakarta</i>	Pengambilan sampel dilakukan di area Ringroad Yogyakarta dengan sampel yang diambil polutan TSP, $PM_{2.5}$, dan PM_{10} . Pengambilan sampel menggunakan <i>High Volume Air Sampler</i> (HVAS). Hasil yang didapat jumlah mikroplastik pada Ringroad Yogyakarta paling tinggi terletak pada Ringroad Timur sebanyak 1463 partikel mikroplastik, Ringroad Utara sebanyak 1379 partikel mikroplastik, Ringroad Selatan sebanyak 1001 partikel mikroplastik dan Ringroad Barat sebanyak 724 partikel mikroplastik. Jenis

		<p>teridentifikasi menjadi 3 jenis yaitu fragment, fiber dan film dengan 9 variasi warna yaitu hitam, coklat, transparan, merah, hijau, biru, ungu, kuning, dan orange yang ditemukan. Jika diurutkan berdasarkan jenis dan warna mikroplastik yang dominan adalah fragment hitam > film coklat > fiber transparan.</p>
Fauzi, 2023	<p><i>Identifikasi Mikroplastik Udara dan PM_{2.5} pada Sentra Industri Tahu Desa Tropodo Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo</i></p>	<p>Penelitian ini dilakukan di 3 dusun yang meliputi Dusun Klagen, Dusun Balepajang, dan Dusun Areng-Areng. Jenis mikroplastik yang ditemukan di udara Desa Tropodo meliputi fragmen, fiber, dan filamen. Hasil yang ditemukan bahwa mikroplastik yang mendominasi adalah jenis filamen dengan jumlah terbanyak di Dusun Areng-Areng. Kelimpahan mikroplastik</p>

		<p>yang ditemukan pada Dusun Areng-areng memiliki kelimpahan tertinggi yaitu 171/6 jam, Dusun Balepanjang memiliki kelimpahan mikroplastik sebesar 62 / 6 jam, dan dusun Klagen memiliki kelimpahan 38 / 6 jam.</p>
Pradana, 2023	<p><i>Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Udara Di Kawasan Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (Tpst) Piyungan Yogyakarta</i></p>	<p>Penelitian ini dilakukan di kantor TPST Piyungan, Gedung Serbaguna Banyak, dan di Kantor Kelurahan Sitimulyo. Hasil penelitian menemukan 1281 partikel mikroplastik di Kantor TPST Piyungan, 1360 partikel mikroplastik di Gedung Serbaguna Banyak, dan 1203 partikel mikroplastik di Kantor Kelurahan Sitimulyo. Dari hasil penelitian ditemukan mikroplastik jenis fragmen, film, dan fiber. Persentase jenis mikroplastik yang</p>

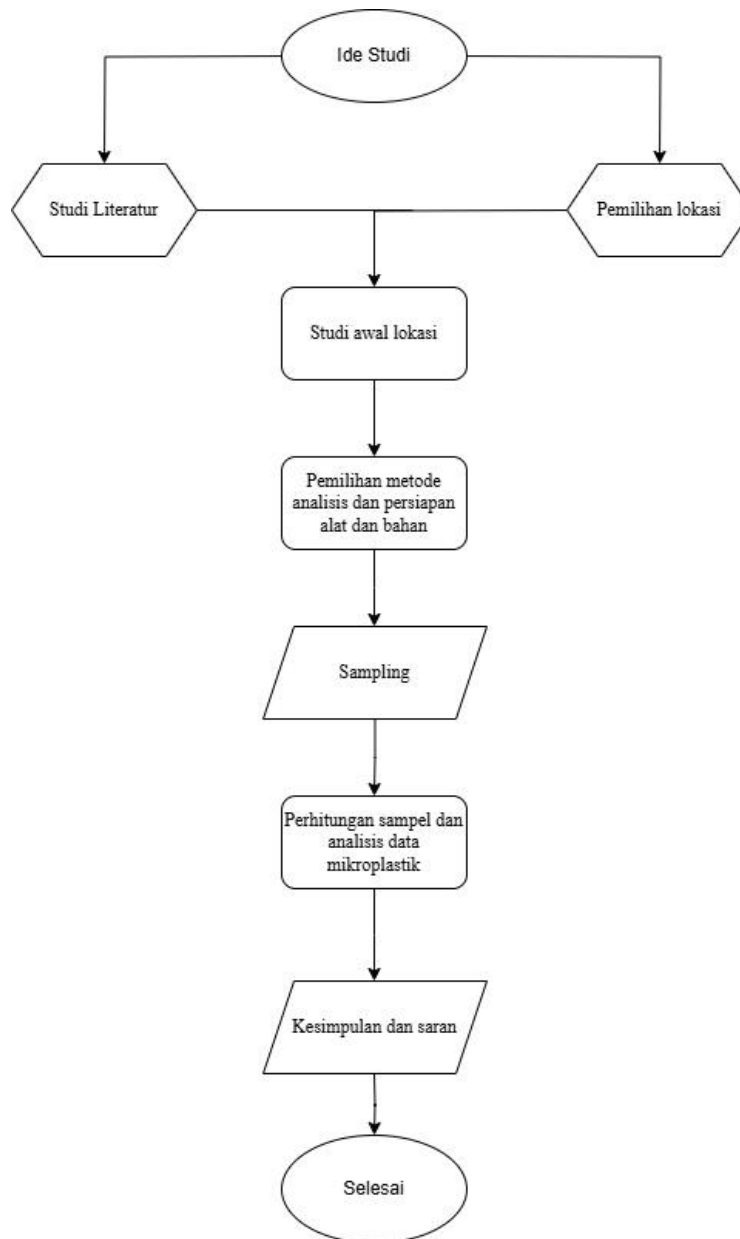
		<p>ditemukan adalah, 45,8% film, 31,4% fragmen, dan 22,8% fiber. Untuk warna yang ditemukan ada 7, warna hitam, coklat, transparan, merah, biru, hijau, dan ungu. Warna hitam adalah warna yang paling banyak ditemukan yaitu sebesar 49% dan warna ungu adalah yang paling sedikit ditemukan sebesar 0,4%.</p>
Nurrachman, 2023	<p><i>Analisis Kandungan Mikroplastik di Udara Serta Total Suspended Particulate (TSP) di Akses Masuk Perkotaan Yogyakarta</i></p>	<p>Penelitian dilakukan di akses masuk perkotaan Yogyakarta, yaitu Madukismo, Demak Ijo, Pintu masuk Bandara Adisutjipto, dan Deggung. Hasil penelitian ini menunjukkan 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</p>

		<p> $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $129,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, 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 $0,92 \text{ partikel}/\text{Nm}^3$, $1,11 \text{ partikel}/\text{Nm}^3$, $1,07 \text{ partikel}/\text{Nm}^3$, dan $0,85 \text{ partikel}/\text{Nm}^3$. 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. </p>
--	--	--

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

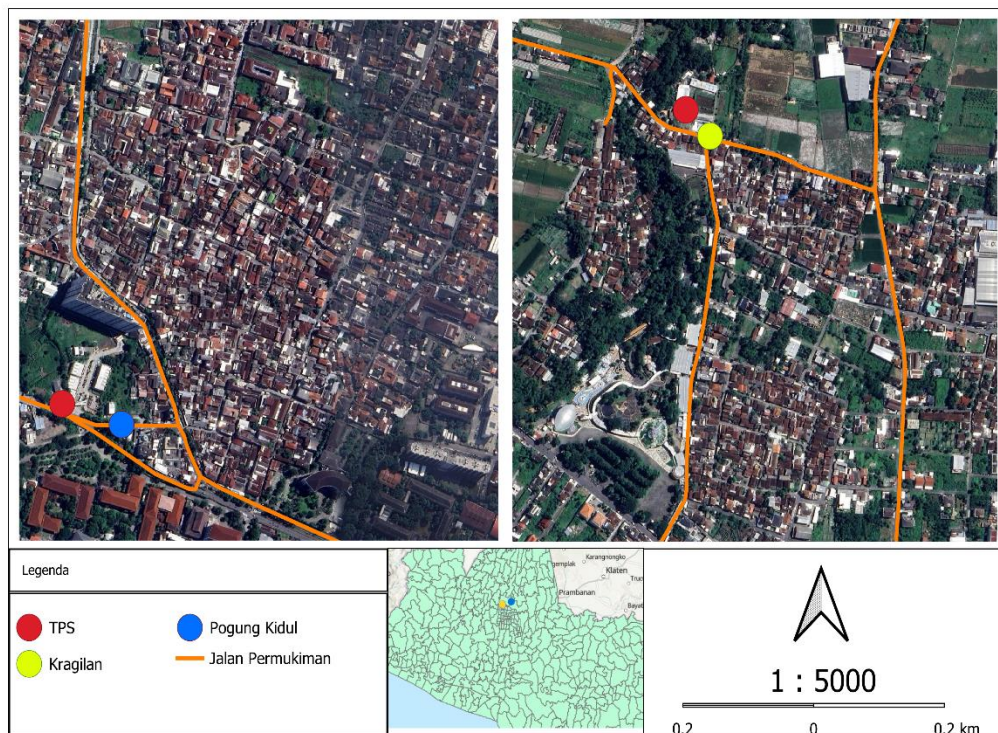
Alur penelitian ini berbentuk diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel ini dilakukan di kawasan permukiman, yang mewakili permukiman dengan kepadatan penduduk padat dan rendah. Lokasi permukiman pertama dengan kepadatan penduduk lebih tinggi berada di Padukuhan Pogung Kidul, (-7.763023, 110.372784), lokasi permukiman kedua dengan kepadatan penduduk lebih rendah berada di Padukuhan Kragilan, (-7.763410, 110.356283). Lokasi pengambilan sampel ini dipilih dengan kriteria, kriteria tersebut diantaranya: Kepadatan penduduk dan terdapat Tempat Pengumpulan Sampah (TPS), dengan pertimbangan adanya degradasi sampah plastik yang terjadi di TPS. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Lokasi penelitian

Menurut data Kelurahan Sinduadi, jumlah penduduk yang tinggal di Pogung Kidul berjumlah 4.325 jiwa dan luas 0,7 km² dengan kepadatan 60 jiwa/ha, sedangkan jumlah penduduk di Kragilan adalah 2.104 jiwa dan luas 0,6 km² dengan

kepadatan 30 jiwa/ha. Menurut Kementrian PUPR kepadatan penduduk dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu: rendah dengan kepadatan penduduk dibawah 150 jiwa/ha, sedang dengan kepadatan penduduk antara 151-200 jiwa/ha, tinggi dengan kepadatan penduduk 201-400 jiwa/ha, sangat padat dengan kepadatan penduduk diatas 400 jiwa/ha.

3.3 Persiapan pengambilan Sampel

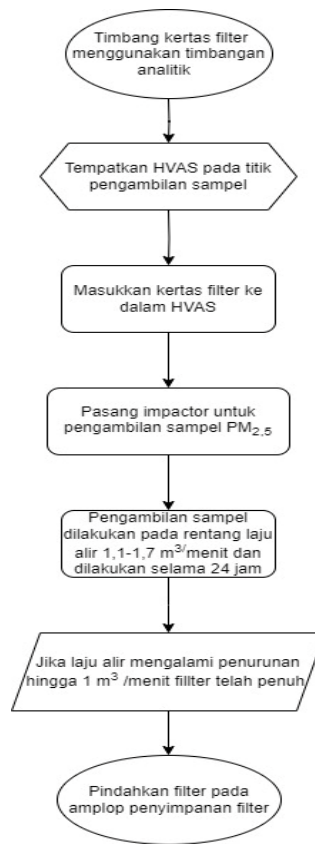
Sebelum melakukan pengambilan sampel, kertas filter didiamkan selama 24 jam di desikator dengan temperature 15°C - 30°C dengan kelembapan relative < 50%. Setelah itu kertas filter ditimbang dengan neraca analitik ketelitian 0,1 mg untuk mengetahui berat awal kertas filter. Pengecekan alat-alat pengambilan sampel juga dilakukan, HVAS dicek untuk memastikan bahwa HVAS dapat berfungsi dengan normal dan juga membersihkan filter dan inlet untuk PM_{2,5} yang akan digunakan untuk mengambil sampel, mengecek kabel roll untuk sumber listrik sepanjang 25 meter untuk memastikan kabel roll dapat terhubung listrik, pengecekan daya anemometer yang akan digunakan untuk mengambil data metereologi, mengecek genset sebagai sumber listrik cadangan untuk mengantisipasi gangguan sumber listrik di lokasi pengambilan sampel, serta menyiapkan map kertas sebagai wadah kertas filter untuk dibawa mengambil sampel.

3.4 Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi pengambilan sampel juga mengacu pada SNI 19.7119.6-2005 tentang Penentuan Lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara ambien. Pengambilan sampel ini dilaksanakan sebanyak 4 kali, yaitu pada hari kerja dan akhir pekan pada setiap lokasi. Pengambilan sampel di Pogung Kidul akhir pekan dilaksanakan pada tanggal 18-19 Mei 2024, Kragilan akhir pekan dilaksanakan pada tanggal 19-20 Mei 2024, Pogung Kidul hari kerja dilaksanakan pada tanggal 21-22 Mei 2024, Kragilan hari kerja dilaksanakan pada tanggal 20-21

Mei 2024. Pengambilan sampel dilakukan selama 1x24 jam disetiap lokasi pengambilan sampel. Pemilihan polutan $PM_{2,5}$ karena menurut EPA ukuran $PM_{2,5}$ yang kecil dan lebih besar berpotensi untuk masuk kedalam tubuh manusia sehingga mikroplastik yang terbawa pada $PM_{2,5}$ juga berpotensi lebih besar masuk kedalam tubuh manusia. Data pendukung juga diambil, yaitu data meteorologi berupa suhu, kecepatan angin, tekanan udara, dan kelembapan. Pengambilan data meteorologi dilakukan menggunakan anemometer. Data meteorologi ini juga berpengaruh terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$, jika suhu udara tinggi konsentrasi $PM_{2,5}$ cenderung meningkat karena terjadi peningkatan emisi dari kendaraan maupun industri, kemudian kecepatan angin juga berpengaruh terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$ karena pada kondisi angin lemah, $PM_{2,5}$ terperangkap di lokasi tersebut, terutama di lokasi permukiman padat penduduk, sebaliknya jika kondisi angin kencang konsentrasi $PM_{2,5}$ terbawa oleh angin dan menyebarkan konsentrasi $PM_{2,5}$ di lokasi lain, kemudian pada kondisi tekanan udara yang rendah $PM_{2,5}$ akan tinggi pada lokasi tersebut karena udara terperangkap pada lokasi tersebut, dan juga jika kelembapan udara tinggi $PM_{2,5}$ dapat bertahan lebih lama di udara karena $PM_{2,5}$ menjadi lebih berat karena dapat menyerap uap air.

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan (*High Volume Air Sampler*) dengan merujuk pada SNI 7119.14 : 2016. HVAS adalah alat yang dipakai untuk mengumpulkan kandungan partikel melalui filtrasi sejumlah besar volume udara di atmosfer dengan memakai pompa vakum kapasitas tinggi yang dilengkapi dengan filter dan alat ukur serta kontrol laju alir. Prinsip kerja dari HVAS yaitu sistem vakum dengan menarik udara sekitar melalui inlet dengan ukuran selektif dan melalui filter berukuran 20,3 x 25,4 cm atau 8" x 10" pada laju alir 1.132 liter/menit (Budiarto Agung, 2014). Hasilnya ditampilkan dalam bentuk satuan massa partikulat yang terkumpul per satuan volume contoh uji udara yang diambil sebagai $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Diagram alir pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram alir pengambilan sampel

3.5 Analisis Sampel

3.5.1. Pengujian PM_{2,5}

Kertas filter fiber yang akan digunakan ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk mendapatkan massa kosong dari filter, dan juga ditimbang setelah filter digunakan. Penimbangan dilakukan untuk mendapatkan berat total filter, kemudian dihitung konsentrasi PM_{2,5}. Sampel PM_{2,5} yang diambil dihitung sesuai dengan rumus yang tertera di SNI 7119.14 : 2016. Alat dan bahan yang dipakai pada pengujian ini yaitu timbangan analitik ketelitian 0,1 mg dan kertas filter. Perhitungan yang dilakukan adalah perhitungan koreksi laju alir pada kondisi standar, volume udara yang diambil, dan konsentrasi PM_{2,5} dalam udara ambien. Adapun rumus yang tertera pada SNI 7119.14 : 2016 adalah sebagai berikut:

1. Koreksi laju alir pada kondisi standar

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

Q_s : Laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar (Nm³ /menit).

Q_0 : Laju alir volume uji (m³ /menit).

T_s : Temperatur standar, standar, 298 K.

T_0 : Temperatur rata-rata aktual (273 + T ukur).

P_s : Tekanan barometrik standar, 101.3 kPa (760 mmHg).

P_0 : Tekanan barometrik.

2. Volume udara yang diambil

$$V_{std} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \times t$$

V_{std} : Volume udara yang diambil (Nm³).

Q_i : Pencatatan laju alir ke – i (Nm³ /menit).

n : Jumlah pencatatan laju alir.

t : Durasi pengambilan contoh uji (menit).

3. Konsentrasi PM_{2,5} dalam udara ambien

$$C = \frac{W^2 - W^1 \times 10^6}{V_{std}}$$

C : Konsentrasi massa partikel tersuspensi (µg/Nm³).

W_1 : Berat filter awal (g).

W_2 : Berat filter akhir (g).

Vstd : Volume contoh uji udara dalam keadaan standar standar (Nm³).

10⁶ : Konversi gram (g) ke mikrogram(μg).

3.5.2. Analisis Mikroplastik

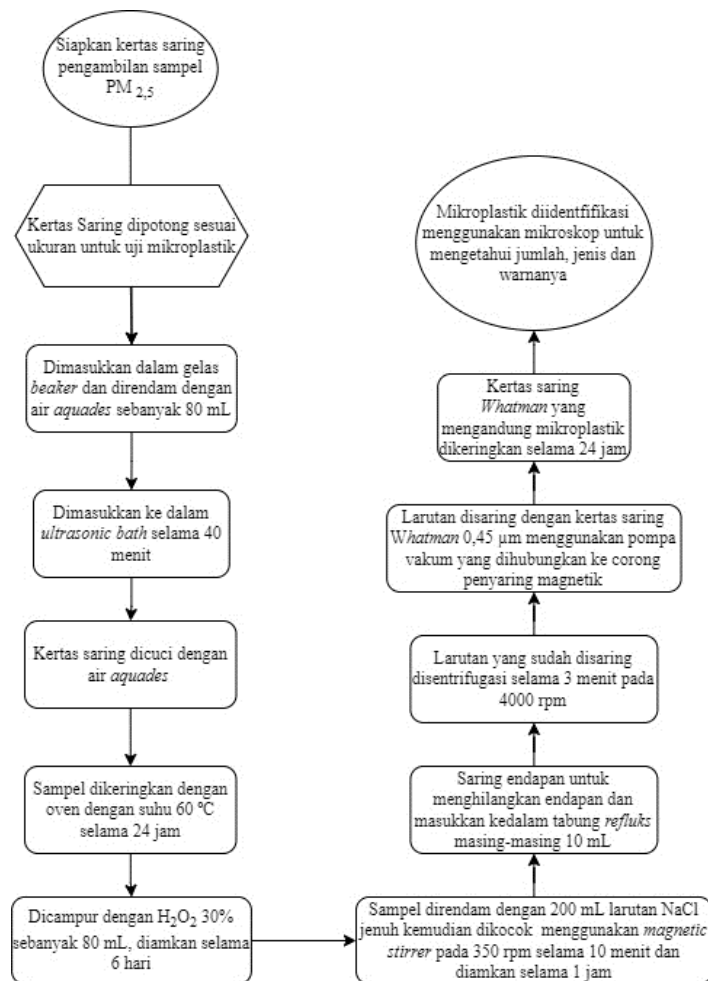
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII, metode yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada penelitian yang sudah dilakukan oleh Akhbarizadeh, dkk (2021). Alat dan bahan yang digunakan pada identifikasi mikroplastik ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat dan bahan identifikasi mikroplastik

Nama	Satuan	Jumlah
Alat		
Gelas beaker 250 ml	buah	4
<i>Ultrasonic bath</i> (Elmasonic)	buah	1
Oven	buah	1
<i>Centrifuge</i>	buah	1
Pompa vakum	buah	1
Corong kaca	buah	4
Mikroskop (Motic BA210)	buah	1
Sarung tangan lateks	buah	2
Pipet	buah	1
Bahan		
Air aquades	mL	800
H ₂ O ₂ 30%	mL	320
Filter <i>Whatman</i> 0.45μm	buah	4
NaCl analitik	gram	136,3

Filter dari sampel PM_{2,5} dipotong sesuai ukuran untuk uji mikroplastik, dimasukkan ke gelas *beaker* dan direndam dengan air *aquades*, penggunaan air *aquades* ini karena *aquades* hasil penyulingan dan bersifat murni, digunakan untuk membersihkan debu yang masih terdapat di kertas filter. Lalu dimasukkan ke

ultrasonic bath untuk membantu proses ekstraksi di kertas filter (Maharani, 2023). Keringkan di oven. Kemudian direndam dengan H₂O₂ 30% untuk menghilangkan kemungkinan bahan organik. Lalu sampel direndam dengan larutan NaCl jenuh untuk meningkatkan densitas larutan agar mengikat mikroplastik terpisah dari filter (Fitriyah dkk, 2022), kemudian dikocok dengan *magnetic stirrer* agar terjadi pengendapan. Larutan disaring untuk menghilangkan endapan. Kemudian larutan disentrifugasi untuk memisahkan partikel padat dari cairan (Manurung dan Saptini, 2021). Larutan disaring dengan kertas saring *Whatman* 0,45 µm menggunakan pompa vakum. Kertas saring *Whatman* dikeringkan selama 24 jam. Kertas saring *Whatman* diDi setiap proses digunakan sarung tangan lateks dan pipet untuk menghindari kontaminasi di sampel. Diagram alir identifikasi mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram alir analisis mikroplastik

3.6 Analisis Data

Analisis data mikroplastik yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mengidentifikasi konsentrasi dari parameter udara ambien $PM_{2,5}$ dan mikroplastik pada $PM_{2,5}$. Data $PM_{2,5}$ yang sudah diidentifikasi disajikan dalam bentuk statistik berupa tabel dan grafik untuk mempermudah membandingkan dengan baku mutu yang berlaku pada PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Identifikasi mikroplastik yang ditemukan pada sampel $PM_{2,5}$ yang ditemukan pada permukiman dengan variasi lokasi permukiman padat penduduk dan rendah penduduk, untuk mengetahui apakah kepadatan penduduk berpengaruh terhadap kelimpahan mikroplastik, karna mobilitas masyarakatnya akan berbeda pada permukiman penduduk padat dan rendah, serta waktu yang dilakukan saat pengambilan sampel, yaitu pada hari kerja dan pada akhir pekan, dan pengelolaan sampah, apakah pengelolaan sampah berpengaruh pada kelimpahan mikroplastiknya. Mikroplastik diidentifikasi melalui uji laboratorium dan dilihat melalui mikroskop. Mikroplastik diklasifikasikan berdasarkan karakteristik jenisnya yaitu, fragmen, film, dan fiber dan warna serta disajikan dalam bentuk grafis dan presentase. Perbandingan dan pembandingan data analisis mikroplastik dapat dilihat pada Tabel 3.2. Perhitungan kelimpahan mikroplastik bisa dilihat sebagai berikut:

$$K = \frac{n}{Vstd}$$

K = kelimpahan mikroplastik (partikel/ Nm^3).

Vstd = volume contoh uji udara dalam keadaan standar (Nm^3)

n = jumlah mikroplastik (partikel).

Tabel 3.2 Perbandingan data mikroplastik

Perbandingan	Pembanding
Kelimpahan Mikroplastik	Kepadatan penduduk, akhir pekan dan hari kerja, pengelolaan sampah,

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil observasi Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua permukiman, yaitu Pogung Kidul lebih tepatnya di RT 01 dan Kragilan di RT 09, yang masing-masing terdiri dari satu titik pengambilan sampel. Di lokasi pertama yang berada di permukiman Pogung Kidul, pengambilan sampel dilakukan di persimpangan jalan permukiman dan tidak jauh dari TPS depo transfer Pogung Kidul dan pos kamplang serta masjid, yang dilaksanakan saat akhir pekan pada tanggal 18-19 Mei dan hari kerja tanggal 21-22 Mei 2024. Pada saat pengambilan sampel, cuaca di lokasi cukup panas dan terik saat akhir pekan. Pada hari pengambilan hari kerja cuaca juga cukup panas dan terik meskipun ada gerimis yang tidak lama. Suhu rata-rata pada saat akhir pekan 28,61 °C. Pada saat hari kerja suhu rata-rata 28,17 °C.. TPS yang terdapat di Pogung Kidul yaitu Transfer Depo Pogung Kidul, aktifitas di sekitar lokasi adalah mobilitas menggunakan kendaraan, ada pedagang angkringan, aktifitas ibadah di masjid, aktifitas di TPS. Pogung Kidul berbatasan dengan Pogung Lor di utara, Sendowo di Selatan, Gemawang di barat, serta Catur Tunggal di timur. Sedangkan lokasi kedua berada di permukiman Kragilan, Kutu Wates. Pengambilan sampel dilakukan di persimpangan jalan permukiman dan tidak jauh dari TPS Sindu Mandiri, pos kamplang dan ada angkringan serta balai warga RT 09 yang dilaksanakan pada tanggal 19-20 Mei 2024 untuk akhir pekan dan 20-21 Mei 2024 saat hari kerja. Pada saat pengambilan sampel cuaca di lokasi cenderung panas dan terik dengan suhu rata-rata 28,6 °C pada saat akhir pekan dan suhu rata-rata 28,37 °C pada saat hari kerja. Aktifitas yang dilakukan di sekitar lokasi adalah mobilitas warga menggunakan kendaraan, pedagang angkringan, aktifitas TPS, serta kegiatan warga yang dilaksanakan di balai warga RT 09 dan pos kamplang. Kragilan berbatasan dengan Kutu Asem di utara dan timur, Tegalrejo di Selatan, Dusun Ngaglik di barat. Jumlah kendaraan yang melintasi permukiman dihitung secara manual menggunakan *finger tally counter*.



Gambar 4.1 Pengambilan sampel di Pogung Kidul



Gambar 4.2 Pengambilan sampel di Kragilan

4.2 Perhitungan Konsentrasi $PM_{2,5}$

Sebelum menghitung konsentrasi $PM_{2,5}$ diperlukan data selisih berat awal dan akhir filter dan data pendukung meteorologi. Selisih berat awal filter dan berat akhir filter serta rata-rata data meteorologi dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

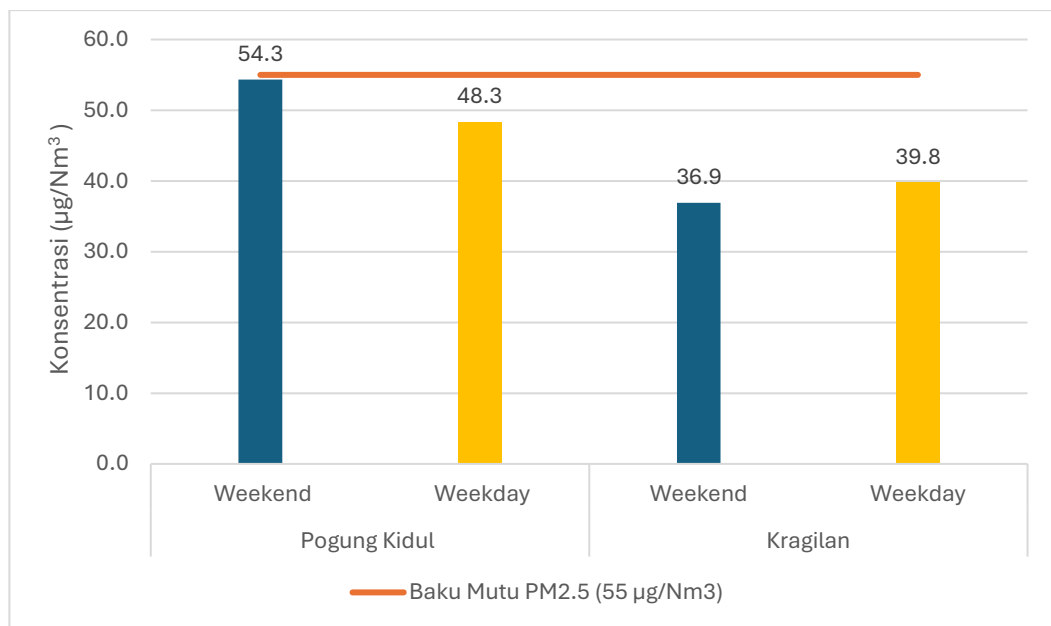
Tabel 4.1 Selisih berat awal dan berat akhir filter

Lokasi	Selisih (g)
Pogung Kidul Akhir pekan	0,1009
Pogung Kidul Hari kerja	0,0898
Kragilan Akhir pekan	0,0686
Kragilan Hari kerja	0,0739

Tabel 4.2 Rata-rata data pendukung meteorologi

Lokasi	Q (m ³ /menit)	Suhu (°C)	Tekanan Udara (mmHg)	Kecepatan Angin (m/s)	Kelembapan (%RH)
Pogung Kidul Akhir pekan	1,3	28,61	756,75	1,18	73,62
Pogung Kidul Hari kerja	1,3	28,17	756,79	1,01	70,71
Kragilan Akhir pekan	1,3	28,6	756,67	0,88	69,02
Kragilan Hari kerja	1,3	28,37	756,96	0,92	71,29

Setelah data diketahui pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2, sampel $PM_{2,5}$ dianalisis untuk mengetahui konsentrasi $PM_{2,5}$, hasil analisis dibandingkan dengan baku mutu $PM_{2,5}$ yang tercantum pada PP No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Baku Mutu $PM_{2,5}$ adalah $55 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Perhitungan konsentrasi $PM_{2,5}$ disetiap sampel dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 4.3 Grafik konsentrasi $PM_{2,5}$

Berdasarkan Gambar 4.3, seluruh sampel tidak ada yang melebihi baku mutu, sehingga kualitas udara untuk konsentrasi $PM_{2,5}$ di lokasi pengambilan sampel tergolong baik. Pogung Kidul akhir pekan memiliki konsentrasi $PM_{2,5}$ tertinggi dengan konsentrasi $54,3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, ini disebabkan karena Pogung Kidul memiliki kepadatan penduduk yang lebih padat dari Kragilan dan pada saat akhir pekan banyak masyarakat penghuni permukiman yang menikmati waktu libur dengan beraktivitas di luar rumah dan juga mahasiswa yang berlalu lalang di permukiman. Jumlah kendaraan yang melintasi kedua permukiman dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jumlah kendaraan

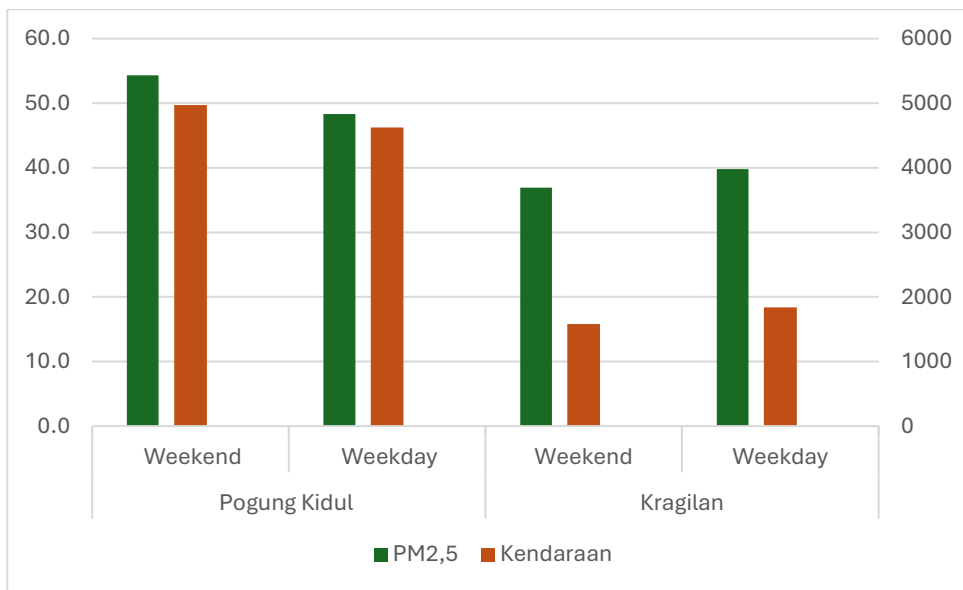
Lokasi	Jumlah Kendaraan
Pogung Kidul Akhir pekan	4973
Pogung Kidul Hari kerja	4625
Kragilan Akhir pekan	1528
Kragilan Hari kerja	1836

Pada penelitian yang dilakukan di Yogyakarta dengan lokasi yang berbeda, yaitu kawasan terminal Giwangan dan Jombor yang juga dilakukan pada serta Malioboro dan Tugu, akhir pekan dan hari kerja, pada kawasan terminal Giwangan konsentrasi $PM_{2,5}$ saat akhir pekan yaitu $10,95 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, sedangkan saat hari kerja $29,55 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, kemudian di terminal Jombor konsentrasi $PM_{2,5}$ saat akhir pekan yaitu $20,91 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, sedangkan saat hari kerja $21,99 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (Aziz, 2023). Di kawasan Malioboro, konsentrasi $PM_{2,5}$ saat akhir pekan sebesar $51,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, sedangkan saat hari kerja $32 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, sedangkan di Tugu Yogyakarta konsentrasi $PM_{2,5}$ saat akhir pekan yaitu, $74,8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, sedangkan saat hari kerja $80,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (Suharyo, 2023).

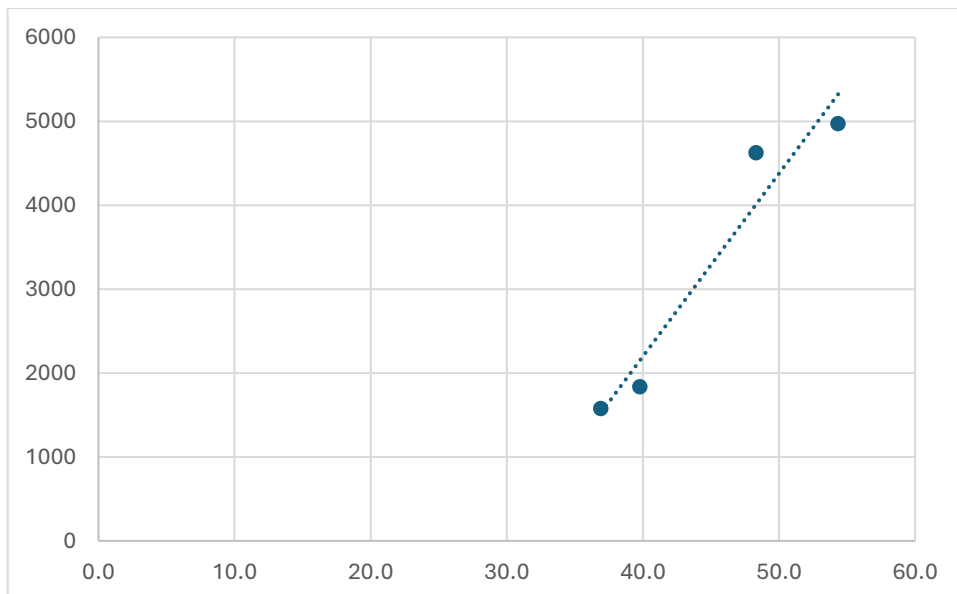
Tabel 4.4 Perbandingan konsentrasi $PM_{2,5}$

Lokasi	Konsentrasi saat akhir pekan ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Konsentrasi saat hari kerja ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Sumber
Terminal Giwangan dan Terminal Jombor	10,95 dan 20,91	29,55 dan 21,99	Aziz, 2023
Malioboro dan Tugu Yogyakarta	51,2 dan 74,8	32, dan 80,2	Suharyo, 2023
Pogung Kidul dan Kragilan	54,3 dan 36,9	48,3 dan 39,8	Penelitian ini

Perbandingan dan korelasi antara $PM_{2,5}$ dan jumlah kendaraan juga dihitung untuk mengetahui apakah jumlah kendaraan berpengaruh terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$ pada penelitian ini. Perbandingan dan korelasi antara $PM_{2,5}$ dan jumlah kendaraan dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Perbandingan konsentrasi $PM_{2,5}$ dengan jumlah kendaraan



Gambar 4.5 Korelasi antara $PM_{2,5}$ dan jumlah kendaraan

Berdasarkan Gambar 4.5, koefisien korelasi antara $PM_{2,5}$ dan jumlah kendaraan yaitu 0.9685, ini menunjukkan bahwa korelasi antara $PM_{2,5}$ dan jumlah kendaraan kuat, sehingga jumlah kendaraan berpengaruh terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$. Penelitian yang dilakukan di Jakarta, menemukan bahwa sebesar kurang lebih 50% dari konsentrasi $PM_{2,5}$ dapat dipengaruhi oleh jumlah kendaraan yang melintas (Muliane U dan Lestari P, 2011). Sementara penelitian yang dilakukan di Malang, korelasi antara $PM_{2,5}$ yang terukur dan jumlah kendaraan yang melintas cukup tinggi, yaitu 0,655 (Mukhtadi, 2012).

4.3 Perhitungan dan Identifikasi Mikroplastik

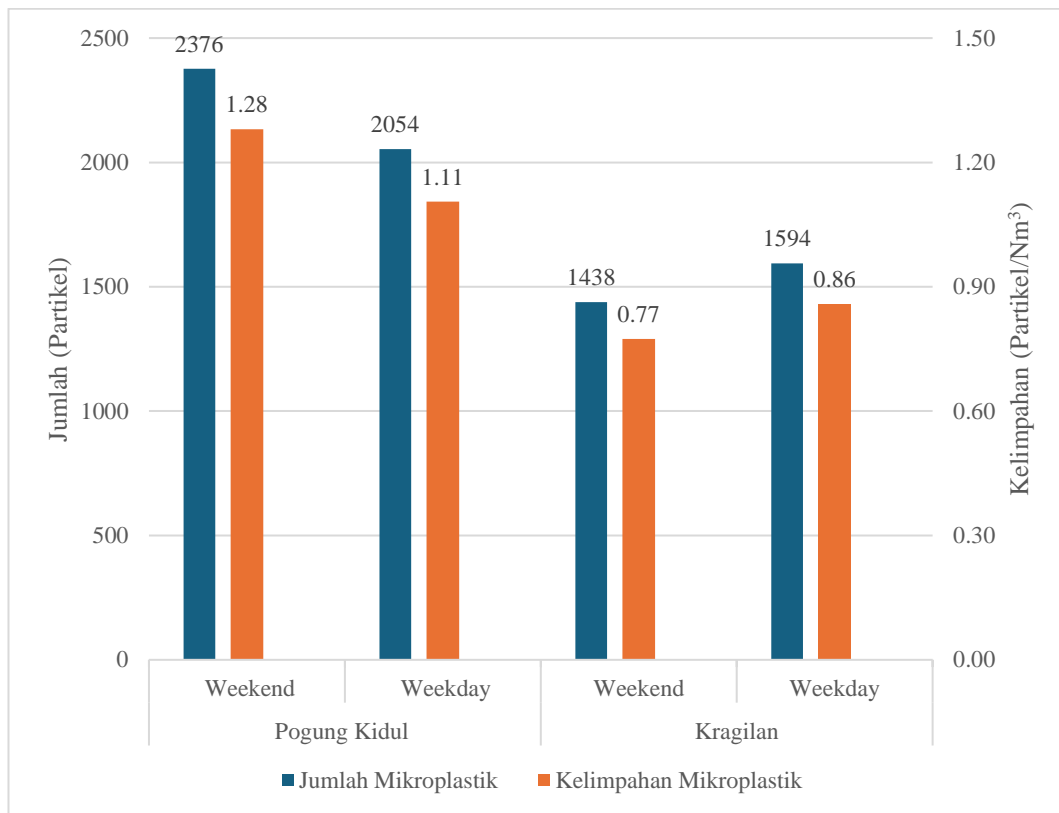
Sampel yang diambil di lokasi penelitian diidentifikasi menggunakan mikroskop. Mikroplastik dihitung jumlah dan kelimpahannya, kemudian mikroplastik di setiap sampel dibedakan berdasarkan karakteristiknya, yaitu jenis mikroplastik, dan warna mikroplastik.

4.3.1. Perhitungan Mikroplastik

Hasil pengamatan yang dilakukan pada setiap sampel menunjukkan jumlah dan kelimpahan mikroplastik yang berbeda. Perbedaan jumlah ini bisa dipengaruhi oleh kepadatan warga dan adanya pembakaran sampah oleh warga sekitar. Perhitungan kelimpahan mikroplastik dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 4.5 Jumlah dan kelimpahan mikroplastik

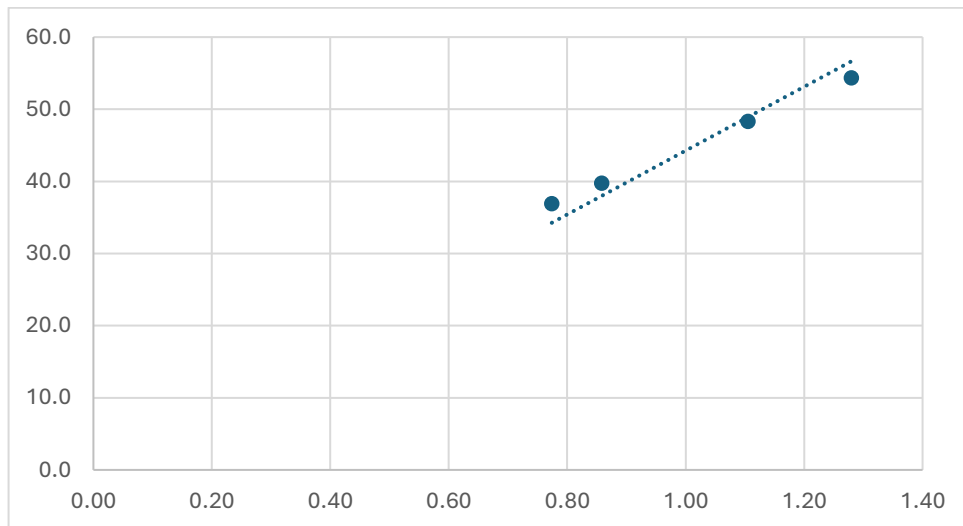
Lokasi	Jumlah (partikel)	Kelimpahan (partikel/ Nm^3)
Pogung Kidul Akhir pekan	2376	1,28
Pogung Kidul Hari kerja	2054	1,1
Kragilan Akhir pekan	1438	0,77
Kragilan Hari kerja	1594	0,86



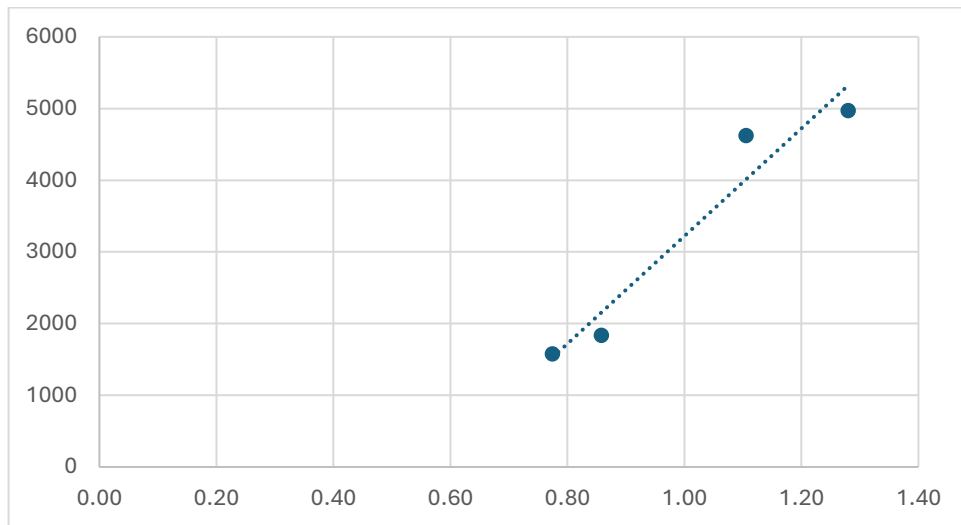
Gambar 4.6 Grafik jumlah dan kelimpahan mikroplastik

Jumlah mikroplastik dan kelimpahan pada setiap sampel berbeda-beda. Berdasarkan Tabel 4.5 pada sampel Pogung Kidul saat akhir pekan terdapat 2376 partikel mikroplastik serta kelimpahan sejumlah 1,28 partikel/Nm³, pada sampel Pogung Kidul saat hari kerja terdapat 2054 partikel mikroplastik dan kelimpahan 1,1 partikel/Nm³, Kragilan saat akhir pekan terdapat 1438 partikel dan kelimpahan 0,77 partikel/Nm³, Kragilan saat hari kerja terdapat 1594 partikel serta kelimpahan 0,86 partikel/Nm³. Rasio mikroplastik yang didapat dari PM_{2,5} di setiap pengambilan sampel yaitu, Pogung Kidul Akhir pekan 0,024 partikel, Pogung Kidul Hari kerja 0,023 partikel, Kragilan Akhir pekan 0,021 partikel, Kragilan Hari kerja 0,022 partikel. Dari semua sampel yang dihitung, Sampel Pogung Kidul Akhir pekan memiliki jumlah dan kelimpahan mikroplastik lebih tinggi dari Pogung Kidul Hari kerja, hal ini karena di wilayah Pogung Kidul merupakan permukiman padat

penduduk dan pada saat akhir pekan banyak warga dan juga mahasiswa yang beraktifitas saat akhir pekan menggunakan kendaraan. Hal ini juga disebabkan karena ada warga sekitar yang membakar sampah secara sembarangan. Sedangkan di Kragilan, jumlah dan kelimpahan mikroplastik saat akhir pekan lebih rendah daripada saat hari kerja, ini disebabkan karena kragilan merupakan permukiman yang kurang padat dan juga warga sekitar kragilan tidak banyak melakukan aktifitas pada saat akhir pekan, warga lebih banyak beraktifitas pada saat hari kerja. Korelasi antara kelimpahan mikroplastik dan konsentrasi $PM_{2,5}$ serta korelasi antara kelimpahan mikroplastik dan jumlah kendaraan juga dihitung untuk mengetahui apakah konsentrasi $PM_{2,5}$ dan jumlah kendaraan mempengaruhi kelimpahan mikroplastik. Korelasi antara kelimpahan mikroplastik dan konsentrasi $PM_{2,5}$ serta Korelasi antara kelimpahan mikroplastik dan jumlah kendaraan dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.



Gambar 4.7 Korelasi kelimpahan mikroplastik dan konsentrasi $PM_{2,5}$

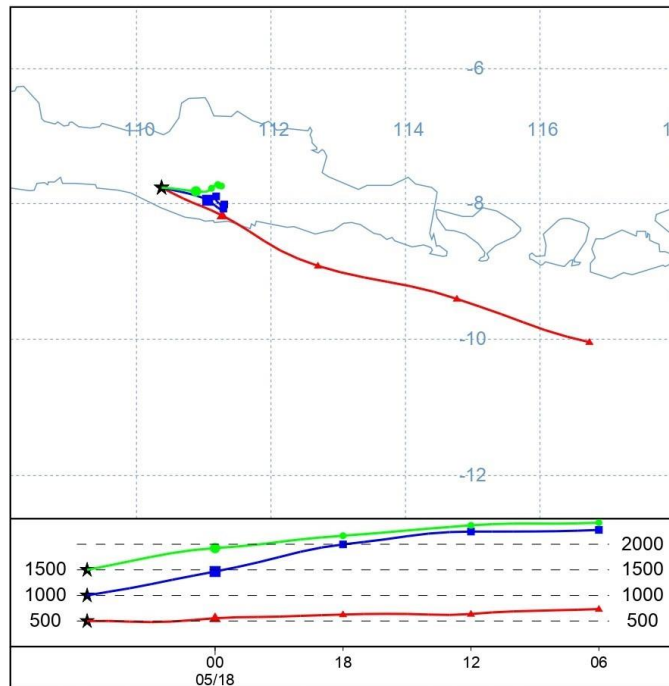


Gambar 4.8 Korelasi kelimpahan mikroplastik dan jumlah kendaraan

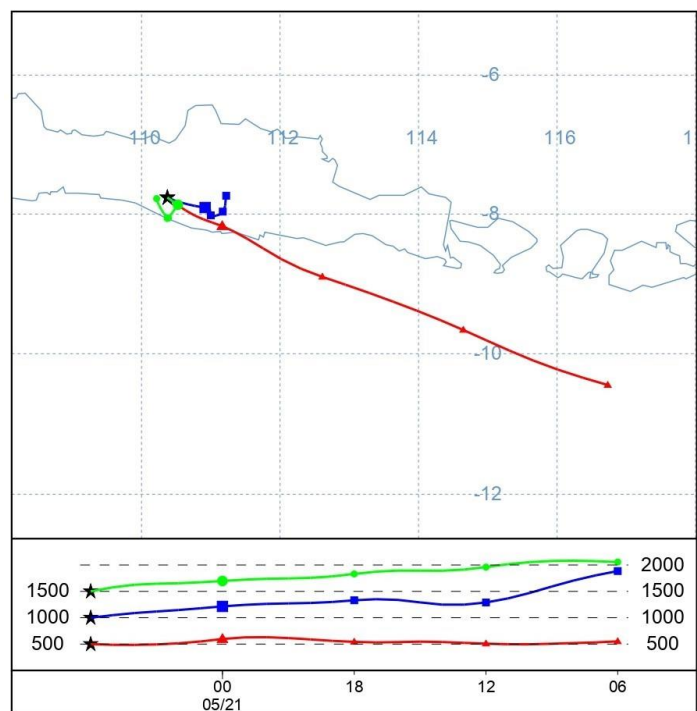
Menurut Gambar 4.7, koefisien korelasi antara kelimpahan mikroplastik dan konsentrasi $PM_{2,5}$ adalah 0.999998, ini menunjukkan bahwa kelimpahan mikroplastik berasosiasi positif dengan konsentrasi $PM_{2,5}$. Sementara itu menurut Gambar 4.8, korelasi antara kelimpahan mikroplastik dan jumlah kendaraan adalah 0.9684, ini juga menunjukkan bahwa jumlah kendaraan juga berasosiasi terhadap kelimpahan mikroplastik meskipun tidak sebesar konsentrasi $PM_{2,5}$. Penelitian yang dilakukan di udara ambien pada dua lokasi di Yogyakarta, di Malioboro dan Tugu Yogyakarta, menemukan bahwa kelimpahan mikroplastik di dua tempat tersebut adalah 0,67 partikel/ Nm^3 dan 0,69 partikel/ Nm^3 (Suharyo, 2023). Sedangkan penelitian yang dilakukan di *Bushehr port*, Iran, menemukan kelimpahan mikroplastik di udara ambien yaitu 2,1 partikel/ Nm^3 (Akhbarizadeh dkk, 2021).

Menurut model *Backward Trajectories* atau lintasan udara dari HYSPLIT, NOAA, selama pengambilan sampel, udara datang dari arah tenggara menuju ke titik pengambilan sampel, arah barat laut, ditandai dengan garis berwarna merah, biru, dan hijau, hal ini menjadi potensi partikel-partikel mikroplastik yang terbawa dari wilayah lain, mikroplastik yang terbawa di atmosfer kemungkinan disebabkan oleh debu jalan, dan juga partikel plastik dari industri di kota Yogyakarta, udara juga melewati daerah dekat dengan sekitar TPA Piyungan Yogyakarta yang

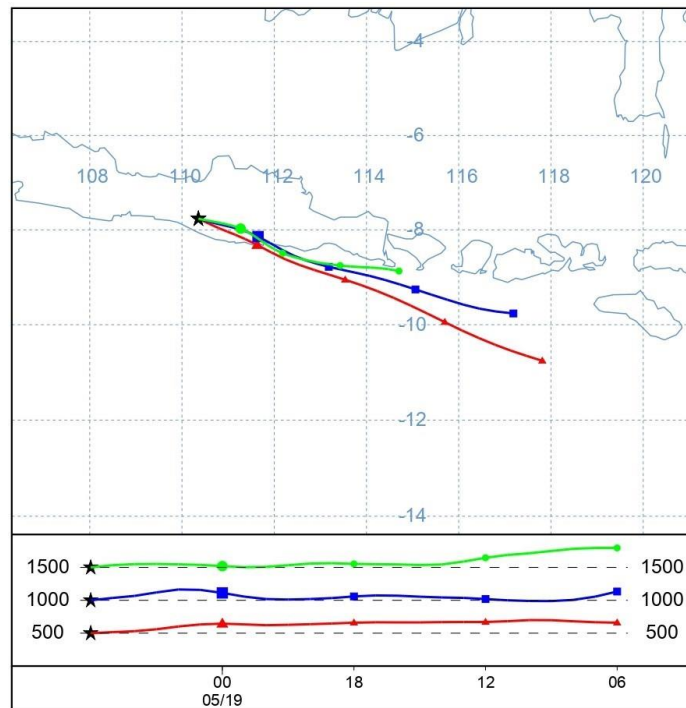
berpotensi juga membawa partikel plastik dari TPA. *Backward Trajectories* dapat dilihat pada Gambar 4.9 sampai Gambar 4.12.



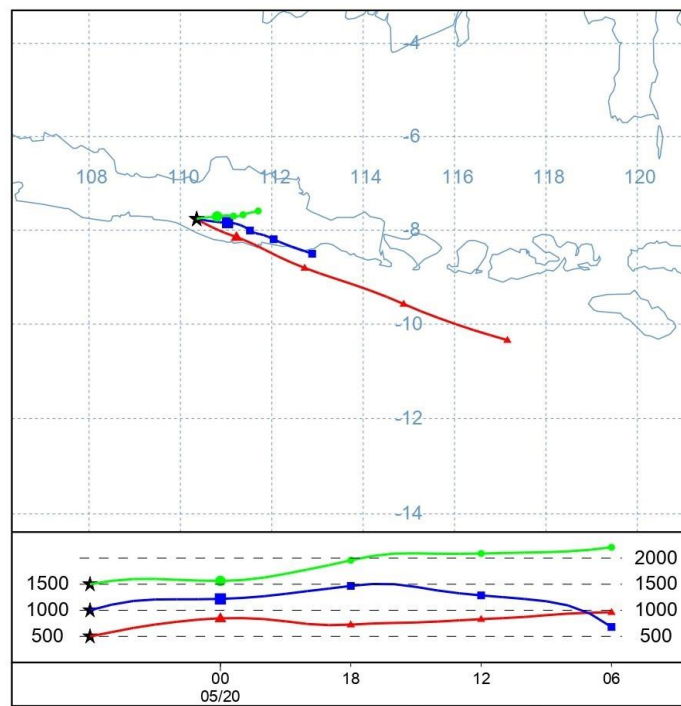
Gambar 4.9 *Backward Trajectories* di Pogung Kidul Akhir pekan



Gambar 4.10 *Backward Trajectories* di Pogung Kidul Hari kerja



Gambar 4.11 *Backward Trajectories* di Kragilan Akhir pekan


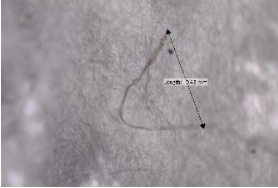



Gambar 4.12 *Backward Trajectories* di Kragilan Hari kerja

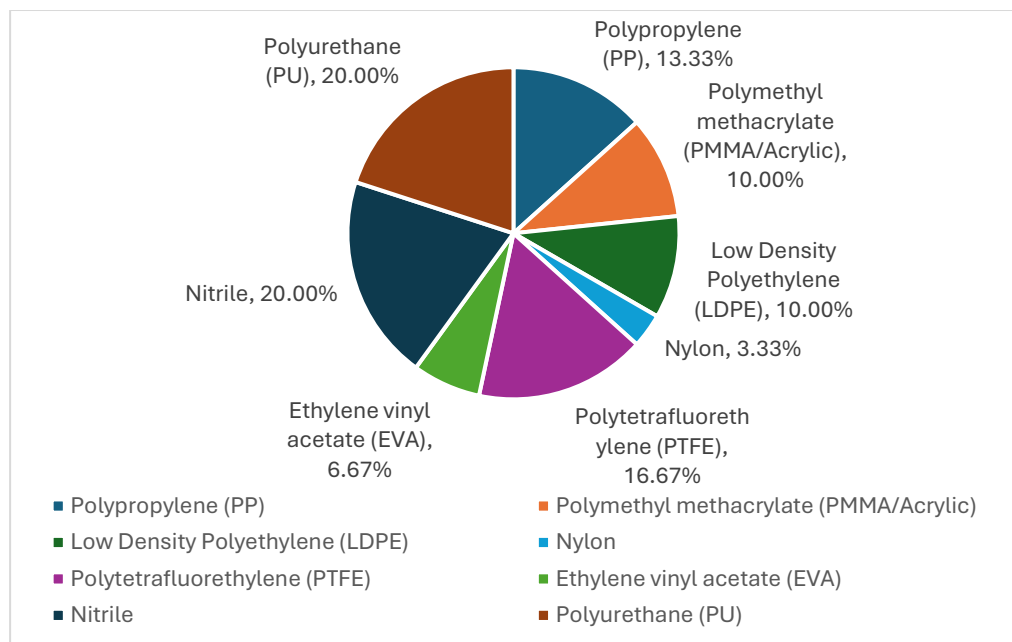
4.3.2. Identifikasi Mikroplastik berdasarkan jenis

Mikroplastik memiliki jenis yang berbeda. Jenis-jenis mikroplastik dibedakan menjadi 3 macam, yaitu fragmen, film, dan fiber (Pitria, 2021). Mikroplastik berjenis fragmen berbentuk seperti pecahan plastik yang berukuran besar dan tebal, mikroplastik berjenis film berbentuk seperti pecahan plastik yang tipis, sedangkan jenis fiber berbentuk seperti serat sintesis, tipis dan panjang (Immanuel dkk, 2022). Mikroplastik ini dapat bersumber dari kendaraan, sampah yang dibakar maupun plastik yang sudah terdegradasi. Jenis mikroplastik yang ditemukan dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Jenis mikroplastik

Jenis Mikroplastik	Gambar
Fragmen	
Film	
Fiber	

Pada sampel di Pogung Kidul akhir pekan, dari total 2376 partikel mikroplastik, 1965 mikroplastik berjenis fragmen, 333 mikroplastik berjenis fiber, dan 78 mikroplastik berjenis film. Di Pogung Kidul hari kerja ditemukan 1749 mikroplastik berjenis fragmen, 248 mikroplastik berjenis fiber, dan 57 mikroplastik berjenis film. Di Kragilan akhir pekan ditemukan 1191 mikroplastik berjenis fragmen, 214 mikroplastik berjenis fiber, dan 33 mikroplastik berjenis film. Sedangkan di Kragilan hari kerja ditemukan 1319 mikroplastik berjenis fragmen, 226 mikroplastik berjenis fiber, 49 mikroplastik berjenis film. Jenis polimer yang terdapat pada mikroplastik setelah pengujian FTIR dapat dilihat pada Gambar 4.11.



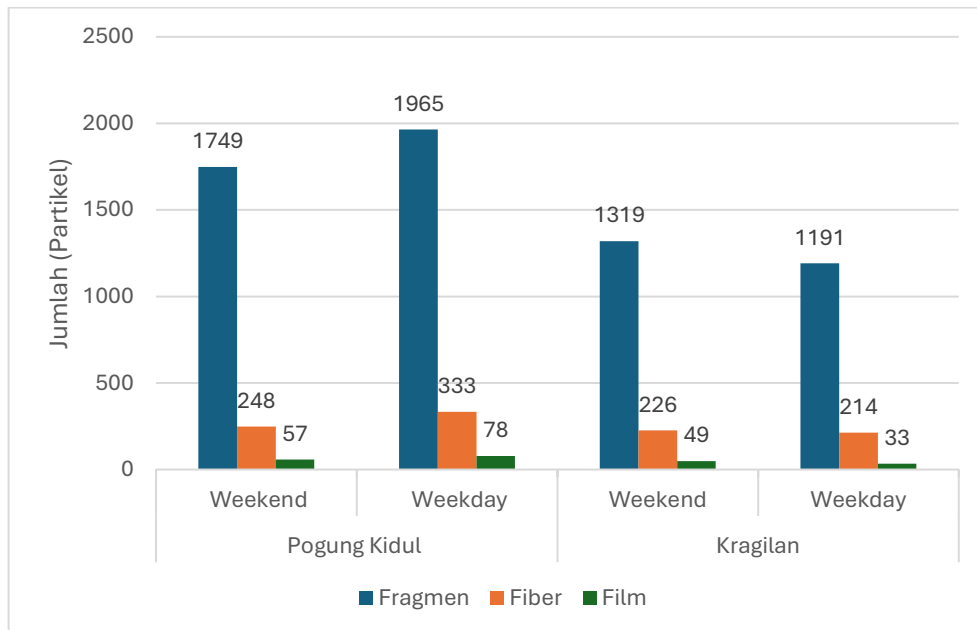
Gambar 4.13 Uji FTIR mikroplastik

Berdasarkan gambar 4.13 polimer yang paling umum ditemukan yaitu *Polyurethane* (PU) dan *Nitrile* dengan pesentase masing-masing 20%. *Polyurethane* digunakan sebagai bahan produksi *coating*, cat, dan busa matras, sedangkan *Nitrile* digunakan sebagai bahan produksi sarung tangan nitril, dan segel mesin yang melibatkan aliran minyak, bahan bakar, dan pelumas. Berdasarkan observasi yang dilakukan di sekitar tempat pengambilan sampel dan TPS yang

didominasi oleh sampah rumah tangga, polimer tersebut kemungkinan kecil berada di lokasi penelitian dan terbawa oleh angin dari wilayah lain berdasarkan lintasan udara pada Gambar 4.9 sampai 4.12 *Backward Trajectories*.

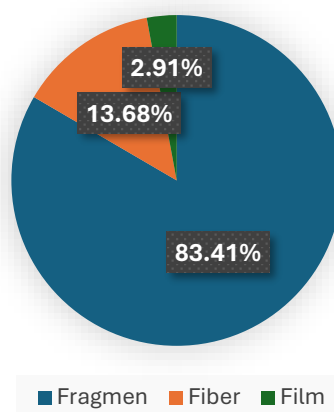
Tabel 4.7 Sumber dan dampak polimer

Polimer	Sumber	Dampak	
<i>Polypropylene</i>	Kantong plastic, ban kendaraan	Sulit terurai di tanah	Thahir dkk, 2013
<i>Polymethyl methacrylate</i> (PMMA/Acrylic)	Pelindung lampu/panel lampu, papan reklame	Paparan debu <i>Polymethyl methacrylate</i> dapat menyebabkan <i>pneumoconiosis</i>	Tarsilah dkk, 2021
<i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE)	Bungkus makanana	Sulit terurai	Nurhenu, 2013
<i>Nylon</i>	Pakaian/produk tekstil	Menyebabkan limbah yang susah didaur ulang	Tonsi dkk, 2023
<i>Polytetrafluorethylene</i> (PTFE)	Pelapis anti lengket wajan teflon, selotip tahan panas	Dapat menyebabkan pelemahan penyerapan jaringan di tubuh	Mustafavi dkk, 2023
<i>Ethylene vinyl acetate</i> (EVA)	Sol Sepatu,	Menyebabkan limbah produksi	Prihaningrum dkk, 2019
Nitrile	produksi sarung tangan nitril, karet kabel, segel mesin yang melibatkan aliran minyak, bahan bakar, dan pelumas	Degradasinya dapat menyebarkan zot toksik ke lingkungan	Egelkamp dkk, 2019
<i>Polyurethane</i> (PU)	bahan pelapis, cat, dan busa matras	Dapat memaparkan SO ₂	Xu Wangjie dkk, 2018



Gambar 4.14 Grafik jumlah mikroplastik berdasarkan jenis

Berdasarkan hasil temuan jenis mikroplastik pada gambar 4.14, jenis fragmen adalah jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan dengan presentase jumlah sebesar 83.41%, berikutnya adalah mikroplastik jenis fiber dengan presentase jumlah 13.68%, sedangkan mikroplastik jenis film ditemukan dengan presentase jumlah 2.91%. Presentase jenis mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Presentase mikroplastik berdasarkan jenis

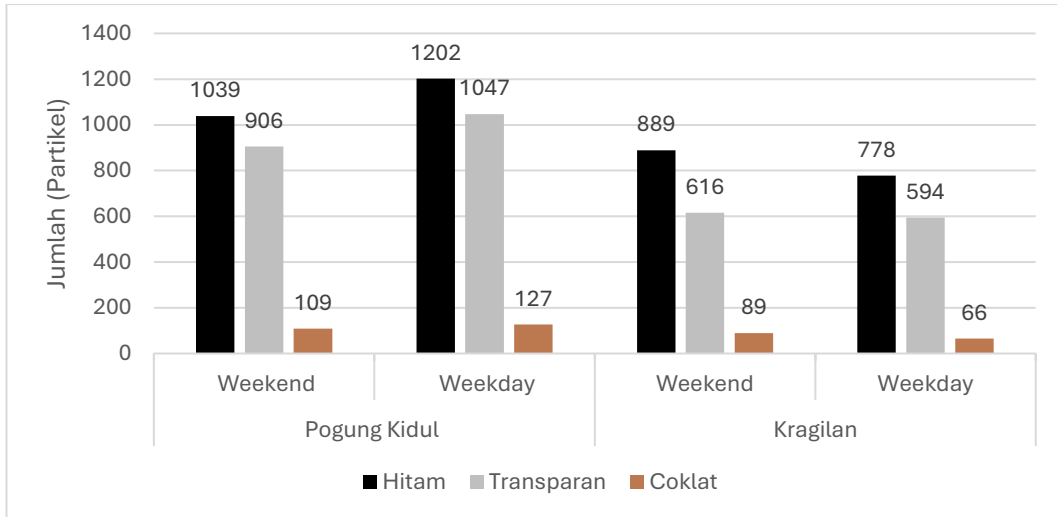
Penelitian mikroplastik yang dilakukan di TPST Piyungan, Yogyakarta, ditemukan jenis-jenis mikroplastik antara lain, fiber, film, dan fragmen, jenis mikroplastik film paling dominan ditemukan dengan presentase 45,8% (Pradana, 2023). Sementara penelitian yang dilakukan dengan membandingkan data mikroplastik sebelumnya menemukan jenis mikroplastik yaitu, fiber, fragmen, film, *microbeads*, dan *foam*, dengan mikroplastik jenis fiber paling banyak ditemukan (Fox dkk, 2024).

Tabel 4.8 Perbandinagn jenis mikroplastik

Lokasi	Jenis	Sumber
TPST Piyungan, Yogyakarta	Fiber, film, dan fragmen	Pradana, 2023
<i>Remote</i>	Fiber, film, fragmen, <i>microbead</i> , dan foam	Fox dkk, 2024
Yogyakarta (2 permukiman)	Fiber, film, dan Fragmen	Penelitian ini

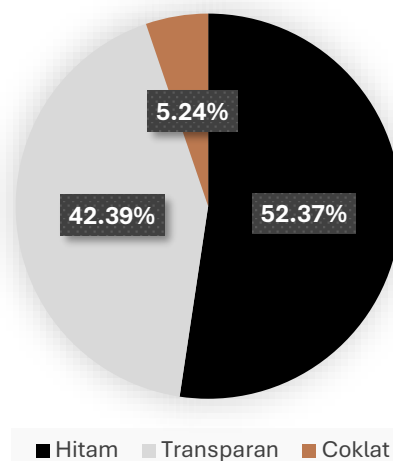
4.3.3. Identifikasi Mikroplastik berdasarkan warna

Mikroplastik dapat diidentifikasi berdasarkan warnanya. Berdasarkan warna ini, mikroplastik dapat dibedakan dari warna transparan, biru, hitam, kuning dan merah (Fitriyah dkk, 2022). Pada penelitian ini warna mikroplastik yang ditemukan yaitu warna hitam, transparan, dan coklat. Dari hasil pengamatan, di Pogung Kidul akhir pekan ditemukan mikroplastik berwarna hitam sebanyak 1202, transparan sebanyak 1047, coklat sebanyak 127. Di Pogung Kidul Hari kerja ditemukan mikroplastik berwarna hitam sebanyak 1039, transparan sebanyak 906, coklat sebanyak 109. Di Kragilan Akhir pekan ditemukan mikroplastik berwarna hitam sebanyak 778, transparan sebanyak 594, coklat sebanyak 66. Sedangkan di Kragilan Hari kerja ditemukan mikroplastik warna hitam sebanyak 889, transparan 616, coklat 89.



Gambar 4.16 Grafik jumlah mikroplastik berdasarkan warna

Berdasarkan grafik pada gambar 4.16 diatas, warna mikroplastik yang paling banyak ditemukan adalah mikroplastik berwarna hitam dengan presentase 52.37%, kemudian mikroplastik warna transparan sebanyak 42.39%, mikroplastik warna coklat 5.24%. Presentase warna mikroplastik dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Presentase mikroplastik berdasarkan warna

Penelitian yang dilakukan di Kawasan terminal Yogyakarta, terminal Jombor dan Giwangan, ditemukan jenis warna mikroplastik antara lain, transparan, merah, hitam, biru,, hijau, coklat, orange, ungu, dan kuning, dengan jenis warna yang ditemukan paling banyak adalah warna hitam (Aziz, 2023). Sementara penelitian lain yang dilakukan di Anyang, China, menemukan warna mikroplastik antara lain hitam, biru, kuning, merah, dan hijau, dengan didominasi mikroplastik berwarna hitam sebesar 80% (Wang dkk, 2024).

Tabel 4.9 Perbandingan warna mikroplastik

Lokasi	Warna	Sumber
Kawasan terminal, Yogyakarta	Transparan, merah, hitam, biru,, hijau, coklat, orange, ungu, dan kuning	Aziz, 2023
Anyang, China	Hitam, biru, kuning, merah, dan hijau	Wang dkk, 2024
Yogyakarta (2 permukiman)	Hitam, transparan, dan coklat	Penelitian ini

4.4 Pembahasan

Jumlah kandungan mikroplastik yang ditemukan pada penelitian ini berbeda-beda di setiap titik pengambilan sampel dan waktu pengambilan sampel. Hasil pengujian sampel yang diambil selama 24 jam di permukiman Pogung Kidul dan permukiman Kragilan menunjukkan jumlah dan kelimpahan mikroplastik secara umum lebih banyak di Pogung Kidul daripada di Kragilan, saat hari kerja maupun akhir pekan. Hal ini bisa disebabkan dikarenakan Pogung Kidul yang memiliki kepadatan penduduk yang lebih besar memiliki aktivitas mobilitas masyarakatnya yang lebih besar dan juga banyak mobilitas dari mahasiswa yang melewati Pogung Kidul. Di Pogung Kidul, kelimpahan mikroplastik saat akhir pekan lebih besar daripada hari kerja. Sementara yang terjadi di Kragilan adalah sebaliknya, kelimpahan mikroplastik pada saat hari kerja lebih tinggi daripada akhir pekan.

Korelasi antara kelimpahan mikroplastik dan konsentrasi $PM_{2.5}$ dapat dilihat pada Gambar 4.7, berdasarkan gambar tersebut korelasi antara kelimpahan mikroplastik dan konsentrasi $PM_{2.5}$ berhubungan positif, yang berarti bahwa terdapat mikroplastik pada partikulat $PM_{2.5}$. Sementara korelasi antara kelimpahan mikroplastik dan jumlah kendaraan dapat dilihat pada Gambar 4.8 yang juga menunjukkan hubungan yang positif, meskipun tidak sekuat korelasi kelimpahan mikroplastik dan konsentrasi $PM_{2.5}$. Dari koefisien korelasi tersebut, hubungan faktor kepadatan penduduk lebih kuat daripada waktu pengambilan sampel. Walaupun begitu, sampel yang diuji pada penelitian masih sedikit, sehingga diperlukan sampel yang lebih banyak untuk menambah keakuratan korelasi kelimpahan mikroplastik.

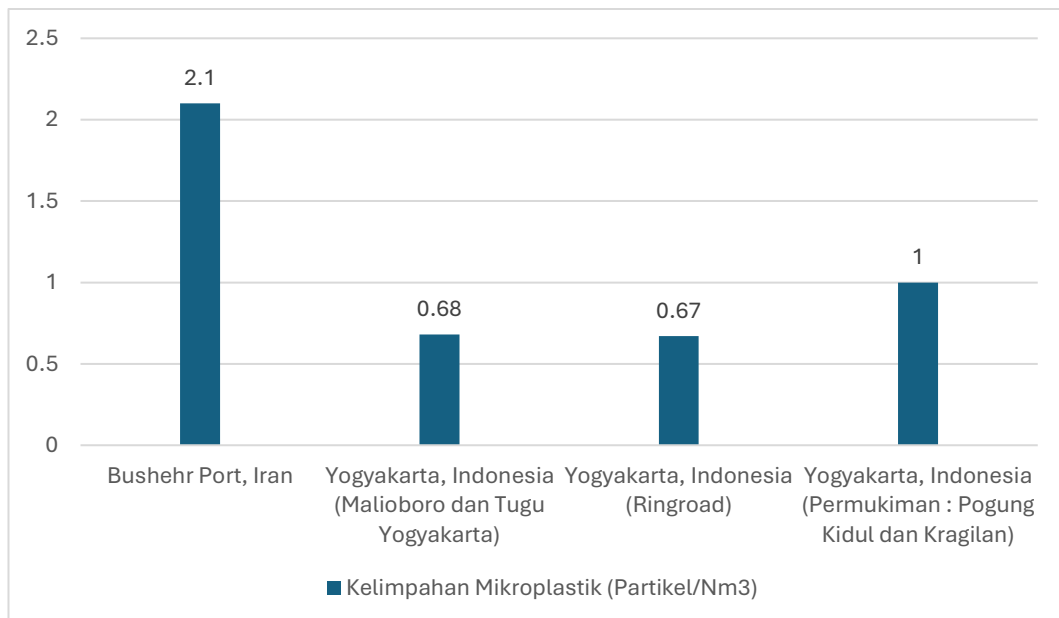
Meskipun di kedua permukiman tersebut terdapat TPS untuk pembuangan sampahnya, di Pogung Kidul masih ada masyarakat yang membakar sampah secara sembarangan, hal ini juga menjadi salah satu faktor keberadaan kandungan mikroplastik di Pogung Kidul lebih tinggi dari Kragilan. Mikroplastik yang ditemukan didominasi jenis fragmen dan berwarna hitam. Perbandingan perbedaan kandungan kelimpahan mikroplastik dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Temuan pada penelitian ini juga dibandingkan dengan temuan sebelumnya yang dilaksanakan di beberapa wilayah, pada penelitian yang dilakukan di beberapa titik pemantauan Bushehr Port, Iran menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi kelimpahan mikroplastik yang ditemukan $2.1 \text{ partikel/Nm}^3$ (Akhbarizadeh dkk, 2021). Kemudian pada penelitian yang dilakukan di Medan, ditemukan bahwa kelimpahan mikroplastik sebanyak $0,8 \text{ partikel/Nm}^3$ (Suryati dkk, 2024). Sedangkan penelitian yang dilakukan di jalan Ringroad Yogyakarta ditemukan rata-rata kelimpahan mikroplastik yaitu $0,67$ (Maharani, 2023). Pada penelitian ini ditemukan rata-rata kelimpahan mikroplastik yaitu $1,0$. Penelitian ini memiliki rata-rata kelimpahan mikroplastik tertinggi ke dua dari semua pembandingan, hal ini disebabkan banyaknya kegiatan mobilitas yang dilakukan masyarakat terutama di Pogung Kidul yang dekat dengan kampus dan banyak terdapat kost mahasiswa dan juga adanya pembakaran sampah yang dilakukan oleh warga sekitar, mikroplastik yang terbawa angin dari tempat lain juga menjadi faktor rata-rata mikroplastik yang

ditemukan di penelitian ini. Perbandingan kelimpahan mikroplastik dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perbandingan rata-rata kelimpahan mikroplastik penelitian terdahulu

Lokasi	Kelimpahan (Partikel/Nm ³)	Sumber
Bushehr Port, Iran	2.1	Akhbarizadeh dkk, 2021
Yogyakarta, Indonesia (Malioboro dan Tugu Yogyakarta)	0.68	Suharyo, A R, 2023
Yogyakarta, Indonesia (Ringroad)	0.67	Maharani, 2023
Yogyakarta, Indonesia (Permukiman : Pogung Kidul dan Kragilan)	1.00	Penelitian ini



Gambar 4.18 Grafik perbandingan kelimpahan mikroplastik

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang ditemukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran $PM_{2,5}$ pada lokasi pengambilan sampel adalah sebagai berikut, Pogung Kidul Akhir pekan $54,3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, Pogung Kidul Hari kerja $48,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, Kragilan Akhir pekan $36,9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, Kragilan Hari kerja $39,7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Koefisien korelasi antara konsentrasi $PM_{2,5}$ dan jumlah kendaraan yaitu 0.9685. Banyaknya jumlah kendaraan yang melintas juga dipengaruhi oleh kepadatan penduduk di permukiman tersebut, Pogung Kidul dengan kepadatan penduduk padat, lebih banyak dilalui kendaraan daripada Kragilan yang memiliki kepadatan penduduk lebih rendah. Jumlah mikroplastik yang ditemukan berturut-turut adalah Pogung Kidul akhir pekan 2376 partikel, Pogung Kidul hari kerja 2054 partikel, Kragilan akhir pekan 1438 partikel, Kragilan hari kerja 1594 partikel.
2. Dari hasil analisis yang didapatkan, kelimpahan mikroplastik yang ditemukan di Pogung Kidul akhir pekan adalah $1,28 \text{ partikel}/\text{Nm}^3$, Pogung Kidul hari kerja $1,1 \text{ Partikel}/\text{Nm}^3$, Kragilan akhir pekan $0,78 \text{ Partikel}/\text{Nm}^3$, Kragilan hari kerja $0,86 \text{ Partikel}/\text{Nm}^3$. Koefisien korelasi antara kelimpahan mikroplastik dan $PM_{2,5}$ adalah 0.999998, sedangkan koefisien korelasi kelimpahan mikroplastik dan jumlah kendaraan yaitu 0.96837. Jenis mikroplastik yang ditemukan didominasi oleh fragmen dengan presentase 83,41%. Warna yang ditemukan antara lain hitam, transparan, dan coklat.. Dengan warna yang paling banyak ditemukan adalah hitam dengan presentase sebesar 52,37%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat saran yang dapat dipertimbangkan sebagai berikut :

1. Diperlukan penelitian berikutnya guna mengetahui upaya dan cara untuk mengurangi mikroplastik yang sudah tersebar di udara.
2. Penelitian selanjutnya disarankan dilakukan di lokasi berbeda yang belum dilakukan penelitian mikroplastik dengan sampel yang lebih banyak dan menggunakan parameter yang bervariasi agar menambah pemahaman terkait distribusi, dampak, dan risiko dari mikroplastik dan menjadi pembandingan penelitian sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- “Meteorology & Starting Location(s).” *READY HYSPLIT*, NOAA, www.ready.noaa.gov/hypub-bin/trajsrc.pl. Accessed 23 Sept. 2024.
- Akhbarizadeh, R., dkk. (2021). “*Suspended Fine Particulate Matter (PM2.5), Microplastics (MPs), and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Air: Their Possible Relationships and Health Implications*”. *Environmental Research* 192 (2021).
- Alhamzi, Khaleed. (2024). *Identifikasi Mikroplastik Dalam Total Suspended Particulate (Tsp) Pada Jalan Kolektor Kota Banda Aceh*. Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Arty, Indyah S. (2005). *Pendidikan lingkungan hidup tentang bahaya polutan udara*. *Cakrawala Pendidikan*, Th. XXIV, No. 3.
- Asis, Siti Ainunnisa. (2021). *Model Sebaran Polutan Partikulat Debu (Tsp) Pada Cerobong Asap Pt. Semen Bosowa Maros Dan Dampaknya Terhadap Klorofil Daun Jati*. Tesis, Sekolah Pascasarjana, Universitas Hasanuddin.
- Aziz, Ophelia. (2023). *Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Udara Melalui Parameter Total Suspended Particulate (Tsp) Dan Particulate Matter (Pm2,5 Dan Pm10) Di Kawasan Terminal Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY)*. Skripsi, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.
- Barboza, Luís & Cózar, Andrés & Gimenez, Barbara & Barros, Thyanne & Kershaw, Peter & Guilhermino, Lúcia. (2019). *Macroplastics Pollution in the Marine Environment*. In *World Seas: An Environmental Evaluation* (pp. 305-328). Academic Press.
- Boucher, J. and Friot, D. (2017). *Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources*. IUCN, Gland.
- Brahney, Janice., dkk. (2021). “*Constraining the atmospheric limb of the plastic cycle*”. *PNAS* 2021 118(16).
- Budiarto, Agung. (2014). *Modifikasi Peralatan Sampling Hvas Portabel Untuk Analisis Total Partikulat Di Udara Ambien*. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*.
- Dewi, Ni Made Nia Bunga Surya. (2022). *Studi Literatur Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan*. *Jurnal Sosial Sains dan Teknologi*.

- Dris, R., dkk. (2016). Synthetic fibers in atmospheric fallout: A source of microplastics in the environment?. *Marine Pollution Bulletin*, 104(1–2).
- Fauzan, Fardhi D., dkk. (2024). *Peramalan Konsentrasi Pm2.5 Menggunakan Model Arch/Garch Dan Long Short-Term Memory (Studi Kasus: Kota Jakarta Pusat)*. *Jurnal Informatika, Manajemen, dan Teknologi*. 26(1).
- Fathulloh, M. Zaid, dkk. (2021). *Identifikasi Mikroplastik di Udara: Upaya Penanggulangan False Solution Plastic Management*. *Environmental pollution Journal*. 1(3).
- Fitriyah, Aidatul, dkk. (2022). *Identifikasi Karakteristik Fisik Mikroplastik di Sungai Kalimas, Surabaya, Jawa Timur*. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 21(3).
- Fox, Sydney, dkk. (2024). *Physical characteristics of microplastic particles and potential for global atmospheric transport: A meta-analysis*. *Environmental Pollution*. 324.
- Gusnita, N. dan N. Cholianawati. 2019. *Pola Konsentrasi dan Trayektori Polutan PM2,5 Serta Faktor Meteo di Kota Jakarta*. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. 4(3).
- Hariyanto, A. (2010). *Strategi penanganan kawasan kumuh sebagai upaya menciptakan lingkungan perumahan dan permukiman yang sehat (contoh kasus: kota Pangkalpinang)*. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota UNISBA*, 7(2).
- Herliansa, Afip. (2022). *Kajian Reduksi Sampah Dengan Pemanfaatan Fasilitas Tempat Pengolahan Sampah Reduce Reuse Recycle (Tps 3r) (Studi Kasus Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta)*. Tesis, Sekolah PascaSarjana, Universitas Gadjah Mada.
- Ihsan, Iif Miftahul, dkk. (2021). *Fluktuasi Cemaran Udara Partikulat dan Tingkat Risikonya terhadap Kesehatan Masyarakat Kota Bogor*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 22(1).
- Karbalaie S, Hanachi P, Walker TR, Cole M. (2018). *Occurrence, sources, human health impacts and mitigation of microplastic pollution*. *Environmental Science and Pollution Research*. 25(36). 4-5.
- Maharani, Hanifah Aulia. (2023). *Identifikasi Mikroplastik Di Udara Pada Polutan Total Suspended Particulate (Tsp) Dan Particulate Matter (Pm2,5 , Pm10) Di Ringroad Kota Yogyakarta*. Skripsi, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

- Masyarakat Kelurahan Malawili Distrik Aimas. Jurnal Engineering. 5(2).*
- Mukhtar, R., dkk. (2013). *Komponen Kimia Pm_{2,5} Dan Pm₁₀ Di Udara Ambien Di Serpong – Tangerang. Jurnal Ecolab, 7(1).*
- Mukhtadi, A F. (2012). *Pemantauan Kualitas Udara Ambien Daerah Padat Lalu Lintas Dan Komersial Dki Jakarta: Analisis Konsentrasi Pm_{2,5} dan Black Carbon. Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.*
- Mulasari, Surahma Asti. (2012). *Hubungan Tingkat Pengetahuan Dan Sikap Terhadap Perilaku Masyarakat Dalam Mengolah Sampah Di Dusun Padukuhan Desa Sidokarto Kecamatan Godean Kabupaten Sleman Yogyakarta. KesMas. 6(3).*
- Muliane, U, Lestari, P. (2011). *Pemantauan Kualitas Udara Ambien Daerah Padat Lalu Lintas Dan Komersial Dki Jakarta: Analisis Konsentrasi Pm_{2,5} dan Black Carbon. Jurnal Teknik Lingkungan. 18(2).*
- Nurrachman, Muhammad Arya. (2023). *Analisis Kandungan Mikroplastik Di Udara Serta Total Suspended Particulate (Tsp) Di Akses Masuk Perkotaan Yogyakarta. Skripsi, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.*
- Ony, Rosalia, dkk. (2018). *Karakteristik Risiko Kesehatan Non Karsinogen pada Remaja Siswa Akibat Paparan Inhalasi Debu Particulate Matter < 2,5 (PM_{2,5}). Jurnal MKMI. 14(1).*
- Pradana, Nasrul Fajar. (2023). *Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Udara Di Kawasan Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (Tpst) Piyungan Yogyakarta. Skripsi, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.*
- Pratiwi, Anita. (2020). *Karakterisasi Mikroplastik Dalam Ruang. Thesis, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.*
- Safaat, Andi Indah Fitria Wahyuni. (2021). *Identifikasi Mikroplastik Udara Dari Polutan Total Suspended Particulate (Tsp) Jalan Arteri Divided di Kota Makassar. Skripsi, Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Hasanuddin.*
- Sari, Bunga Surya Eka, dkk. (2021). *Identifikasi Mikroplastik Di Udara Pada False Solution Technology. Environmental Pollution Journal. 1(3).*

- Shafani, Rafa Hadi, dkk. (2022). *Identifikasi Dan Kepadatan Mikroplastik Di Sekitar Muara Sungai Banjir Kanal Barat Dan Banjir Kanal Timur, Kota Semarang, Jawa Tengah*. Journal of Marine Research. 11(2).
- SNI 7119.14 : 2016 tentang “Cara uji partikel dengan ukuran $\leq 2,5 \mu\text{m}$ (PM ukuran $\leq 2,5 \mu\text{m}$ (PM_{2,5}) menggunakan *peralatan High Volume Air Sampler* (HVAS) dengan metode gravimetri.”
- Suharyo, Ahmad Raihan. (2023). *Identifikasi Mikroplastik Pada Tsp, Pm10, Dan Pm2,5 Di Lokasi Pariwisata Kota Yogyakarta*. Skripsi, Program studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.
- Supit, Alva, dkk. (2022). *Mikroplastik sebagai Kontaminan Anyar dan Efek Toksiknya terhadap Kesehatan*. Jurnal Kesehatan. 13(1).
- Syafei et al., Curr. World Environ., Vol. 14(2) 290-298 (2019).
- Tandipau, Fidelis, dkk. (2022). *Permasalahan Pengelolaan Sampah Di Permukiman*
- Wicaksono, Ega Adhi, dkk. (2021). *Distribution and Seasonal Variation of Microplastics in Tallo River, Makassar, Eastern Indonesia*. Toxics 2021, 9, 129.
- Xing Yu-Fei, Xu Y-H, Shi M-H, Lian Y-X. (2015). *The Impact of PM 2,5 on The Human Respiratory System*. Journal of Thoracic Disease. 8(1).
- Yasir, M. (2021). *Pencemaran udara di perkotaan berdampak bahaya bagi manusia, hewan, tumbuhan dan bangunan*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/nc5rg>
- Yuhana, Titan Memory. (2023). *Identifikasi Mikroplastik pada Tahu di Sentra Industri Tahu Desa Tropodo Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo*. Environmental Pollution Journal. 3(3).
- Zahra, Nurulbaiti Listyendah, dkk. (2022). *Pemantauan Kualitas Udara Ambien di Komplek Universitas Pertamina pada Masa Pandemi COVID-19*. Jurnal Teknologi Lingkungan. 23(1).
- Zheng, Mei, dkk. (2005). *Seasonal trends in PM_{2.5} source contributions in Beijing, China*. Atmospheric Environment. 39(22).

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Konsentrasi PM_{2,5}

1. Pogung Kidul Akhir pekan

Koreksi Laju Alir pada kondisi standar

$$Q_s = 1,3x \left[\frac{298 x 756,6}{(273 + 28,61) x 760} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = 1,3x \left[\frac{298 x 756,6}{301,6 x 760} \right]^{\frac{1}{2}} = 1.289 \text{ Nm}^3/\text{menit}$$

Vstd (Volume udara yang diambil)

$$V = \frac{\sum_{i=1}^{24} 1,289}{24} x 24x60 = 1856.77 \text{ Nm}^3$$

Konsentrasi PM_{2,5}

$$C = \frac{(3,5789 - 3,4780) x 10^6}{1856.77} = 54.3 \text{ } \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

2. Pogung Kidul Hari kerja

Koreksi Laju Alir pada kondisi standar

$$Q_s = 1.3x \left[\frac{298 x 756,79}{(273+28,17) x 760} \right]^{\frac{1}{2}} = 1.290 \text{ Nm}^3/\text{menit}$$

Vstd (Volume udara yang diambil)

$$V = \frac{\sum_{i=1}^{24} 1.290}{24} x 24x60 = 1858.20 \text{ Nm}^3$$

Konsentrasi PM_{2,5}

$$C = \frac{(3,5636 - 3,4738) x 10^6}{1858.20} = 48.3 \text{ } \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

3. Kragilan Akhir pekan

Koreksi Laju Alir pada kondisi standar

$$Q_s = 1,3x \left[\frac{298 \times 756,67}{(273 + 28,6) \times 760} \right]^{\frac{1}{2}} = 1.290 \text{ Nm}^3/\text{menit}$$

Vstd (Volume udara yang diambil)

$$V = \frac{\sum_{i=1}^{24} 1.290}{24} \times 24 \times 60 = 1858.04 \text{ Nm}^3$$

Konsentrasi PM_{2,5}

$$C = \frac{(3,2465 - 3,1779) \times 10^6}{1858.04} = 36,9 \text{ } \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

4. Kragilan Hari kerja

Koreksi Laju Alir pada kondisi standar

$$Q_s = 1,3x \left[\frac{298 \times 756,96}{(273 + 28,37) \times 760} \right]^{\frac{1}{2}} = 1.290 \text{ Nm}^3/\text{menit}$$

Vstd (Volume udara yang diambil)

$$V = \frac{\sum_{i=1}^{24} 1.292}{24} \times 24 \times 60 = 1857.77 \text{ Nm}^3$$

Konsentrasi PM_{2,5}

$$C = \frac{(3,2717 - 3,1978) \times 10^6}{1857.77} = 39,8 \text{ } \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

Lampiran 2 Perhitungan Kelimpahan Mikroplastik

1. Pogung Kidul Akhir pekan

$$K = \frac{n}{V_{std}} = \frac{2376}{1856.77} = 1.28 \text{ partikel/Nm}^3$$

2. Pogung Kidul Hari kerja

$$K = \frac{2054}{1858.20} = 1.11 \text{ partikel/Nm}^3$$

3. Kragilan Akhir pekan

$$K = \frac{14338}{1858.04} = 0.77 \text{ partikel/Nm}^3$$

4. Kragilan Hari kerja

$$K = \frac{1594}{1857.77} = 0.86 \text{ partikel/Nm}^3$$

Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Sampel

Pogung Kidul

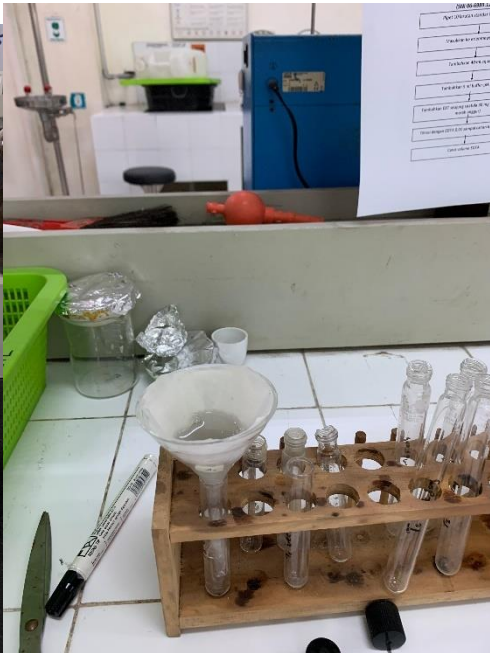
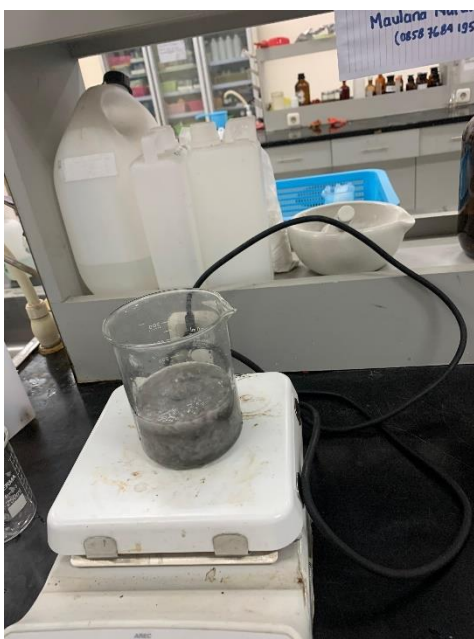
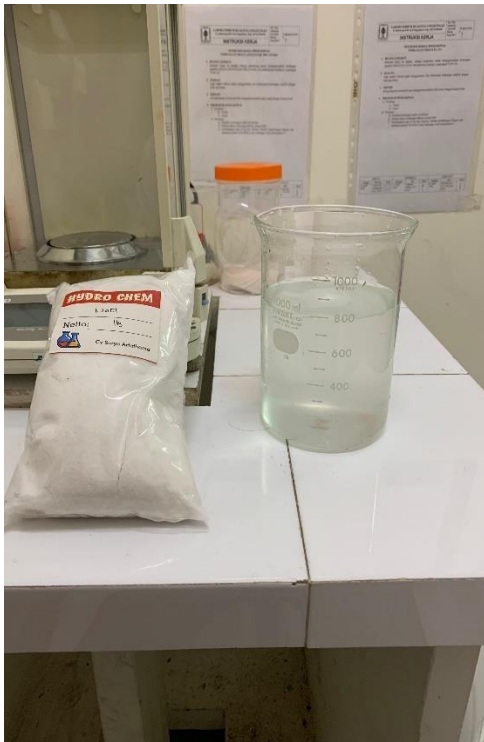


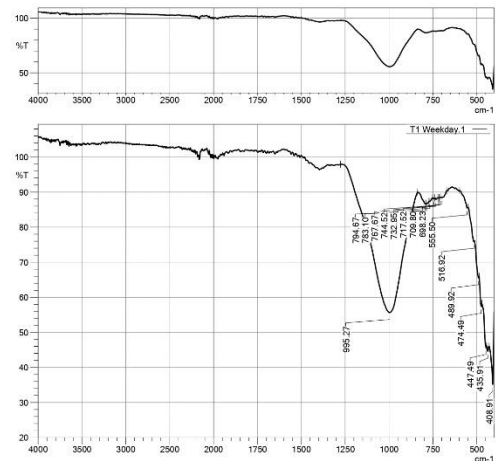
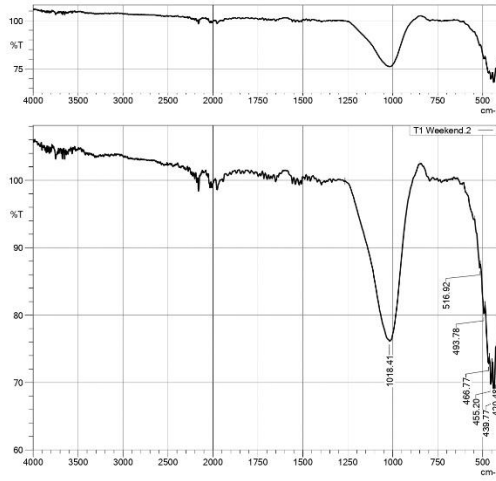
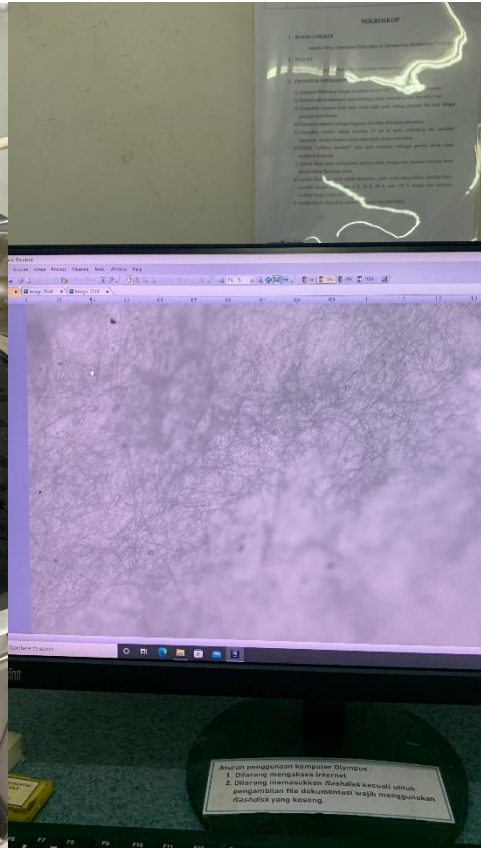
Kragilan

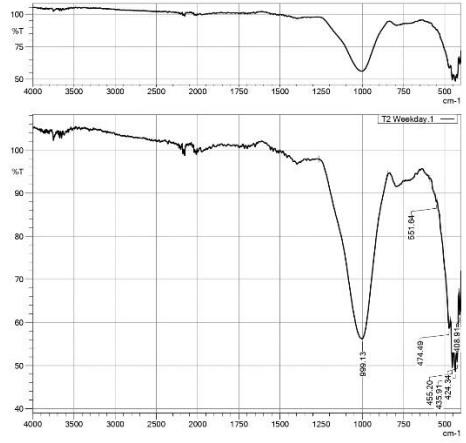
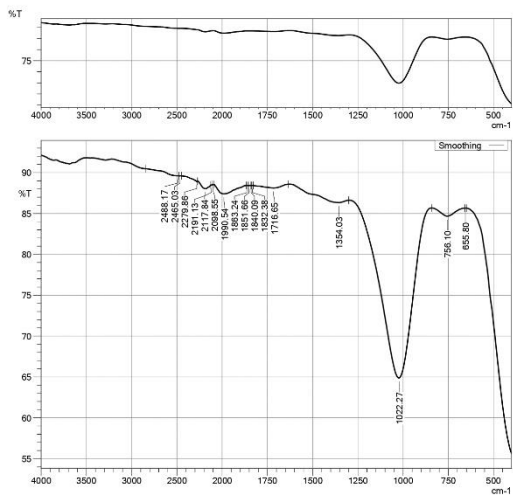


Lampiran 4 Dokumentasi Identifikasi PM_{2,5} dan Mikroplastik di Laboratorium









RIWAYAT HIDUP

Ihsanuddien Nashrullaah atau biasa dipanggil Ihsan lahir di Ponorogo, 13 Juli 2000. Penulis merupakan putra pertama dari pasangan Bapak Rusbianto dan Ibu Umfatmawati. Penulis menempuh Pendidikan di MIT Bakti Ibu Madiun pada tahun 2007-2013, kemudian melanjutkan pendidikan di SMPIT Bakti Ibu Madiun tahun 2013-2016 dan melanjutkan Pendidikan di SMA SP Baitul Quran Sragen tahun 2016-2019. Saat ini penulis melanjutkan pendidikan S1 di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.