

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK DALAM *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* (TSP) PADA JALAN KOLEKTOR KOTA BANDA ACEH

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

KHALEED ALHAMZI

NIM. 190702031

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M/1445 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK DALAM *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE*
(TSP) PADA JALAN KOLEKTOR KOTA BANDA ACEH

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai salah satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

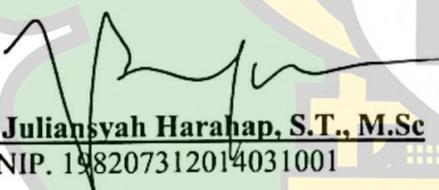
Oleh:
KHALEED ALHAMZI
NIM. 190702031

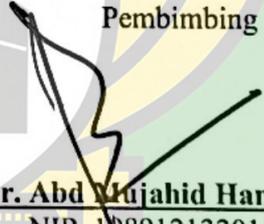
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry

Disetujui untuk dimunaqasyahkan oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc
NIP. 198207312014031001


Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
NIP. 198912132014031002


Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc.
NIP. 198311092014032002

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK DALAM *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* (TSP) PADA JALAN KOLEKTOR KOTA BANDA ACEH

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Kelulusan Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Selasa/ 07 November 2023
Selasa/ 23 Rabiul Akhir 1445 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc.
NIP. 198207312014031001

Sekretaris,



Dr. Abd. Mujahid Hamdan, M.Sc.
NIP. 198912132014031002

Penguji I,



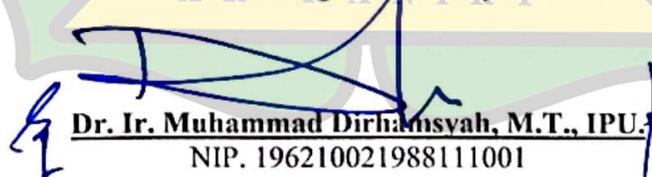
M. Faisi Ikhwali, S.T., M.Eng.
NIP. 199190082020121013

Penguji II,



Arief Rahman, S.T., M.T.
NIP. 198903102019031012

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU.
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khaleed Alhamzi
NIM : 190702031
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Identifikasi Mikroplastik Dalam *Total Suspended Particulate (TSP)* Pada Jalan Kolektor Kota Banda Aceh

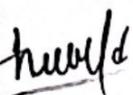
Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelarakademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 06 Desember 2023




Khaleed Alhamzi

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah Swt. yang telah melimpahkan segala karunianya yang tidak terhingga, khususnya nikmat iman dan islam, yang dengan keduanya diperoleh kebahagiaan dunia dan akhirat. Sholawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad saw, dan atas keluarga dan sahabat beliau serta orang-orang yang mengikuti jejak langkah mereka itu hingga akhir zaman.

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah Swt. Tugas Akhir guna memenuhi syarat salah satu kelulusan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Lingkungan ini telah dapat penulis diselesaikan. Penulis mengambil judul yaitu “Identifikasi Mikroplastik Dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) Pada Jalan Kolektor Kota Banda Aceh”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Tugas Akhir ini telah penulis susun sampai tahap akhir dengan melibatkan bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar pembuatan Tugas Akhir dari awal sampai dengan selesai. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Ayahanda Nurizal, serta Ibunda Sukmawati selaku orang tua dari penulis yang telah senantiasa mendukung dan memberikan semangat dalam pembuatan tugas akhir. Kemudian, penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Bapak Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing sekaligus motivator Tugas Akhir di Program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry.
4. Bapak Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing sekaligus motivator Tugas Akhir di Program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry.

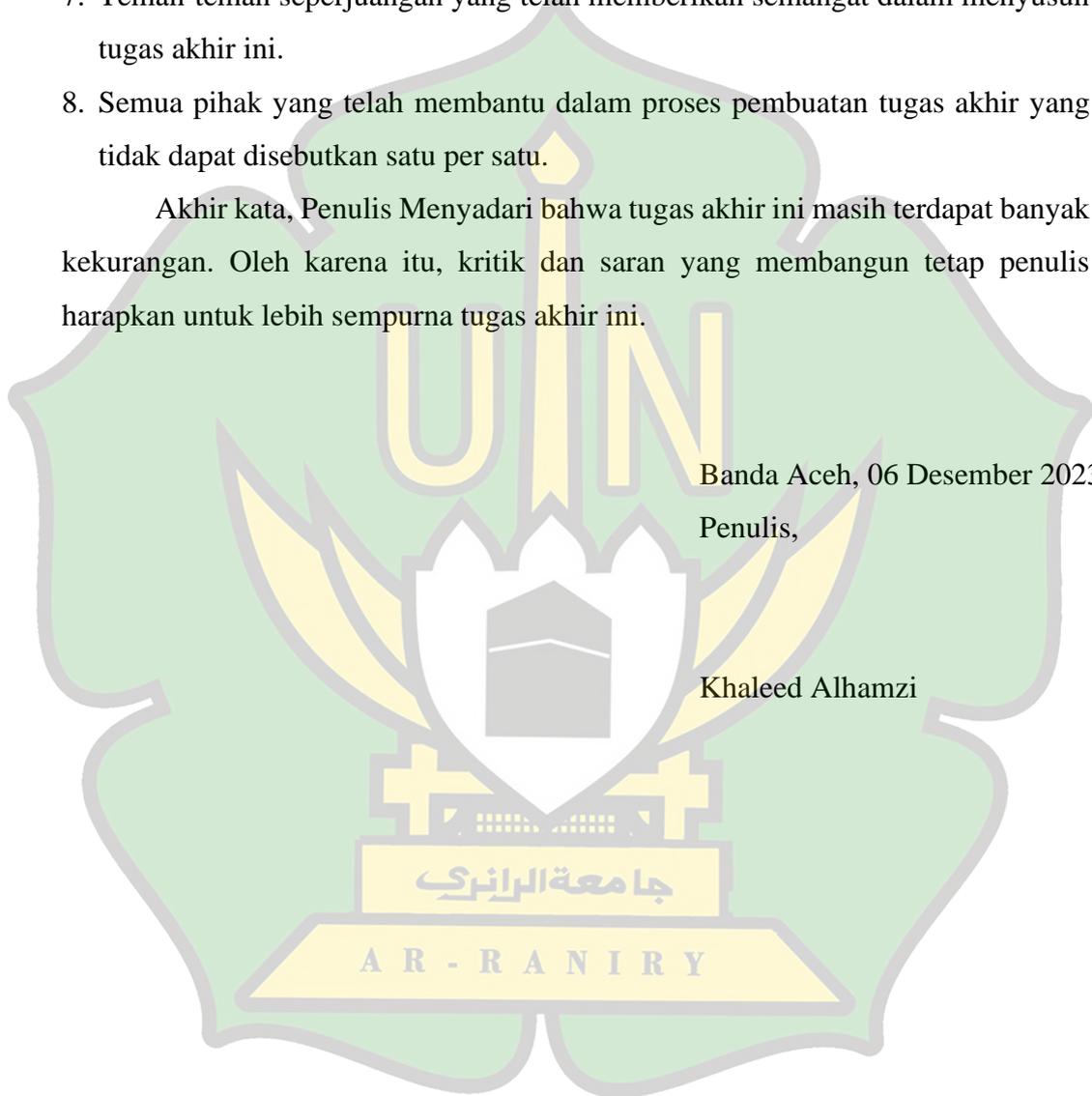
5. Bapak Arief Rahman, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis di Program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry.
6. Nova Amalia, Nawwar Syauqi dan Muqabil yang telah penuh membantu dibagian penelitian tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat dalam menyusun tugas akhir ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, Penulis Menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih sempurna tugas akhir ini.

Banda Aceh, 06 Desember 2023

Penulis,

Khaleed Alhamzi



ABSTRAK

Nama : Khaleed Alhamzi
NIM : 190702031
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Identifikasi Mikroplastik Dalam Total Suspended Particulate (TSP) Pada Jalan Kolektor Kota Banda Aceh
Tanggal Sidang : 07 November 2023
Pembimbing 1 : Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc
Pembimbing 2 : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc
Kata Kunci : Mikroplastik Udara, *Total Suspended Particulate*, Ukuran, Kelimpahan, Warna

Kota Banda Aceh yang merupakan ibukota provinsi Aceh yang tidak luput dari perkembangan dan pembangunan. Pertumbuhan penduduk yang kian meningkat telah mempengaruhi peningkatan pencemaran emisi gas buang (polutan) ke udara, sehingga perlu diketahui mikroplastik udara yang ada di Kota Banda Aceh tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) pada Jalan Kolektor, kelimpahan mikroplastik yang terdapat dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) pada Jalan Kolektor dan karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk, warna, ukuran dan polimer pada Jalan Kolektor di Kota Banda Aceh. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan jenis penelitian lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi TSP dengan nilai rata-rata sebesar $159,32 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Kelimpahan mikroplastik tercatat lebih tinggi pada Minggu sore dengan 729 partikel/gr, dibandingkan dengan Minggu pagi yang mencatat 568 partikel/gr. Namun, jumlah tersebut menurun pada hari Senin, dengan 400 partikel/gr pada pagi hari dan 440 partikel/gr pada sore hari. Sementara itu, di T. Panglima Nyak Makam, kelimpahan mikroplastik mengalami peningkatan dari Minggu sore (693 partikel/gr) ke Senin sore (1020 partikel/gr). Meskipun demikian, terdapat fluktuasi pada Senin pagi dengan jumlah 843 partikel/gr. Terdapat tiga jenis mikroplastik, yaitu fragmen, film, dan fiber yang memiliki variasi warna yang beragam, termasuk transparan, hitam, merah, coklat, dan biru. Kesimpulan penelitian ini ialah identifikasi mikroplastik udara dari polutan TSP pada jalan kolektor Kota Banda Aceh terdiri dari fragmen, film dan fiber.

ABSTRACT

Name : Khaleed Alhamzi
Student ID Number : 190702031
Study Program : Environmental Engineering
Title : Identification of Microplastics in Total Suspended Particulate (TSP) on Collector Roads in Banda Aceh City
Advisor 1 : Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc
Advisor 2 : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc
Keywords : Airborne Microplastics, Total Suspended Particulate, Size, Abundance, Color”

The city of Banda Aceh, which is the capital of Aceh province, has not escaped development and development. The increasing population growth has influenced the increase in exhaust gas emissions (pollutants) into the air, so it is necessary to know the air microplastics in the city of Banda Aceh. This research aims to determine the concentration of Total Suspended Particulate (TSP) on Jalan Collector, the abundance of microplastics contained in Total Suspended Particulate (TSP) on Jalan Collector and the characteristics of microplastics based on shape, color, size and polymer on Jalan Collector in Banda Aceh City. This research uses quantitative methods with the type of field research. The results showed that the TSP concentration had an average value of 159.32 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. The abundance of microplastics was recorded to be higher on Sunday afternoon with 729 particles/gr, compared to Sunday morning which recorded 568 particles/gr. However, this number decreased on Monday, with 400 particles/gr in the morning and 440 particles/gr in the afternoon. Meanwhile, at T. Panglima Nyak Makam, the abundance of microplastics increased from Sunday afternoon (693 particles/gr) to Monday afternoon (1020 particles/gr). However, there were fluctuations on Monday morning with a total of 843 particles/gr. There are three types of microplastics, namely fragments, films and fibers which have various color variations, including transparent, black, red, brown and blue. The conclusion of this research is the identification of air microplastics from TSP pollutants on collector roads in Banda Aceh City consisting of fragments, films and fibers.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Udara Ambien	6
2.1.1 Pengertian Udara Ambien.....	6
2.1.2 Baku Mutu Udara Ambien.....	6
2.2 Pencemaran Udara	8
2.3 <i>Total Suspended Particulate (TSP)</i>	8
2.4 Mikroplastik.....	11
2.4.1 Pengertian Mikroplastik.....	11
2.4.2 Jenis Mikroplastik.....	12
2.5 <i>High Volume Air Sampler (HVAS)</i>	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan penelitian	16
3.3 Metode Pengumpulan Data	16

3.4 Teknik Preparasi Sampel.....	17
3.5 Analisis Data	18
3.5.1 Konsentrasi <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP)	18
3.5.2 Bentuk Mikroplastik di dalam <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP)	18
3.5.3 Identifikasi ukuran Mikroplastik dengan aplikasi Image Raster	18
3.5.4 Analisis Kelimpahan Mikroplastik	19
3.5.5 Pengujian Sample Menggunakan FT-IR.....	19
3.6 Kerangka Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Data Kualitas Udara di Banda Aceh	22
4.2 Konsentrasi <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP)	24
4.3 Kelimpahan Mikroplastik	26
4.4 Karakteristik Mikroplastik	28
4.4.1 Karakteristik Berdasarkan Bentuk	29
4.4.2 Karakteristik Berdasarkan Warna	32
4.4.3 Karakteristik Berdasarkan Ukuran	34
4.4.4 Karakteristik Berdasarkan Polimer	36
4.5 Rekomendasi kebijakan terhadap ancaman Mikroplastik.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN A PERHITUNGAN TSP.....	48
LAMPIRAN B PERHITUNGAN KELIMPAHAN	53
LAMPIRAN C HASIL MIKROPLASTIK	54
LAMPIRAN D DOKUMENTASI PENELITIAN	61

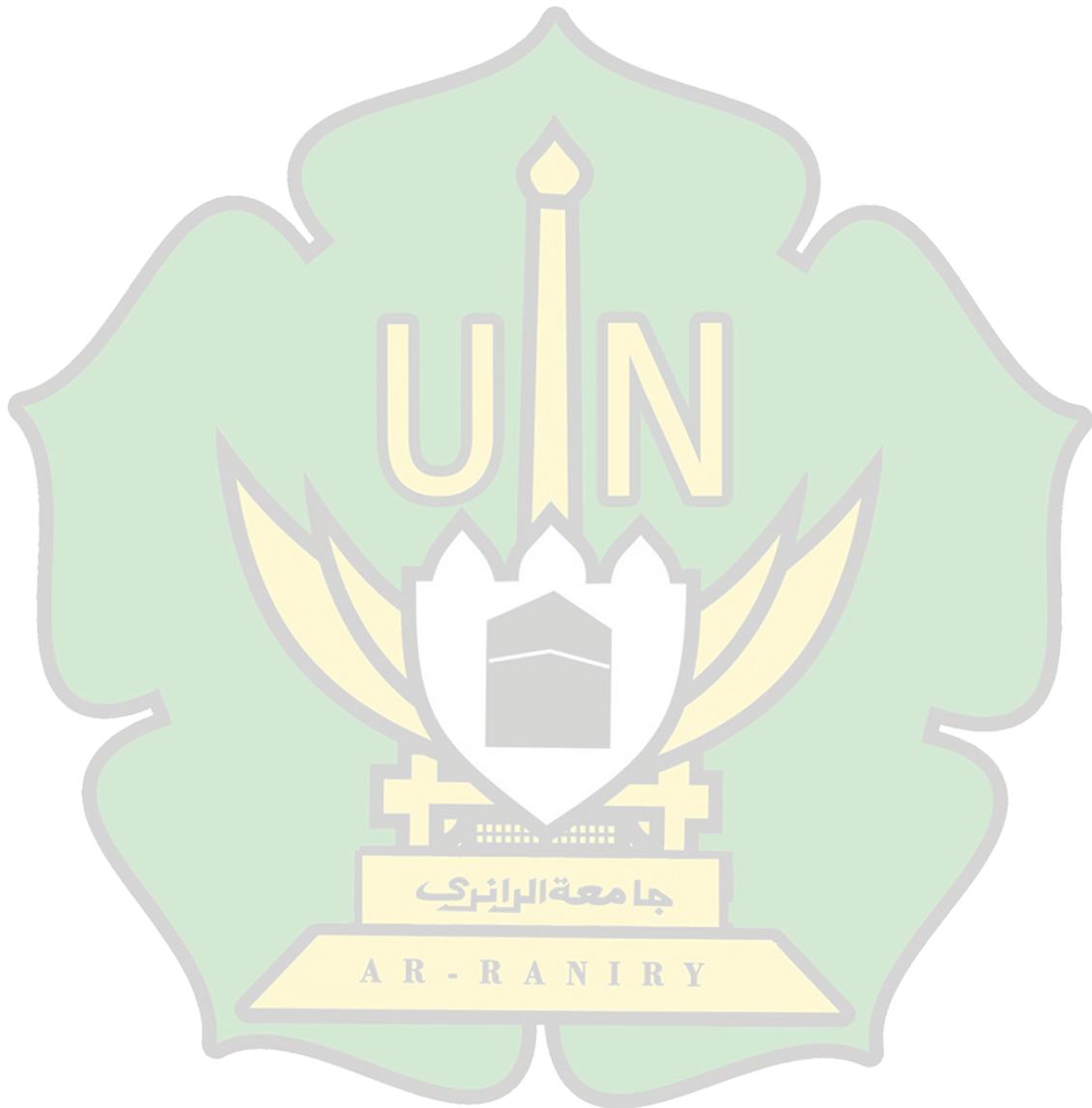
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Lokasi Titik Pengambilan Sampel	15
Gambar 3.2 Alat <i>High Volume Air Sampler</i> (HVAS).....	17
Gambar 3.3 Diagram Alir	21
Gambar 4.1 Kualitas Udara Ambien di Kota Banda Aceh Parameter TSP.....	22
Gambar 4.2 Kualitas Udara Ambien di Kota Banda Aceh Parameter SO ₂	23
Gambar 4.3 Kualitas Udara Ambien di Kota Banda Aceh Parameter NO ₂	24
Gambar 4.4 Grafik kelimpahan Mikroplastik	26
Gambar 4.5 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Lokasi dan Bentuknya.....	28
Gambar 4.6 Mikroplastik Berdasarkan Bentuk.....	29
Gambar 4.7 Ukuran Mikroplastik di Udara	35
Gambar 4.8 Karakteristik Berdasarkan Polimer	36



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Konsentrasi <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP)	25
Tabel 4.2 Mikroplastik Udara Berdasarkan Bentuk, Ukuran dan Warna	31
Tabel 4.3 Mikroplastik Udara Berdasarkan Warna.....	32



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Zahra dkk. (2022), udara sangat penting bagi keberadaan segala bentuk kehidupan. Dampak buruk polusi udara terhadap manusia dan alam sudah terdokumentasi dengan baik (Sari dkk., 2020). Ketika ada zat berbahaya seperti rokok, gas, debu, dan sebagainya di udara, maka hal itu disebut polusi udara (Ibrahim dkk., 2022).

Bahaya terhadap kesehatan manusia dan kerusakan ekologi dapat diakibatkan oleh pencemaran udara (Rizqiyah & Rosyida, 2021). Polusi udara berbahaya bagi kesehatan manusia karena menyebabkan sejumlah penyakit, termasuk infeksi paru-paru, jantung, dan pernapasan, serta kanker yang berpotensi fatal (Abidin dkk., 2019). Dampak negatif lebih lanjut terhadap kesehatan terjadi ketika kadar karbon monoksida terlalu tinggi, karena dapat menyebabkan keracunan gas CO. Hipoksia janin, gangguan perkembangan kognitif, atau bahkan kematian adalah akibat lebih lanjut yang mungkin terjadi (Ibrahim dkk., 2022).

Salah satu polutan yang menurunkan kualitas udara adalah total partikel tersuspensi (TSP). Partikel berukuran kurang dari 100 m yang disebut TSP berpotensi menyusup ke sistem pernapasan, mendarat di paru-paru, dan menyebabkan iritasi atau gangguan pernapasan. Selain itu, molekul gas kimia berbahaya dapat diserap oleh partikel debu, sehingga partikel tersebut mengangkut zat yang berpotensi berbahaya (Wahyuni dkk., 2021). Kehidupan manusia di dalam dan luar ruangan terancam oleh polusi udara yang disebabkan oleh TSP (Palureng, 2022)

Polutan yang dikenal dengan nama total partikulat tersuspensi (TSP) mencakup mikroplastik yang dilepaskan ke udara akibat lalu lintas jalan raya. Menurut Dzihninafira dkk. (2023), partikel plastik yang diameternya kurang dari 5 mm disebut mikroplastik. Meskipun belum ada batasan ukuran pasti untuk mikroplastik, sebagian besar penelitian menggunakan 300 μm^3 sebagai batas minimum (Fathulloh dkk., 2021). Gesekan antara ban dan jalan, serta keausan dan

cuaca, diyakini berkontribusi terhadap terciptanya mikroplastik di udara. Akibatnya, ban poliester mengeluarkan mikroplastik berupa serat yang mengandung partikel polimer plastik. Serat mikroplastik yang terbawa udara memberikan risiko kesehatan bagi manusia dan menimbulkan ancaman bagi pengemudi dan pejalan kaki (Syafei dkk., 2019).

Konsentrasi mikroplastik di udara sangat beragam. Di wilayah metropolitan, jumlah polutan di udara berkisar antara 53 hingga 118 partikel/m²/hari. Pada saat yang sama, serat sintetis yang dikombinasikan dengan debu ruangan menghasilkan sebanyak 59 partikel mikroplastik per meter kubik udara yang diamati di ruang tertutup (Supit dkk., 2022). Potensi dampak kesehatan dari mikroplastik termasuk perubahan pada sistem kekebalan tubuh, efek pada kesuburan, dan perkembangan tumor. Infeksi paru-paru dan masalah pernapasan lainnya mungkin disebabkan oleh mikroplastik di udara (Utami dkk., 2021). Bersin dan batuk merupakan cara alami tubuh untuk mengeluarkan mikroplastik, yaitu benda asing di sistem pernapasan. Ketika partikel-partikel ini mendarat di saluran pernafasan, mereka dapat memicu reaksi inflamasi seperti kemotaksis makrofag, stres oksidatif, dan pelepasan mediator inflamasi. Hal ini, pada gilirannya, dapat menyebabkan sitotoksitas dan kemungkinan karsinogenesis (Supit dkk., 2022).

Investigasi pertama terhadap mikroplastik di wilayah metropolitan Paris Raya dilakukan pada tahun 2015. Para peneliti ingin mengetahui dari mana asal mikroplastik di perkotaan, sehingga mereka mengumpulkan sampel hujan dan debu (Dris dkk., 2015). Proses degradasi foto-oksidatif lingkungan menjadi penyebab mikroplastik di udara. Interaksi dengan geseran angin menyebabkan terbentuknya partikel udara tambahan, yang selanjutnya tereduksi menjadi partikel-partikel kecil (Gasperi dkk., 2018).

Selain itu, penelitian yang dilakukan di Surabaya oleh Syafei (2019) mengungkapkan bahwa aktivitas transportasi di jalan raya dapat memicu terbentuknya mikroplastik. Peralnya, kombinasi keausan ban akibat gesekan, tekanan, dan panas kendaraan yang bergerak dapat menyebabkan terbentuknya mikroplastik berupa serat yang mengandung pecahan polimer plastik di udara.

Menurut Syafei dkk. (2019), mikroplastik di udara menimbulkan ancaman signifikan bagi pejalan kaki dan pengemudi.

Bahkan ibu kota Provinsi Aceh, Banda Aceh, pun tidak kebal terhadap modernisasi. Pelepasan gas berbahaya ke udara, seperti gas buang, berkorelasi langsung dengan laju pertumbuhan penduduk. Kota Banda Aceh termasuk kota teratas di Aceh dalam hal jumlah mobil, yaitu sebanyak 306.724 unit (Korlantas, 2023). Kekhawatiran terhadap peningkatan jumlah polutan dipicu oleh pertumbuhan jumlah mobil. Pada 5.500 ppm, konsentrasi CO₂ tertinggi tercatat menggunakan metode ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. Di Jalan Sudirman dan Jalan Pocut Baren, konsentrasi CO₂ juga sama tinggi yaitu 10.310 ppm atau 104,43" (ISPU) (Anwar dkk., 2020).

Polusi udara merupakan salah satu dari sekian banyak permasalahan yang membahayakan kehidupan seluruh bentuk kehidupan di Bumi (Nakulo dkk., 2020). Karena polusi udara membahayakan kesehatan dan kesejahteraan manusia serta memusnahkan bentuk kehidupan lain di Bumi, wilayah dengan kualitas udara yang buruk harus dipantau dan dikendalikan kualitas udaranya secara berkala (Zahra dkk., 2022). Kualitas udara dapat memburuk akibat meningkatnya polusi yang disebabkan oleh peningkatan jumlah kendaraan bermotor dan aktivitas manusia, khususnya di jalan raya atau jalur utama yang menjadi episentrum lalu lintas padat (Yuli Endra & Agus Saputra, 2022). Maka dari itu perlu dilakukannya sebuah monitoring kualitas udara di kawasan Banda Aceh guna menemukan solusi untuk menciptakan kualitas udara yang lebih baik di Kota Banda Aceh.

1.2 Rumusan Masalah

Semakin banyak orang yang merasa khawatir terhadap polusi udara dan keberadaan mikroplastik, hal ini menjadi konteks topik penelitian ini. Meskipun mikroplastik di air dan sungai telah banyak diteliti, keberadaannya di udara hanya mendapat sedikit perhatian. Salah satu kota yang tingkat polusi udaranya cukup tinggi adalah Banda Aceh. Hambatan utama Kota Banda Aceh, Jalan Kolektor,

memiliki lalu lintas yang sangat padat setiap harinya. Salah satu cara umum untuk mengukur kualitas udara adalah dengan melihat Total Suspended Particulate (TSP).

Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan dan sifat mikroplastik pada TSP di sepanjang Jalan Kolektor Kota Aceh. Kami mengantisipasi bahwa dengan melakukan penelitian ini, kami dapat lebih memahami potensi paparan mikroplastik yang dibawa oleh penduduk pinggir jalan dan pekerja di udara dan menggunakan informasi tersebut untuk dijadikan masukan dalam pengambilan kebijakan mengenai isu lingkungan di Kota Banda Aceh. Berdasarkan keadaan tersebut, maka peneliti dalam penelitian ini menyatakan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) pada Jalan Kolektor di Kota Banda Aceh?
2. Bagaimana kelimpahan mikroplastik yang terdapat dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) pada Jalan Kolektor di Kota Banda Aceh?
3. Bagaimana karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk, warna, ukuran dan polimer pada Jalan Kolektor di Kota Banda Aceh?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Memperoleh data konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) pada Jalan Kolektor di Kota Banda Aceh
2. Mengetahui kelimpahan mikroplastik yang terdapat dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) pada Jalan Kolektor di Kota Banda Aceh
3. Mengungkapkan karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk, warna, ukuran dan polimer pada Jalan Kolektor di Kota Banda Aceh

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat penelitian ini dibagi menjadi 3 yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan tentang mikroplastik udara dan TSP.

- Menambah pemahaman tentang karakteristik mikroplastik udara dan TSP di lingkungan perkotaan.

2. Manfaat Empiris

- Menghasilkan data empiris tentang konsentrasi, jenis, dan ukuran mikroplastik udara yang teridentifikasi pada jalan Kolektor Kota Banda Aceh.
- Menjelaskan perbedaan konsentrasi mikroplastik udara pada waktu yang berbeda.
- Membuktikan adanya paparan mikroplastik udara dan TSP pada lingkungan perkotaan di Kota Banda Aceh.

3. Manfaat Aplikatif

- Memberikan informasi penting kepada masyarakat, terutama pihak terkait seperti pemerintah, dalam mengatasi masalah mikroplastik udara dan TSP.
- Memberikan saran dan rekomendasi yang dapat diterapkan dalam mengurangi paparan mikroplastik udara dan TSP bagi masyarakat kota.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada identifikasi mikroplastik Dalam *Total Suspended Particulate* pada Jalan Kolektor Kota Banda Aceh. Batasan penelitian yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan di Jalan Kolektor Kota Banda Aceh Jalan Tgk. H.M. Daud Beureueh dan Jalan T. Panglima Nyak Makam
2. Penelitian ini hanya berfokus pada identifikasi berdasarkan bentuk, warna, ukuran dan jenis polimer pada mikroplastik.
3. Penelitian ini tidak memperhitungkan faktor meteorologi yaitu cuaca, temperatur, kelembaban, arah angin, kecepatan angin, suhu dan musim.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udara Ambien

2.1.1 Pengertian Udara Ambien

Udara ambien adalah udara pada lapisan troposfer yang berada di bawah kekuasaan Negara Republik Indonesia yang mempunyai pengaruh terhadap kesehatan manusia, makhluk hidup lain, dan faktor lingkungan hidup lainnya dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Karena pengaruhnya sangat besar terhadap semua bentuk kehidupan, udara sekitar sangatlah penting. Salah satu strategi untuk mengurangi polusi udara adalah penetapan standar kualitas udara ambien, yang mengatur jumlah polutan tertentu di udara. Masalah pernapasan mungkin timbul ketika kualitas udara melebihi pedoman kualitas udara ambien. Hujan asam, penipisan ozon, dan perubahan iklim adalah beberapa dampak lingkungan dari buruknya kualitas udara.

Komposisi gas di udara sekitar kita atau udara ambien adalah sebagai berikut: gas nitrogen (konsentrasi 78%), gas oksigen (20%), gas argon (konsentrasi 0,93%), dan gas karbon dioksida (konsentrasi 0,93%), seperti dilansir Kurniawati dkk. (2015). 0,3 persen. Di sisi lain, gas-gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), hidrokarbon (HC), dan lain-lain dapat beredar di udara akibat aktivitas manusia. Konsentrasi minimum yang diperbolehkan dari gas-gas berbahaya ini diatur oleh peraturan kualitas udara ambien.

2.1.2 Baku Mutu Udara Ambien

Baku Mutu Udara Ambien Nasional telah ditetapkan oleh pemerintah melalui Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 untuk menjaga kualitas udara

dan mencegah pencemaran udara. Untuk melihat daftar Baku Mutu Udara Ambien Nasional, silakan lihat Tabel 2.1 di bawah ini

Tabel 2.1 Baku Mutu Udara Ambien

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1	SO ₂ (Sulfur Dioksida)	1 Jam 24 Jam 1 Tahun	900 µg/Nm ³ 365 µg/Nm ³ 60 µg/Nm ³	Pararosanilin	Spektrofotometer
2	CO (Karbon Monoksida)	1 Jam 24 Jam 1 Tahun	30.000µg/Nm ³ 10.000µg/Nm ³	NDIR	NDIR Analyzer
3	NO ₂ (Nitrogen Dioksida)	1 Jam 24 Jam 1 Tahun	400 µg/Nm ³ 150 µg/Nm ³ 100 µg/Nm ³	Saltzman	Spektrofotometer
4	O ₃ (Oksida)	1 Jam 1 Tahun	235 µg/Nm ³ 50 µg/Nm ³	<i>Chemiluminescent</i>	Spektrofotometer
5	HC (Hidrokarbon)	3 Jam	160 µg/Nm ³	<i>Flamed Ionization</i>	Gas Chromatografi
6	PM ₁₀	24 Jam	150 µg/Nm ³	<i>Gravimetric</i>	Hi-vol
7	PM _{2,5}	24 Jam 1 Tahun	65 µg/Nm ³ 15 µg/Nm ³	<i>Gravimetric</i>	Hi-vol
8	TSP (debu)	24 Jam 1 Tahun	230 µg/Nm ³ 90 µg/Nm ³	<i>Gravimetric</i>	Hi-vol
9	Pb (Timah Hitam)	24 Jam 1 Tahun	2 µg/Nm ³ 1 µg/Nm ³	<i>Gravimetric Ekstraktif pengabuan</i>	Hi-vol AAS
10	Dustfall (Debu Jatuh)	30 Hari	10 ton/km ² /bulan (permukiman) 10 ton/km ² /bulan (industri)	<i>Gravimetric</i>	<i>Cannister</i>
11	Total Fluorides (as F)	24 Jam 90 Hari	3 µg/Nm ³ 0,5 µg/Nm ³	<i>Specific Ion Electrode</i>	<i>Impinger atau Continuous Analyzer</i>
12	Flour Indeks	30 Hari	40 µg/100 cm ² dari Kertas Lined Filter	<i>Colorimetric</i>	<i>Limed Filter Paper</i>
13	Chlorine & Chlorine Diodida	24 Jam	150 µg/Nm ³	<i>Specific Ion Electrode</i>	<i>Impinger</i>
14	Sulphate Indeks	30 Hari	1 mg SO ₃ /100 cm ³ dari Lead Peroksida	<i>Colometric</i>	<i>Lead Peroxide Candie</i>

Sumber : Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999

2.2 Pencemaran Udara

Ada banyak variasi spasial dan temporal dalam asal usul dan kandungan gas dan partikel yang membentuk polusi udara. Masyarakat sudah lama khawatir akan bahaya polusi udara. Orang-orang Yunani dan Romawi kuno sudah mengkhawatirkan dampaknya terhadap manusia dan planet ini. Kabut asap merupakan produk sampingan dari merajalelanya penggunaan batu bara dalam sektor manufaktur di negara-negara seperti AS, Jerman, dan Inggris, yang berdampak negatif pada kualitas udara perkotaan (Susanto, 2020).

Iqbal (2019) menyatakan bahwa polusi udara merupakan pembunuh utama di dunia saat ini. Tingkat racun dari setiap komponen fisik, kimia, atau biologis di udara menimbulkan ancaman terhadap kesejahteraan semua bentuk kehidupan dan mengurangi nilai estetika yang merupakan polusi udara. Menurut Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, ketika suatu bahan yang berpotensi membahayakan dilepaskan ke udara akibat aktivitas manusia dan menurunkan kualitas udara, hal ini disebut dengan pencemaran udara.

Penyebab alami pencemaran udara, seperti letusan Gunung Merapi, dan aktivitas manusia, seperti emisi kendaraan dan industri, merupakan dua kategori utama pencemaran udara. Ada dua sub tipe polusi udara lagi: yang terjadi di dalam gedung (disebut juga polusi dalam ruangan) dan yang terjadi di luar (disebut juga polusi luar ruangan) (Gindo & Hari, 2007). Di wilayah perkotaan besar, 60–70% polusi udara berasal dari gas buang mobil, menurut penilaian BPLH DKI Jakarta tahun 2013. Gas buang cerobong industri hanya menyumbang sekitar 10-15% polusi udara; sisanya berasal dari berbagai sumber pembakaran termasuk peralatan rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan banyak lagi.

2.3 *Total Suspended Particulate (TSP)*

Total Suspended Particulate, atau TSP, didefinisikan sebagai partikel di udara (seperti debu, asap, dan uap) dengan diameter kurang dari seratus mikrometer (Mueller dkk., 2014). Berbagai sumber, termasuk pembangkit listrik, insinerator kendaraan, dan kegiatan konstruksi, dapat berkontribusi terhadap total padatan tersuspensi (TSP). Badan Internasional untuk Penelitian Kanker (IARC)

melaporkan pada tahun 2013 bahwa partikel merupakan salah satu komponen di udara yang dapat menyebabkan kanker paru-paru. Risiko cedera paru-paru pada manusia mungkin dipengaruhi oleh tingkat paparan partikel dan polusi udara.

Partikel halus yang tersebar di udara dan dapat bertahan dalam jangka waktu lama hingga larut dalam air hujan dikenal sebagai partikel debu tersuspensi (TSP). Diameter partikel TSP adalah 100 mikrometer (μm). Kesehatan manusia mungkin terkena dampak negatif dari peningkatan kadar TSP di udara (Rizky, 2019). Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara menyatakan bahwa meskipun jumlah jejak TSP tidak berbahaya, namun melebihi baku mutu akan menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan manusia, perekonomian, dan lingkungan.

Untuk mengetahui konsentrasi TSP dapat menggunakan rumus yang terdapat pada SNI 7119.3:2017, Standar Nasional Indonesia. Untuk mendapatkan nilai konsentrasi TSP digunakan rumus sebagai berikut:

1. Analisis Statistik

Konsentrasi TSP di setiap lokasi pengukuran dihitung dengan mengolah dan menganalisis data yang dikumpulkan dari observasi lapangan. Dengan menggunakan teknik gravimetri dan rumus berikut, konsentrasi partikel total dalam sampel uji dapat ditentukan:

Persamaan berikut digunakan untuk menentukan volume udara yang diambil selama proses pengujian:

$$V = \frac{Q_{s1} + Q_{s2}}{2} \times t \dots\dots\dots \text{Pers (2.1)}$$

Keterangan:

Q_{s1} = Laju alir volume dikoreksi pada kondisi pertama (m^3/menit)

Q_{s2} = Laju alir volume dikoreksi pada kondisi kedua (m^3/menit)

T = Durasi pengambilan contoh uji (menit)

V = Volume udara yang diambil (m^3)

Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) di udara dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut;

$$C = \frac{(w_2 - w_1) \times 10^6}{V} \dots\dots\dots \text{Pers (2.2)}$$

Keterangan:

C = Konsentrasi *Total Suspended Partikulat* di udara ambien ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)

W₂ = Berat filter setelah pengambilan sampel udara (gram)

W₁ = Berat filter sebelum pengambilan sampel udara (gram)

10⁶ = Konversi gram ke μg

V = Volume contoh uji udara dalam keadaan standar (Nm^3)

Setelah diketahui konsentrasi TSP kemudian dilakukan perhitungan estimasi waktu pengukuran di lapangan dengan waktu pengukuran sesuai dengan baku mutu menggunakan rumus:

$$C_1 = C_2 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^p \dots\dots\dots \text{Pers (2.3)}$$

Keterangan:

C₁ = Konsentrasi TSP yang setara dengan waktu pengambilan sampel selama 24 jam ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)

C₂ = Konsentrasi TSP terukur dengan durasi pengambilan sampel selama t jam ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)

t₁ = Waktu pengambilan sampel yang setara dengan 24 jam

t₂ = Waktu pengambilan sampel selama t jam

P = Faktor konversi Perbandingan Konsentrasi TSP Hasil Pengukuran Terhadap Baku Mutu Udara Ambien

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menetapkan baku mutu udara ambien untuk parameter TSP sebesar 230 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ selama 24 jam pengukuran.

2.4 Mikroplastik

2.4.1 Pengertian Mikroplastik

Karena kuat dan tahan terhadap kerusakan dalam jangka waktu yang lama, plastik semakin banyak digunakan. Penciptaan produk plastik sedang booming di Indonesia dan memenuhi hampir semua kebutuhan manusia. Namun, plastik bukanlah satu-satunya hal yang merugikan Bumi Pertiwi; pembuangan barang-barang ini secara tidak tepat dapat menyebabkan polusi dan memperlambat pembusukan. Karena pembuangan plastik yang tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan ekologis di masa depan, isu mikroplastik menyoroti perlunya mewaspadai penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari (Browne dkk., 2017).

Dengan tidak adanya aturan yang tegas, setiap partikel sintetis yang terbuat dari polimer organik yang lebih kecil dari 5 mm dianggap mikroplastik. Karena skala nano didefinisikan sebagai 1-100 nm, kata "mikroplastik" digunakan untuk menggambarkan partikel sintetis organik padat yang berukuran 100 nm hingga 5 mm. Panjang mikroplastik jenis serat adalah 300-5000 μm , atau 0,3-5 mm, menurut penelitian sebelumnya (Klein & Fischer, 2019). Mikroplastik tipe fragmen biasanya memiliki diameter berkisar antara 0,063 mm hingga 0,3 mm, atau 63-300 μm . Mikroplastik dengan ukuran berkisar antara 50-200 μm , atau 0,05-0,2 mm, ditemukan dalam jenis film yang dipelajari oleh Allen dkk. (2019). Para peneliti yang mempelajari polusi plastik di lingkungan tidak selalu menentukan ukuran sampel maksimum yang diperbolehkan. Ketika hal ini terjadi, kata "mikroplastik" digunakan untuk menggambarkan potongan-potongan kecil plastik yang sangat kecil sehingga dapat masuk ke dalam dimensi yang disebutkan di atas. Barang plastik tersebut akan tergolong makroplastik jika pada proses pengambilan sampel terdapat mikroplastik namun batas ukuran maksimal sampel lebih dari 5 mm.

2.4.2 Jenis Mikroplastik

Ukuran, bentuk, dan warna merupakan tiga ciri morfologi utama yang digunakan untuk mengkategorikan mikroplastik. Ketika mempertimbangkan spektrum dampak terhadap suatu organisme, ukuran merupakan komponen yang sangat penting. Mikroplastik ada beberapa bentuk, seperti serat atau filamen, film, potongan, dan pelet (Annisa, 2021). Mikroplastik dalam bentuk serat dapat dimanfaatkan untuk menelusuri asal usulnya. Daerah dengan populasi padat atau penghasil karpet dan tekstil cenderung memiliki konsentrasi mikroplastik berbentuk serat yang lebih tinggi.

Serat sintetis terbentuk selama pembuatan. Saat terkena sinar UV, mereka terurai menjadi partikel yang lebih kecil karena struktur sintetisnya mengendur. Jika mikroplastik ini memiliki partikel permukaan, retakan, atau detritus, maka mikroplastik tersebut dapat mengalami abrasi mekanis atau pelapukan kimia. Proses degradasi mekanis atau kimia memperpendek panjang dan lebar mikroplastik, sehingga mikroplastik yang sangat kecil lebih sulit dideteksi. Mikroplastik yang belum teridentifikasi dikenal sebagai mikroplastik tipe fragmen (Cai dkk., 2017)

2.5 *High Volume Air Sampler (HVAS)*

Masyarakat yang tinggal dekat dengan kawasan industri biasanya mempunyai masalah kesehatan yang disebabkan oleh partikulat, yaitu partikel padat yang terlarut dalam gas. Salah satu pendekatan untuk mengukur konsentrasi partikel di udara adalah teknik gravimetri, yang menggunakan High Volume Air Sampler (HVAS). Instrumen umum dan mendasar untuk pengambilan sampel udara adalah HVACS. cm-1

Salah satu langkah menuju pengurangan polusi udara adalah mengumpulkan sampel partikel udara untuk dianalisis. Data mengenai kualitas udara masih langka, dan hal ini merupakan masalah besar. Peraturan pemerintah mewajibkan penggunaan High Volume Air Sampler (HVAS) untuk pengambilan sampel partikel dan analisis gravimetri. Kadar TSP, PM10, dan PM2.5 dapat diukur menggunakan HVAS (Rohmah dkk., 2018).

HVAS beroperasi dengan menghilangkan udara sekitar melalui saluran masuk dengan ukuran tertentu dan melewatkannya melalui filter berukuran 20,3 x 25,4 cm (8" x 10") yang beroperasi pada laju aliran minimum 0,3 m³/menit. HVAS adalah alat yang mengukur laju aliran dan digunakan untuk menangkap partikel melalui filtrasi, sesuai SNI 19-7119-3.2005. Ide dasar HVAS adalah menggunakan pompa vakum aliran tinggi untuk memaksa udara melewati filter di dalam shelter, menyebabkan partikel mengendap di permukaan filter. Analisis gravimetri digunakan untuk mengetahui jumlah partikel yang terkumpul pada filter selama jangka waktu tertentu.



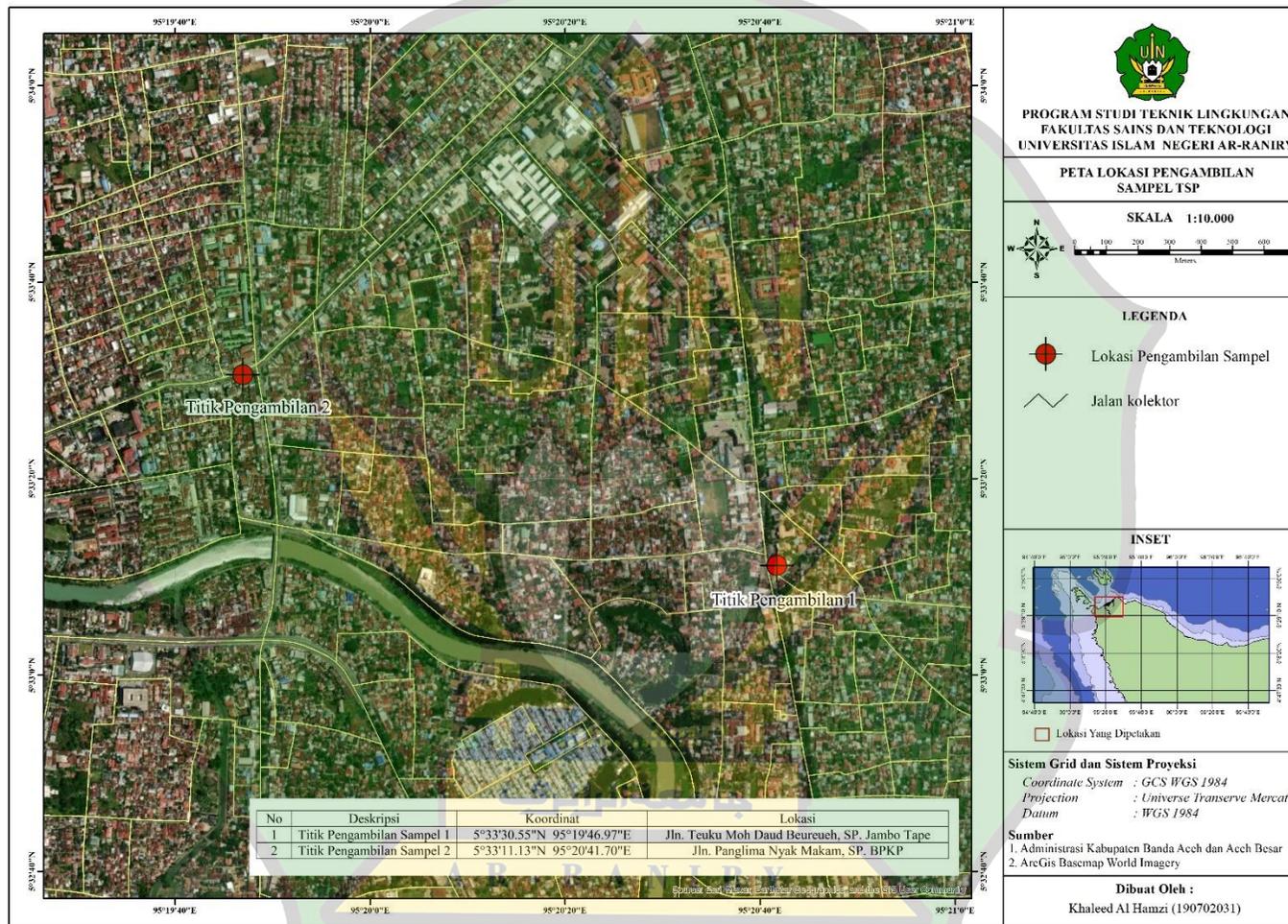
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Dua jalan raya di Kota Kolektor Banda Aceh akan dijadikan sebagai lokasi sampel. Terletak di Jalan Tgk. H.M Daud Beureueh pada $5^{\circ}33'30.55''\text{LU}$ $95^{\circ}19'46.97''\text{BT}$ adalah Titik 1, sedangkan Titik 2 di Jalan T. Panglima Nyak Makam adalah $5^{\circ}33'11.13''\text{LU}$ $95^{\circ}20'41.70''\text{BT}$. Pemilihan lokasi sampel TSP sesuai dengan SNI 19-7119.6:2005 yang merupakan standar proses pemantauan kualitas udara (SNI 19-7119.6:2005, Part 6). lingkungan yang kaya akan aktivitas manusia dan infrastruktur, termasuk rumah ibadah, pusat ritel, lingkungan perumahan, tempat kerja, sekolah, dan pusat transit, dipertimbangkan ketika memilih kedua jalan raya ini.

Pada hari Senin tanggal 17 Juli 2023 merupakan hari kerja dan pada hari Minggu tanggal 16 Juli 2023 merupakan hari libur. Selama dua hari tersebut, peneliti mengumpulkan data pada dua waktu berbeda: pagi (07.30-10.00) dan sore (16.00-18.30). Polusi udara di Banda Aceh paling banyak terjadi pada pagi dan sore hari, ketika masyarakat lebih cenderung beraktivitas dan melakukan aktivitas seperti mengemudi dan industri. Mungkin terdapat perbedaan yang signifikan antara operasi manusia dan industri pada hari kerja dan hari libur. Misalnya, dibandingkan hari libur, hari kerja mempunyai jumlah lalu lintas yang lebih besar. Oleh karena itu, kita bisa mendapatkan gambaran yang lebih lengkap tentang polusi udara dengan melacak kedua jenis polusi tersebut sekarang. Data kualitas udara akan lebih andal dan representatif jika pemantauan dilakukan sepanjang minggu dan hari libur. Tentang kualitas udara. Lokasi Penelitian akan ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi Titik Pengambilan Sampel

3.2 Alat dan Bahan penelitian

Adapaun alat dan bahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat HVAS (*High Volume Air Sampler*) berjenis *Staplex* yang digunakan untuk Penghisap Debu pada saat pengambilan sampel.
2. Mikroskop binokuler, yakni alat yang digunakan untuk melihat karakteristik mikroplastik yang ada dalam sampel penelitian.
3. Telepon Seluler berbasis Android yang sudah terinstal dengan aplikasi GPS untuk menentukan titik koordinat lokasi pengambilan sampel.
4. *Glass Microfiber Filters Whatman GF/A*, yakni kertas saring filter *micro fiberglass* dengan porositas $< 0,3 \mu\text{m}$ yang digunakan untuk menyaring mikroplastik untuk dianalisis dengan menggunakan mikroskop binokuler.
5. Pinset, yakni alat yang digunakan untuk mengambil dan memindahkan filter (kertas saring) saat dilakukan pengujian di laboratorium serta menghindari kontaminasi.
6. Timbangan Analitik, yakni alat yang digunakan untuk menimbang kertas saring pada awal dan akhir penelitian.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dibutuhkan pada penelitian ini dengan mendatangi langsung di titik pengambilan sampel. Pengambilan sampel selama 2 hari yang terdiri atas 1 hari kerja pada Senin, 17 Juli 2023 dan 1 hari libur pada Minggu, 16 Juli 2023 dengan interval 2 waktu yaitu pagi (07.30-11.00) dan Sore (16.00-18.30). Pertimbangan mengambil dua waktu adalah Pengambilan sampel pada waktu pagi dan sore hari memberikan gambaran yang lebih akurat tentang tingkat pencemaran udara dan waktu pagi dan sore hari biasanya merupakan waktu puncak lalu lintas dan aktivitas manusia.

Pada tiap interval waktu dilakukan pengambilan data sampel TSP selama 1 jam. Pengambilan data sampel TSP berdasarkan SNI 7119.3:2017 menggunakan alat HVAS dengan kertas saring filter *micro fiberglass* dengan porositas $< 0,3 \mu\text{m}$. Data yang diperoleh nantinya akan di analisis di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.



Gambar 3.2 Alat *High Volume Air Sampler* (HVAS)

3.4 Teknik Preparasi Sampel

Mikroplastik udara diperiksa dalam lingkungan terkendali menggunakan mikroskop binokular dengan perbesaran $10 \times 4,5$ untuk penelitian ini. Mikroplastik hadir dalam berbagai bentuk, dan penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi semuanya (Labibah dan Triajie, 2020). Analisis mikroplastik terdiri dari langkah-langkah berikut:

1. Natrium klorida (NaCl) digunakan untuk menghilangkan kertas saring, debu, dan mikroplastik dari sampel udara sekitar yang dikumpulkan sebelum dipindahkan ke gelas beaker 300 ml (Labibah dan Triajie, 2020).
2. pengaduk magnetik digunakan untuk menghomogenisasi sampel yang telah ditambahkan larutan NaCl selama 30 menit (Laila dkk., 2019).
3. pengaduk magnet digunakan untuk mengaduk sampel selama 30 menit setelah ditambahkan 10 ml H₂O₂ 30% (Laila dkk., 2019).
4. Sampel diaduk kemudian dидiamkan selama 24 jam untuk memisahkan mikroplastik dan debu (Laila dkk., 2019).
5. Gunakan kertas saring No. Whatman untuk menyaring mikroplastik di bagian atas. 42 (Labibah dan Triajie, 2020)
6. Gunakan mikroskop binokular dengan perbesaran $10 \times 4,5$ untuk mendeteksi mikroplasti (Labibah dan Triajie, 2020).

3.5 Analisis Data

3.5.1 Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP)

Temuan dari penelitian yang menguji korelasi kadar Total Suspended Particulate (TSP) di Jalan Collector Kota Aceh dirinci dalam analisis data. Data konsentrasi TSP diperiksa dengan teknik statistik dan deskriptif. Dari hasil analisis tersebut kemudian ditentukan apakah memenuhi persyaratan kualitas udara yang disebutkan, yaitu Sesuai dengan PERMENLH No. 12 Tahun 2010 tentang Pengendalian Pencemaran Udara di Wilayah dengan $230 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

3.5.2 Bentuk Mikroplastik di dalam *Total Suspended Particulate* (TSP)

Identifikasi bentuk Mikroplastik yang diamati menggunakan mikroskop binokuler dengan cara sebagai berikut:

1. Sampel yang sudah diambil dengan kertas saring filter *micro fiberglass* diletakkan pada cawan petri.
2. Tempatkan cawan petri Mikroplastik pada meja benda mikroskop.
3. Atur kekuatan lampu dengan memutar sekrup pengatur intensitas cahaya dan atur ketinggian cahaya lampu dengan memutar makrometer.
4. Sekrup diputar secara vertikal dan horizontal untuk pencarian mikroplastik pada kertas saring tersebut.
5. Putar *Revolving nosepiece* pada perbesaran objektif $10 \times$ lalu putar sekrup kasar sehingga cahaya lampu bergerak ke atas untuk mencari fokus.
6. Perjelas bayangan dengan mengatur *condenser* pada posisi tertinggi (cahaya penuh).
7. Hasil yang didapatkan mikroplastik di capture pada komputer yang terhubung.

3.5.3 Identifikasi ukuran Mikroplastik dengan aplikasi *Image Raster*

1. Identifikasi ukuran mikroplastik menggunakan aplikasi Image Raster dengan cara sebagai berikut: Buka " *image raster* " pada tampilan desktop
2. Kemudian buka gambar mikrometer hasil *capture* dari *optilab viewer* (sesuai perbesaran yang diinginkan : 4x, 10x, 40x, 100x)
3. Klik "*calibrate*" pada menu di samping kiri

4. Klik perbesaran yang diinginkan (4x, 10x, 40x, 100x) pada menu di samping kanan, kemudian klik "*calibrate*".
5. Setelah itu akan muncul pilihan "*use image from current scene*" atau "*use other image*". Karena gambar sudah ada maka pilih "*use image from current scene*" kemudian klik "*next*".
6. Klik mikrometer, geser dari ujung sampai ke ujung dan mikrometer akan ke blok warna merah.
7. Jika $1 \text{ div} = 0,01 \text{ mm} = 10 \text{ mikrometer}$, maka jarak dari ujung ke ujung pada mikrometer adalah 1000 mikrometer, maka pada distance diisi nilai 1000 mikrometer = 1 mm. Kemudian klik " next "
8. Klik "*Finish Calibration (obtain Y-axis value from X-axis calibration value)*", kemudian klik " next "
9. Yang terakhir klik "*I'm done. Save the result of this session*", kemudian klik "*finish*".

3.5.4 Analisis Kelimpahan Mikroplastik

Analisis kelimpahan mikroplastik dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan

$$K = n/m$$

dengan keterangan K adalah kelimpahan mikroplastik (partikel/gr), n adalah jumlah mikroplastik (partikel), dan m adalah massa sampel (gr) (Laila, 2019).

3.5.5 Pengujian Sampel Menggunakan FTIR

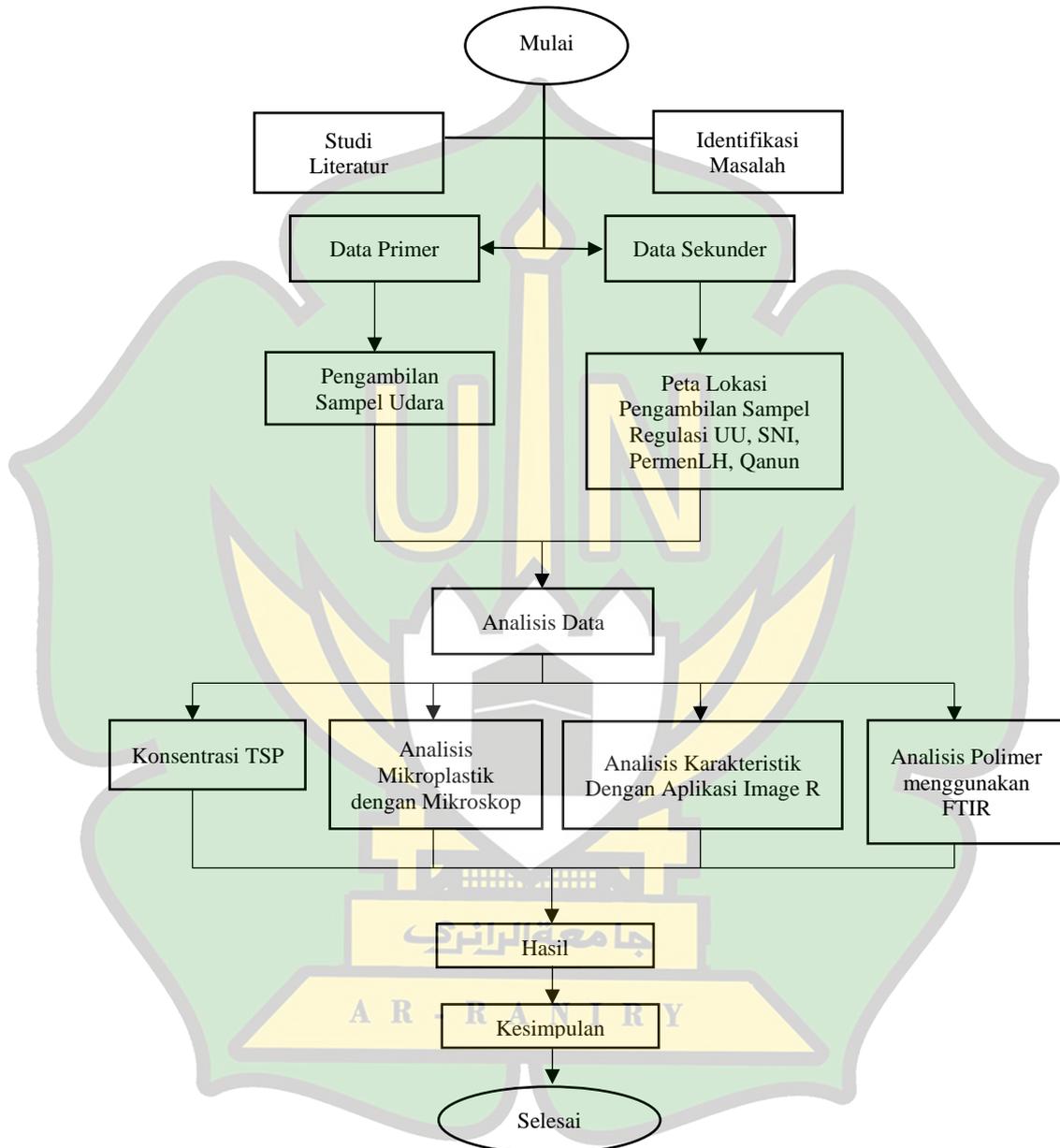
Untuk mengidentifikasi komponen kimia spesifik mikroplastik dalam sampel, dilakukan analisis FTIR (Fourier Transform Inframerah Spektroskopi). Metode Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FT-IR) dapat mengidentifikasi komponen kimia individu dalam sampel dengan memanfaatkan gugus fungsi uniknya. Tabel dan grafik yang menggambarkan daftar komponen kimia yang dapat dibaca dalam sampel merupakan sarana standar untuk menyajikan data FTIR. Berdasarkan kuadran yang terbelah ketika mikroplastik dilihat di bawah mikroskop, prosedur pengujian sampel FTIR diulang sebanyak empat kali.

Ide dasar dibalik spektroskopi inframerah transformasi Fourier (FTIR) adalah untuk mengidentifikasi gugus fungsi kimia dengan mengukur serapan inframerahnya. Spektroskopi inframerah tradisional melibatkan pengukuran jumlah radiasi IR yang mencapai sampel sebelum dan sesudah melewatinya, dan kemudian memplot hasilnya dengan sumbu Y yang mewakili serapan atau transmitansi dan sumbu X yang mewakili bilangan gelombang. Setelah itu, tabel instrumen FTIR dibandingkan dengan temuan panjang gelombang (Veerasingam dkk., 2020). Puncak serapan dalam spektrum inframerah sesuai dengan frekuensi getaran antara ikatan atom penyusun bahan, yang mewakili sidik jari sampel (mikroplastik). Karena tidak ada dua bahan kimia yang memiliki spektrum inframerah yang sama, spektrum yang dihasilkan akan bervariasi tergantung pada polimernya (Kamelia dkk., 2021). Berikut cara penggunaan FTIR (Gela., 2021):

1. Dinyalakan FTIR.
2. Klik IRsolution di desktop.
3. IRsolution dimulai.
4. Klik tombol (ukur).
5. Pilih menu (Measurement) pada IRsolution.
6. Mengatur Sampel (menambahkan sampel secukupnya hingga menutupi lampu merah).
7. Klik tap (*view*) untuk menampilkan jendela tampilan, kemudian klik sisi kanan mouse untuk menampilkan menu *Autoscale-Range list* dan *Full view*.
8. Untuk mencetak, klik tombol (cetak formulir) lalu tambahkan judul pada teks yang ditampilkan dan klik *Print Preview* dan cetak spektrum.

3.6 Kerangka Penelitian

Adapun kerangka penelitian akan tersaji pada Gambar 3.2 dibawah ini:



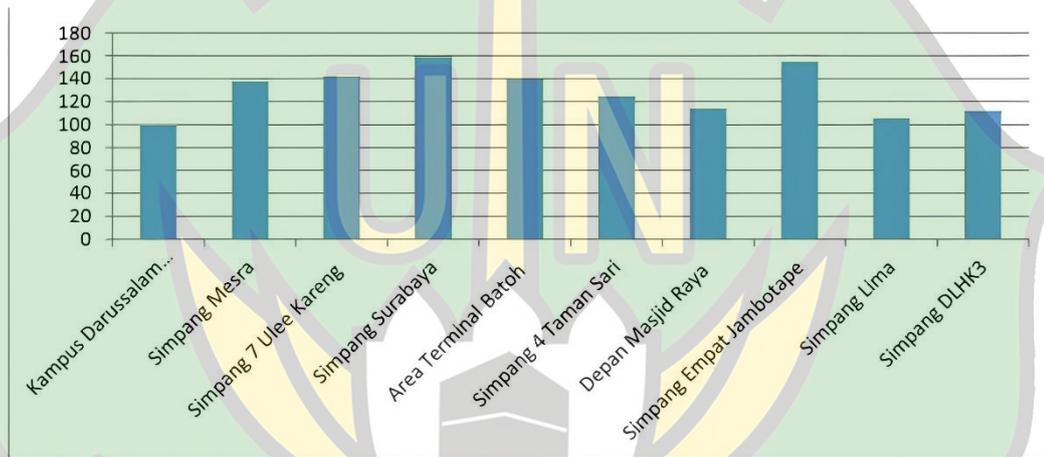
Gambar 3.3 Diagram Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kualitas Udara di Banda Aceh

Kualitas udara merupakan isu global yang patut menjadi perhatian semua pihak. Kota Banda Aceh menjadi salah satu wilayah yang menjadi bagian penerima dampak pemanasan global sehingga Pemko Banda Aceh melakukan pendataan dan pengukuran kualitas udara di Kota Banda Aceh berdasarkan parameter kualitas udara yang diukur antara lain *Total Suspended Particulate* (TSP), Sulfur Dioksida (SO_2) dan Nitrogen Oksida (NO_2) yang tersaji pada Gambar 4.1.



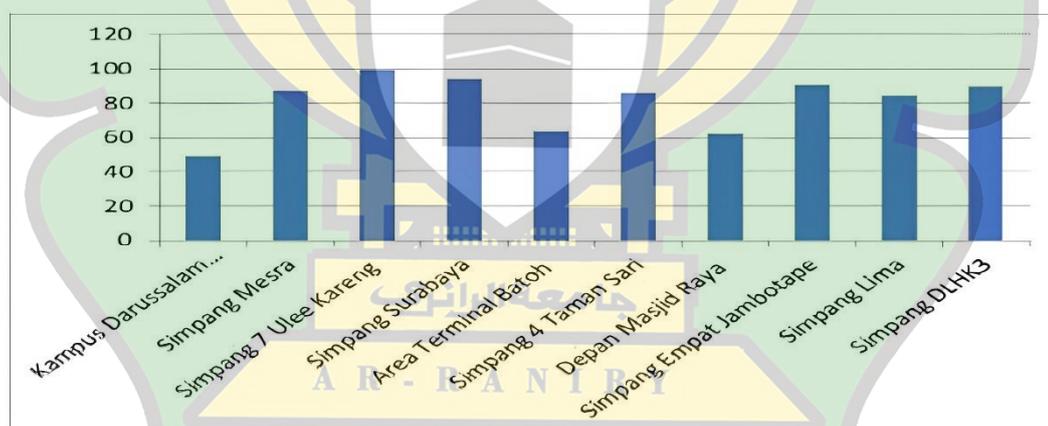
Gambar 4.1 Kualitas Udara Ambien di Kota Banda Aceh Parameter TSP

Sumber : DIKPLHD Kota Banda Aceh 2019

Berdasarkan data kualitas udara di Kota Banda Aceh, wilayah tersebut menunjukkan bahwasannya wilayah dengan konsentrasi TSP tertinggi ada di wilayah Simping Surabaya dengan nilai 160 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Berdasarkan PERMENLH Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah, kondisi ini masih tergolong di bawah ambang baku mutu yaitu sebesar 230 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Tingginya konsentrasi *Total Suspended Particles* (TSP) di suatu area bisa disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kawasan-kawasan di Kota Banda Aceh, seperti kajian yang dilakukan oleh Anwar, dkk (2020) yang menyatakan bahwa tingginya konsentrasi TSP di area jalan kolektor yang ada di Kota Banda Aceh terdapat utama kali di area persimpangan, seperti simpang Surabaya Banda Aceh yang memiliki volume lalu lintas tinggi.

Lebih lanjut Anwar, dkk (2020) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa sumber utama TSP tersebut ialah transportasi, seperti emisi kendaraan bermotor, terutama kendaraan diesel yang menghasilkan partikel yang lebih besar dan lebih banyak dibandingkan kendaraan bensin. Selain itu, sumber utama TSP juga dapat berasal dari industri, pembangkit listrik, dan kegiatan konstruksi. Oleh karena itu, lokasi dengan lalu lintas yang padat atau aktivitas industri cenderung memiliki konsentrasi TSP yang lebih tinggi. Selain itu, faktor-faktor lain seperti cuaca, topografi dan pola angin juga dapat mempengaruhi distribusi dan konsentrasi partikel tergantung di udara. Bahkan Zella, dkk (2018) juga menyebutkan bahwa rendah atau tingginya konsentrasi TSP dikarenakan beberapa faktor, salah satunya adalah asumsi pemodelan konsentrasi TSP yang hanya berasal dari cerobong pabrik pembangkit yang diteliti, sedangkan pada kenyataannya banyak faktor lain yang mempengaruhi konsentrasi TSP pada saat pengukuran.

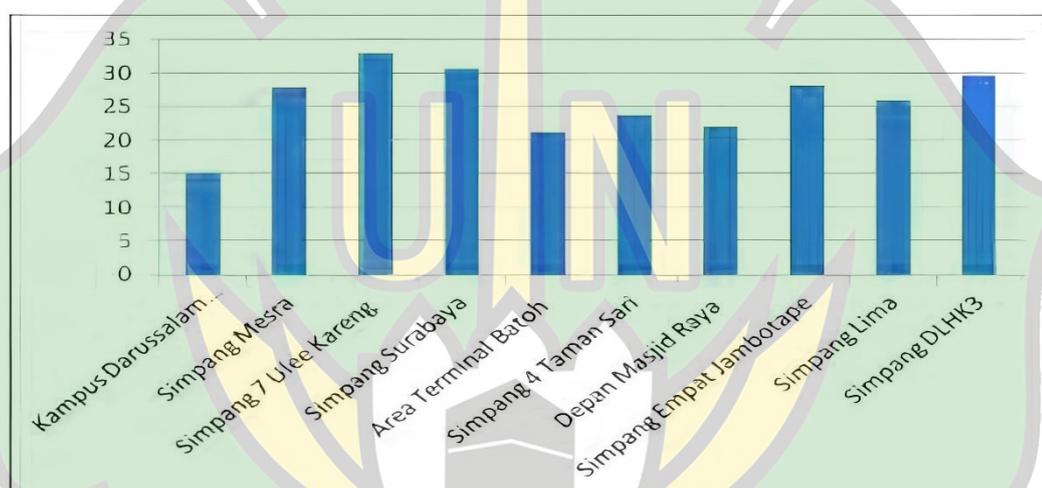
Berdasarkan data kualitas udara di Kota Banda Aceh tentang konsentrasi SO_2 , wilayah tersebut menunjukkan bahwasannya wilayah dengan konsentrasi SO_2 tertinggi ada di wilayah Simpang 7 Ulee Kareng dengan nilai $100 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kualitas Udara Ambien di Kota Banda Aceh Parameter SO_2
 Sumber : DIKPLHD Kota Banda Aceh 2019

Berdasarkan PERMENLH Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah, kondisi ini masih tergolong di bawah ambang baku mutu yaitu sebesar $365 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. konsentrasi SO_2 di suatu area bisa disebabkan berbagai faktor, Simpang 7 Ulee Kareng ini berada pada tepat dengan pasar sehingga aktivitas manusia cenderung lebih tinggi. Misalnya, kendaraan

bermotor yang melewati simpang atau beroperasi di sekitar pasar dapat menghasilkan emisi SO_2 dari pembakaran bahan bakar fosil. Selain itu, beberapa aktivitas pasar seperti memasak makanan dengan bahan bakar fosil atau membakar sampah juga dapat berkontribusi pada peningkatan konsentrasi SO_2 . Selain itu, pola angin dan cuaca juga dapat mempengaruhi distribusi dan konsentrasi SO_2 . Misalnya, jika angin bertiup ke arah pasar dari sumber emisi lain, ini dapat meningkatkan konsentrasi SO_2 di lokasi tersebut. Demikian pula, kondisi cuaca tertentu seperti kabut atau hujan dapat mempengaruhi sejauh mana polutan seperti SO_2 dapat menyebar atau terlarut dalam air hujan dengan Begitu konsentrasi NO_2 di Simpang 7 Ulee Kareng ini akan tinggi juga yang dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Kualitas Udara Ambien di Kota Banda Aceh Parameter NO_2

Sumber : DIKPLHD Kota Banda Aceh 2019

Berdasarkan data kualitas udara di Kota Banda Aceh, wilayah tersebut menunjukkan bahwasannya wilayah dengan konsentrasi NO_2 tertinggi ada di wilayah Simpang 7 Ulee Kareng dengan nilai $32,89 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Berdasarkan PERMENLH No. 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah, kondisi ini masih tergolong di bawah ambang baku mutu yaitu sebesar $230 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

4.2 Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP)

Hasil pengukuran konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) di udara dalam satuan g (gram), kemudian hasil tersebut dikonversi ke dalam satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mikrogram per meter kubik). Adapun hasil konsentrasi *Total Suspended*

Particulate (TSP) selama 2 yaitu di hari kerja dan hari libur dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) selama 2 hari

Waktu pengukuran	Konsentrasi TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Rata-Rata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Tgk. H.M Daud Beureueh	T. Panglima Nyak Makam	
Minggu Pagi	155,35	158,88	157,12
Minggu Sore	169,48	178,30	173,89
Senin Pagi	132,40	146,53	139,46
Senin Sore	160,65	173,01	166,83
rata-rata			159,32

Rata-rata konsentrasi TSP di lokasi jalan T. Panglima nyak makam memiliki konsentrasi yang tinggi di hari minggu sore sedangkan lokasi jalan tdk. H.M Daud Beureueh paling rendah yaitu di hari senin pagi. Rata-rata dari seluruh pengukuran konsentrasi TSP adalah $159,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Hal tersebut dikategorikan aman dikarenakan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan ambang batas baku mutu udara ambien nasional bagian TSP yang tercatat $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

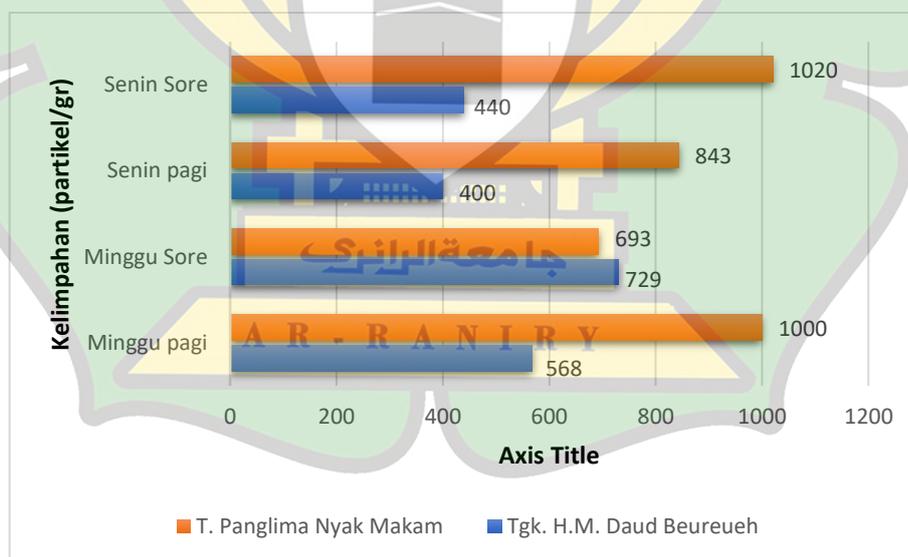
Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwasannya konsentrasi TSP tertinggi pada dua lokasi terjadi di sore hari. Tingginya konsentrasi TSP pada sore hari dikarenakan faktor meteorologi salah satunya pola angin di sore hari lebih rendah dibandingkan pada pagi hari. Menurut Ibrahim dkk (2022), semakin tinggi pola angin maka konsentrasi polutan di udara semakin kecil karena polutan tersebut terbawa angin menjauhi lokasi pengukuran berbanding terbalik jika hasil kecepatan angin rendah maka hasil pengukuran yang bisa dibilang rendah bisa menimbulkan peningkatan jumlah konsentrasi TSP selain itu faktor lain yang juga mempengaruhi tingginya hasil konsentrasi TSP adalah banyaknya sumber TSP di emperan jalan yang dilewati oleh padatnya lalu lintas maka Partikel Debu (TSP) terangkat ke udara dengan jumlah yang cukup banyak.

Konsentrasi TSP dipengaruhi oleh berbagai parameter, termasuk suhu, kelembapan, kecepatan udara, dan tekanan. Konsentrasi TSP yang tinggi disebabkan oleh suhu udara yang rendah, kelembapan yang tinggi, kecepatan udara yang rendah, dan tekanan yang rendah. Sementara itu, konsentrasi TSP yang rendah disebabkan oleh suhu yang tinggi, kelembapan yang rendah, kecepatan udara yang

tinggi, dan tekanan yang tinggi (Pamungkas, 2022). Pengukuran yang dilakukan pada sore hari juga menjadi penyebab tingginya konsentrasi TSP dikarenakan suhu pada sore hari lebih tinggi dibandingkan pada pagi hari di dua lokasi tersebut. Menurut Palureng (2022), Suhu udara berpengaruh terhadap konsentrasi partikulat. Suhu udara yang tinggi dapat mengakibatkan keadaan lingkungan menjadi panas dan kering sehingga polutan akan mudah terangkat dan melayang di udara. Sinar matahari akan membantu meningkatkan konsentrasi partikulat karena sinar matahari akan menyebabkan terjadinya reaksi fotokimia antara gas kendaraan bermotor dengan sinar matahari yang akan membentuk partikulat sekunder. Banyaknya kandungan partikulat di udara tadi tidak tertangkap oleh butir-butir air di udara karena kondisi udara yang panas dan kering atau dalam kelembaban yang rendah.

4.3 Kelimpahan Mikroplastik

Hasil penelitian menunjukkan adanya kontaminasi mikroplastik pada TSP pada 2 lokasi pengambilan sampel yang tiap lokasinya masing-masing diambil 2 hari yaitu hari libur dan hari kerja di Jalan Kolektor Kota Banda Aceh seperti terlihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Grafik kelimpahan Mikroplastik

Dalam Gambar 4.4 tersebut dapat dilihat kelimpahan partikel mikroplastik di dua lokasi yang berbeda yaitu di lokasi Tgk. H.M. Daud Beureueh dan T. Panglima Nyak Makam pada waktu yang berbeda yaitu Minggu pagi, Minggu sore,

Senin pagi, dan Senin sore. Ada perbedaan dalam kelimpahan mikroplastik antara pagi dan sore hari. Misalnya, pada Minggu di lokasi Tgk. H.M. Daud Beureueh, konsentrasi meningkat dari 568 partikel/gr di pagi hari menjadi 729 partikel/gr di sore hari. T. Panglima Nyak Makam secara umum memiliki konsentrasi mikroplastik yang lebih tinggi dibandingkan dengan Tgk. H.M. Daud Beureueh.

Pada lokasi penelitian ini khususnya pada sore hari aktivitas manusia meningkat dikarenakan pada lokasi tersebut terdapat pedagang kaki lima yang menjajakan dagangannya seperti pedagang sate dan pedagang bakso bakar. Kegiatan lain yang terjadi pada daerah tersebut adalah aktivitas penduduk setempat yang kerap membakar tumpukan sampah pada sore hari selepas pulang kerja. Akibat dari aktivitas yang tinggi pada sore hari pada lokasi tersebut menjadi penyebab kelimpahan mikroplastik di wilayah tersebut. Kondisi ini sejalan dengan Fathulloh dkk (2021) bahwa membakar sampah plastik sangat berbahaya karena adanya gas berbahaya seperti hidrogen sianida (HCN) dan karbon monoksida (CO). Hidrogen sianida dihasilkan oleh polimer berbasis akrilonitril, sedangkan karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna. Hal inilah yang menyebabkan sampahs plastik menjadi sumber pencemaran udara dan memiliki konsekuensi jangka panjang berupa pemanasan global di atmosfer bumi. Mikroplastik bentuk filamen merupakan jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan. Hal ini dikarenakan posisi pembakaran sampah di daerah pemukiman, dimana banyak warga yang menggunakan kantong plastik, plastik pembungkus makanan, dan plastik lainnya yang terurai menjadi mikroplastik filamen.

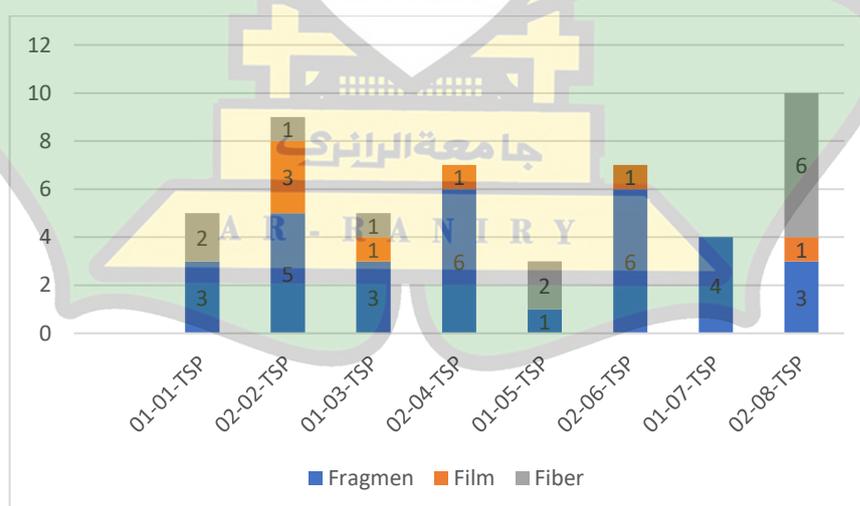
Perbedaan konsentrasi dari mikroplastik pada dua lokasi penelitian disebabkan dari perbedaan waktu pengambilan yang berbeda terkait dengan perubahan kondisi cuaca. Kelimpahan mikroplastik di atmosfer/udara sangat bervariasi jumlahnya mengikuti kondisi cuaca, hal ini dapat dilihat dari penelitian Dris, dkk (2015) yang menyatakan bahwa kelimpahan mikroplastik di kota-kota di Benua Eropa rata-rata ditemukan 118 partikel/m³ di kota Paris dan 275 partikel/m³ di kota Hamburg. Sedangkan menurut Cai, dkk (2017) di kota Dongguan China ditemukan 175-313 partikel/m³ dan di penelitian Allen, dkk (2019) daerah terpencil pegunungan Pyreness ditemukan rata-rata mikroplastik 365 partikel/m³. Penelitian

mengenai mikroplastik di atmosfer masih terus berlanjut dan terus diamati mulai dari daerah perkotaan hingga daerah-daerah terpencil (Bank dan Hasson, 2019).

Mikroplastik dihasilkan dari proses penguraian plastik dengan ukuran sangat kecil. Suhu, kontaminasi bahan kimia, dan variabel lain yang dapat mengganggu ikatan polimer plastik yang sangat kuat sehingga menyebabkan kerusakan polimer plastik. Pemutusan ikatan pada polimer plastik mengurangi ukuran dan berat material. Mikroplastik dengan ukurannya yang mikroskopis dapat ditemukan di lingkungan di udara, tanah, air tawar, laut, dan lautan (Fathulloh dkk., 2021). Kelimpahan mikroplastik tinggi, ini bisa menjadi masalah serius terkait kesehatan publik, meskipun penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami risiko kesehatan yang mungkin dan belum ada jurnal/referensi yang menentukan jumlah kelimpahan mikroplastik yang tinggi. Data ini bisa digunakan sebagai dasar untuk pengembangan atau perbaikan kebijakan tentang mikroplastik yang terdapat di udara.

4.4 Karakteristik Mikroplastik

Karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk, warna, ukuran dan polimer adalah langkah penting dalam memahami distribusi, risiko, dan dampak dari polusi mikroplastik. Data dari kedua lokasi menunjukkan variasi bentuk yang signifikan yang dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Lokasi dan Bentuknya

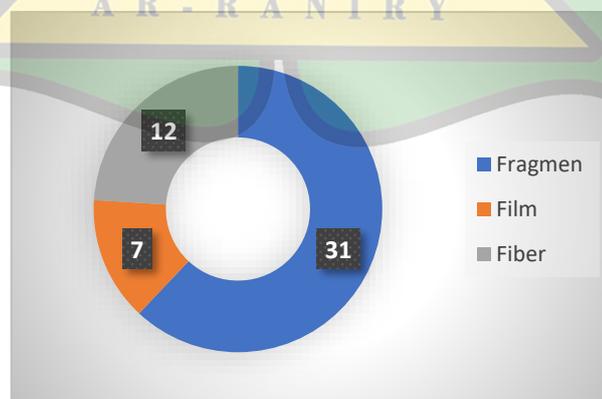
Pada grafik diatas bisa diamati bahwa di lokasi Tgk. H.M Daud Beureueh (lokasi 01), terdapat mikroplastik jenis fragmen yang berjumlah 3 partikel dan mikroplastik jenis fiber yang berjumlah 2 partikel, sedangkan pada lokasi ini tidak didapati adanya mikroplastik jenis film.

Lokasi T. Panglima Nyak Makam (lokasi 02), adanya mikroplastik jenis fragmen berjumlah 5 partikel, 3 partikel film dan hanya 1 partikel fiber. pada pengambilan sampel lain di T. Panglima Nyak Makam, di mana ada 6 partikel fragmen, hanya terdapat 1 partikel film dan tidak ada fiber sama sekali. Ini menunjukkan bahwa di T. Panglima Nyak Makam, fragmen dan film lebih banyak ditemukan dibandingkan fiber.

Sementara itu, di Tgk. H.M Daud Beureueh, pada sampel menunjukkan keberadaan 4 partikel fragmen tetapi tidak ada film maupun fiber. Jenis mikroplastik fragmen berasal dari limbah plastik kemasan makanan dan minuman yang dihasilkan oleh aktivitas warga setempat. Jenis mikroplastik film berasal fragmentasi kantong plastik (umumnya transparan) atau plastik kemasan yang memiliki densitas rendah. Jenis mikroplastik foam berasal dari fragmentasi stereofom. Beragamnya jenis mikroplastik tersebut dipengaruhi oleh banyak faktor salah satunya yaitu lokasi penelitian merupakan ruas jalan padat kendaraan. Selain itu, lokasi penelitian juga terdapat kantor Instansi Pemerintahan, Pertokoan, Gedung serbaguna dan Hotel (Qusyaeri, 2021)

4.4.1 Karakteristik Berdasarkan Bentuk

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan pada semua titik lokasi pengambilan sampel udara, semua sampel positif terkontaminasi oleh mikroplastik.



Gambar 4.6 Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Hasil yang ditemukan hanya ada 3 jenis mikroplastik yaitu Fragmen, Film dan fiber. Di kedua lokasi, fragmen adalah bentuk yang paling banyak ditemukan dengan jumlah 31 partikel dibandingkan film yang berjumlah 7 partikel dan fiber yang berjumlah 12 partikel. Fragmen ini cenderung berasal dari pecahan plastik yang lebih besar dan bisa memiliki bentuk yang tidak beraturan. Salah satu sumber utama mikroplastik fragmen di udara pada kedua lokasi ini adalah terjadi ketika bahan plastik seperti ban mobil yang aus, pelapis jalan, perabotan luar ruangan, dan benda-benda plastik lainnya mengalami peluruhan dan pengikisan akibat paparan cuaca dan penggunaan. Partikel-partikel kecil yang terlepas selama proses ini dapat terangkat oleh angin dan tersebar di udara. Hal ini juga sependapat dengan syafei, dkk (2019) menyatakan mikroplastik juga dapat terbentuk dari aktivitas transportasi di jalan raya karena gesekan, tekanan, dan panas dari kendaraan yang melaju dapat menyebabkan ausnya ban dan terbentuknya mikroplastik dalam bentuk serat yang mengandung fragmen polimer plastik di udara.

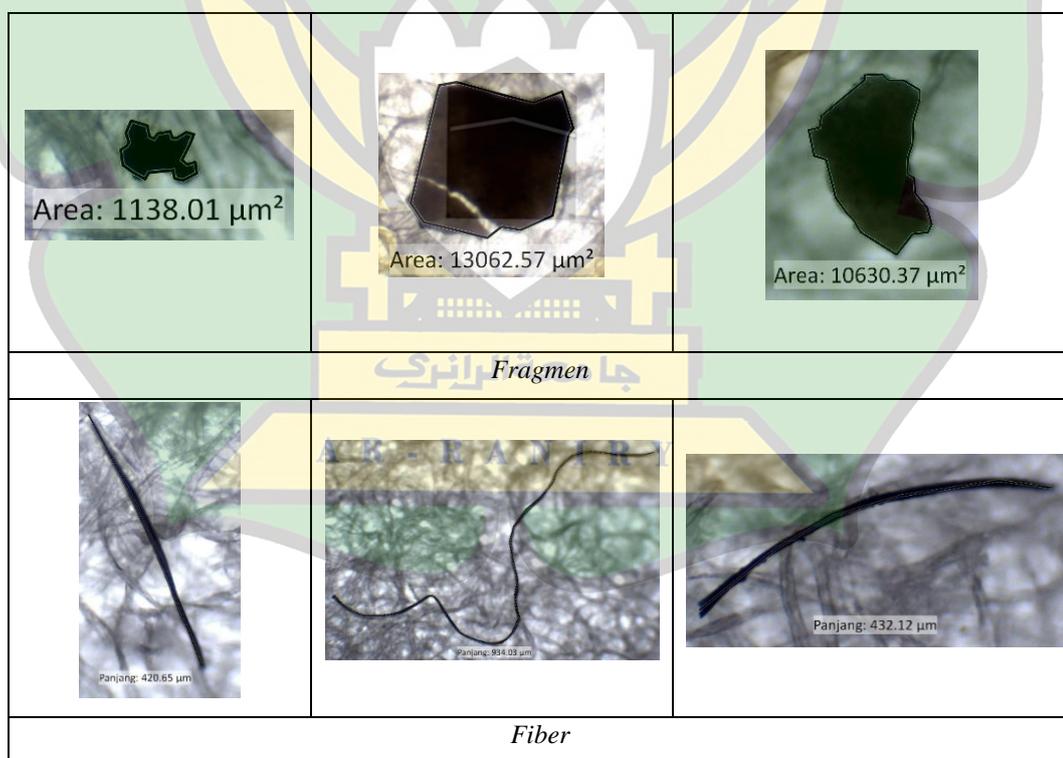
Fiber, Salah satu sumber utama mikroplastik fiber di udara adalah pencucian pakaian yang terbuat dari bahan tekstil sintetis seperti poliester, nilon, dan akrilik. Menurut Crawford & Quinn (2017) Sumber mikroplastik jenis fiber ini dapat berasal dari sisa benang pakaian atau tekstil dan tali plastik yang terfragmentasi. Pada sampel di T. Panglima Nyak Makam terdapat jumlah fiber 6 partikel jauh lebih banyak dibandingkan film atau fragmen. Hal ini terjadi karena pada jalan T. Panglima Nyak Makam merupakan daerah perkantoran dengan gedung-gedung perkantoran yang jumlahnya lebih banyak dibandingkan pada jalan Tgk. H.M Daud Beureueh. Menurut Qusyaeri (2021), jenis mikroplastik fiber sebagian besar berasal dari serat sintetis yang dapat ditemukan pada berbagai jenis kain dan tali plastik yang terdegradasi. Menurut Sridharan (2021), bahwa mikroplastik di udara dalam atau luar ruangan dapat bersumber dari cat lateks yang biasanya menggunakan campuran air dan plastik, hal tersebut sesuai dengan kondisi Jalan T. Panglima Nyak Makam yang merupakan kawasan pertokoan, perkantoran, yang memiliki gedung-gedung tinggi. Tingginya kadar mikroplastik jenis fiber juga disebabkan oleh dari penggunaan pakaian sehari-hari menjadikan serat kain sintetis terlepas ke udara. Hanya dengan bergerak terjadi gesekan mikroplastik yang

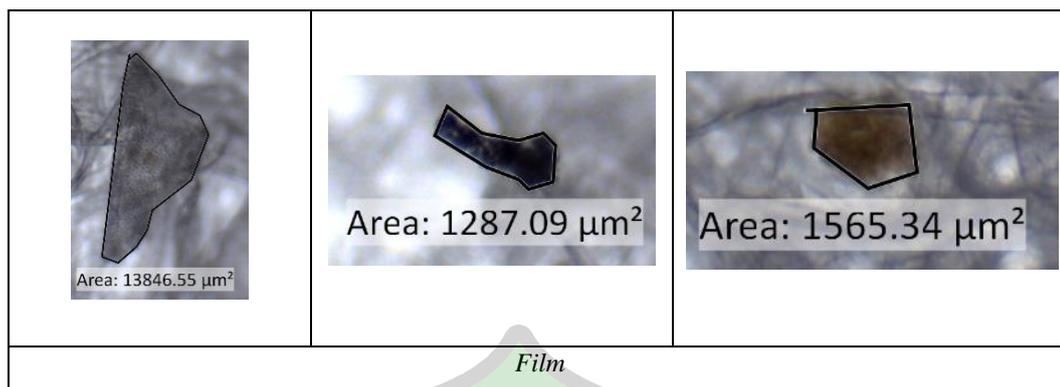
menyebabkan terlepasnya partikel ke udara. Pakaian yang sering dicuci mempercepat proses pelepasan serat kain ke udara (Purwiyanto dkk., 2022)

Pada jalan Tgk. H.M Daud Beureueh tidak ditemukan mikroplastik jenis film namun pada lokasi penelitian di T. Panglima Nyak Makam ditemukan mikroplastik jenis film. Hal ini terjadi karena pada jalan T. Panglima Nyak Makam merupakan daerah dengan pedagang pinggir jalanan yang mendominasi daripada daerah Tgk. H.M Daud Beureueh. Menurut Anugerah (2022), mikroplastik jenis film berasal dari lembaran plastik yang tipis, Salah satu sumber utama mikroplastik film di udara adalah pemakaian produk plastik sekali pakai seperti kantong plastik, bungkus makanan, dan bungkus plastik lainnya. Ketika produk plastik ini terurai atau rusak, potongan-potongan plastik film dapat terbentuk dan tersebar di lingkungan. Angin dapat membawa potongan-potongan ini ke udara.

Adapun bentuk mikroplastik setelah pengamatan pada mikroskop binokuler dengan perbesaran 10x4.5 pada sampel TSP yang ditemukan di jalan Kolektor Kota Banda Aceh dapat dilihat pada Gambar 4.2

Gambar 4.2 Mikroplastik Udara Berdasarkan Bentuk, Ukuran dan Warna





4.4.2 Karakteristik Berdasarkan Warna

Karakteristik mikroplastik juga dapat dilihat berdasarkan warna Pada Tabel 4.3 menunjukkan terdapat beberapa kelompok warna dari partikel mikroplastik yaitu hitam, transparan, coklat, biru dan merah. Secara total, fragmen memiliki jumlah terbanyak pada kode pengukuran 02-08-TSP dengan 10 partikel, dan terkecil pada 01-07-TSP dan 01-05-TSP dengan 4 dan 3 partikel. Warna yang dominan untuk fragmen adalah transparan dan coklat. Warna mikroplastik Film Ditemukan di beberapa kode pengukuran namun dalam jumlah yang relatif lebih kecil dibanding fragmen. Pada 02-02-TSP, film memiliki variasi warna yang lebih banyak dibandingkan pengukuran lain. Sedangkan di Mikroplastik Fiber lebih sering ditemukan dalam warna transparan dan biru. Kode pengukuran 02-08-TSP memiliki variasi dan jumlah fiber terbanyak, dengan total 6 partikel dalam tiga warna berbeda. Berdasarkan pengamatan Beberapa pengukuran menunjukkan variasi warna dan jenis yang lebih tinggi dibandingkan lainnya, seperti 02-02-TSP dan 02-08-TSP. berikut dibawah ini adalah tabel dan hasil mikroplastik udara berdasarkan warna

Tabel 4.3 Mikroplastik Udara Berdasarkan Warna

Kode Pengukuran	Keterangan	Warna				
		Transparan	Hitam	Coklat	Merah	Biru
01-01-TSP	Fragmen		2		1	
	Film					
	Fiber	1				1
02-02-TSP	Fragmen	1	4			
	Film	1	1	1		
	Fiber					1
01-03-TSP	Fragmen	2		2	1	

Kode Pengukuran	Keterangan	Warna				
		Transparan	Hitam	Coklat	Merah	Biru
	Film	1				
	Fiber	1				
02-04-TSP	Fragmen	1	2	3		
	Film	1				
	Fiber					
01-05-TSP	Fragmen		1			
	Film					
	Fiber	1	1			
02-06-TSP	Fragmen		1	3	2	
	Film	1				
	Fiber					
01-07-TSP	Fragmen	2	1		1	
	Film					
	Fiber					
02-08-TSP	Fragmen		2	1		
	Film			1		
	Fiber	1	2			3

Karakteristik mikroplastik juga dapat dilihat berdasarkan warna pada Tabel 4.3 menunjukkan terdapat beberapa kelompok warna dari partikel mikroplastik yaitu transparan 14 partikel, hitam 17 partikel, coklat 11 partikel, merah dan biru masing-masing 5 partikel. Sehingga karakteristik mikroplastik berdasarkan warna pada kedua lokasi penelitian didominasi oleh warna hitam. Warna mikroplastik dapat dipengaruhi oleh cat warna sekitar jalan, bahan konstruksi dan bangunan, serta penggunaan rumput sintetis (Patchaiyappan dkk., 2021) ataupun warna mikroplastik yang telah mengalami degradasi sinar matahari ultraviolet, apabila warna mikroplastik ditemukan masih pekat menandakan bahwa mikroplastik belum mengalami perubahan warna (*discolouring*) yang signifikan.

Pada penelitian ini warna hitam pada mikroplastik yang mendominasi disebabkan mikroplastik yang menyerap banyak kontaminan. Menurut Rusni (2022), berwarna hitam dapat mengindikasikan banyaknya kontaminan yang terserap dalam mikroplastik tersebut. Terdapat mikroplastik dengan warna biru disebabkan pada lokasi penelitian yang memiliki aktivitas manusia yang tinggi dan area perdagangan sehingga pada kegiatannya menggunakan plastik. Menurut Anugerah (2022), mikroplastik dengan karakteristik warna biru diindikasikan

berasal dari bahan plastik yaitu PET (Polyethylene Terephthalate) dan PE (Polyethylene). Hal ini dikarenakan terjadinya degradasi bahan PE setelah terpapar radiasi UV selama 3 (tiga) bulan sehingga menyebabkan adanya oksidasi, serpihan dan retakan pada permukaan sampel sehingga tingkat fragmentasi mikroplastik semakin beragam.

4.4.3 Karakteristik Berdasarkan Ukuran

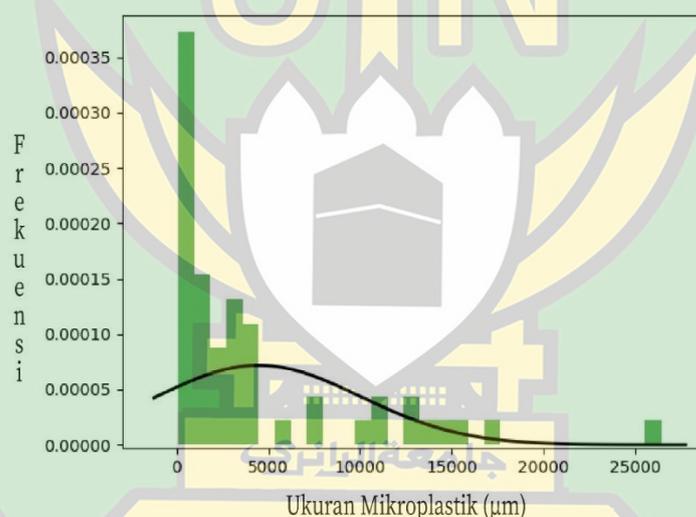
Hasil uji mikroskopis telah mengungkapkan variasi ukuran yang signifikan dalam mikroplastik yang diamati. Untuk mikroplastik jenis fiber, rentang ukuran yang terukur mulai dari 90,2 μm (ukuran terkecil) hingga 728,99 μm (ukuran terbesar), dengan rata-rata ukuran sekitar 430,67 μm . Pada mikroplastik jenis fragmen, ukuran area yang diukur bervariasi dari 288,52 μm^2 (ukuran terkecil) hingga 17435,72 μm^2 (ukuran terbesar), dengan rata-rata ukuran area sekitar 4731,68 μm^2 . Sementara itu, pada mikroplastik jenis film, ukuran area berkisar antara 1287,09 μm^2 (ukuran terkecil) hingga 26393,76 μm^2 (ukuran terbesar), dengan rata-rata ukuran area sekitar 5824,20 μm^2 .

Hasil ini menunjukkan keragaman yang cukup besar dalam ukuran mikroplastik yang ditemukan, baik dalam panjang maupun area permukaan. Pada penelitian ini fiber diukur berdasarkan Panjang sedangkan fragmen dan film diukur berdasarkan area. Perbedaan ukuran dari mikroplastik pada lokasi T. Panglima Nyak Makam dan Tgk. H.M. Daud Beureueh yang dilakukan pada pagi hari dan sore hari dipengaruhi oleh suhu pada saat pengukuran. Menurut Guo dan Wang (2019), ukuran mikroplastik berbanding terbalik dengan suhu udara pada suatu lokasi artinya jika suhu udara tinggi maka ukuran mikroplastik yang berfragmentasi akan semakin kecil. Suhu sangat mempengaruhi proses degradasi limbah plastik menjadi partikel-partikel mikroplastik.

Menurut Yuliana (2021) bahwa mikroplastik yang berukuran lebih besar dari 150 mikrometer tidak mungkin diserap oleh tubuh, namun yang berukuran kurang dari 150 mikrometer dapat berpindah dari saluran usus ke getah bening dan sistem peredaran darah, menyebabkan paparan sistemik. Penyerapan mikroplastik ini, bagaimanapun juga, kemungkinan besar tidak terlalu besar (0,3%). Hanya mikroplastik berukuran 20 m yang dapat masuk ke dalam organ tubuh; persentase

terkecil (0,1 m) dapat masuk ke dalam seluruh organ, membran sel, sawar darah otak, dan plasenta. Pasien dengan peningkatan permeabilitas usus (misalnya, akibat penyakit radang usus kronis) mungkin lebih rentan terhadap penyerapan mikropartikel dan cedera berikutnya. Namun, hingga saat ini belum ada penelitian sistematis yang dilakukan mengenai pengaruh ukuran mikroplastik yang masuk ke dalam tubuh manusia.

Distribusi normal dinamakan sebagai distribusi Gauss karena menyesuaikan dengan nama matematikawan Carl Friedrich Gauss asal Jerman yang mengembangkan fungsi Gauss. Fungsi Gauss sangat penting dalam ilmu Statistika karena dapat menggambarkan distribusi normal. Bentuk grafik fungsi Gauss adalah kurva melengkung seperti lonceng atau bell curve. Dengan adanya distribusi Gauss atau distribusi normal, maka penyebaran distribusi data dapat terlihat jelas (Yanuar, 2023). Hasil ukuran mikroplastik udara disajikan dalam bentuk grafik gaussian (distribusi normal) pada gambar 4.7.



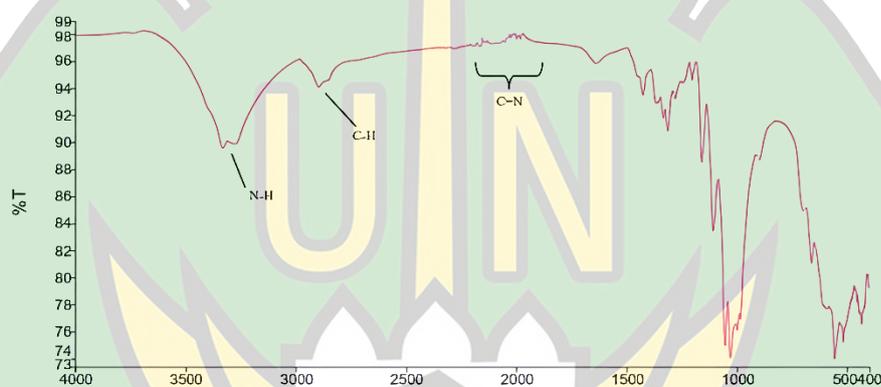
Gambar 4.7 Grafik Gaussian Mikroplastik di Udara

Berdasarkan Gambar 4.7, nilai rata-rata (mean) pada grafik tersebut adalah 4471,72. Nilai mean ini berfungsi sebagai penentu lokasi puncak pada suatu kurva lonceng, dan nilai-nilai di luar rata-rata akan menyebar di sekitar nilai mean tersebut. Standar deviasi yang diperoleh adalah 5556,45, yang berguna untuk menghitung sejauh mana data cenderung menyebar dari nilai mean yang merupakan titik pusat. Dengan adanya standar deviasi, jarak antara rata-rata dengan data lainnya yang sedang dianalisis dapat terlihat dengan jelas (Yanuar, 2023)

Menurut (Ichi, 2022) salah satu metode untuk melihat apakah data terdistribusi normal atau tidak adalah dengan melakukan Pemeriksaan Skewness. Jika data terdistribusi normal, kurva akan memiliki bentuk lonceng dengan puncak di tengah dan menurun secara simetris ke kedua sisi. Namun, berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.7, data tersebut tidak terdistribusi normal karena kurva tidak memiliki bentuk lonceng tetapi tidak menurun secara simetris ke kedua sisi.

4.4.4 Karakteristik Berdasarkan Polimer

Hasil dari analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dikonfirmasi dengan gugus fungsi yang menunjukkan bahwa terdapat beberapa jenis polimer mikroplastik seperti terlihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Karakteristik Berdasarkan Polimer

Grafik diatas dapat disimpulkan pada gelombang dengan panjang 3200 hingga 3600 menunjukkan dua kemungkinan gugus, yaitu O-H dan N-H. Karakteristik puncak dari N-H yang "split" di ujung menunjukkan bahwa mikroplastik kemungkinan besar mengandung gugus N-H. Ini sesuai dengan teori bahwa menunjukkan polimer *Polyamide* (PA). PA memiliki bentuk dari serat, film dan plastik disebut *nylon*. Paparan manusia terhadap partikel mikroplastik poliamida (PA) atau nilon telah menjadi perhatian utama karena deteksi bahan-bahan ini di udara, baik di lingkungan dalam ruangan maupun luar ruangan. Meskipun tidak ada peradangan paru-paru yang jelas terlihat, penelitian menunjukkan bahwa paparan tunggal melalui inhalasi ke partikel mikroplastik poliamida dapat mengganggu fungsi vaskular. Paparan PA ini terutama berasal dari inhalasi partikel di udara dan konsumsi debu, air, dan makanan.

Pada panjang gelombang 2800 hingga 3000, gugus C-H terdeteksi, yang sesuai dengan fakta bahwa mikroplastik umumnya terdiri dari polimer *High density polyethylene* (HDPE). Secara spesifik, penelitian telah menunjukkan bahwa paparan terhadap HDPE dapat menyebabkan kematian sel, respon alergi, dan kerusakan pada dinding sel. Selain itu, HDPE menunjukkan bahwa paparan terhadap HDPE dapat mengubah fungsi hati. Misalnya, hati menjadi lebih berat dan diperkaya dengan glikogen (gula) dan asam empedu, tetapi tingkat lipid (lemak) lebih rendah dan hepatosit, sel yang terlibat dalam metabolisme, detoksifikasi dan sintesis nutrisi, menjadi membesar. HDPE biasanya ditemukan pada tas belanja, botol susu, wadah jus, botol shampoo, dan botol obat.

Pada panjang gelombang 1600 hingga 1800, meski intensitasnya kecil, terdapat tiga gugus yang kemungkinan ada: C=C, C=O, dan C=N. Ikatan C=O kurang mungkin karena umumnya terdapat plastik konvensional biasanya tidak mengandung ikatan ini. C=C juga kurang mungkin karena mikroplastik biasanya terdiri dari polimer dengan ikatan tunggal. Oleh karena itu, C=N adalah kemungkinan terbesar, terutama karena didukung oleh keberadaan gugus N-H pada gelombang 3300 hingga 3600. C=N pada panjang gelombang 1600 hingga 1800 merupakan polimer *Polyethylene terephthalate* (PET). Mikroplastik berjenis PET merupakan plastik yang berbahan dasar halus, transparan dan tipis, biasanya digunakan untuk pembungkus minuman ringan dan botol air, biasanya diproduksi untuk sekali pakai. Sedangkan pada Gelombang 1500 hingga 400 disebut sebagai daerah "*fingerprint*" dan berfungsi sebagai penguatan untuk gugus fungsi yang terlihat pada panjang gelombang lainnya.

4.5 Rekomendasi kebijakan terhadap ancaman Mikroplastik

Mikroplastik sudah menjadi masalah lingkungan global. Salah satu isu utamanya adalah konsentrasi mikroplastik di udara atau atmosfer. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar rekomendasi kebijakan untuk mengurangi polusi mikroplastik di udara, sehingga mengurangi potensi ancaman nyata terhadap manusia. Berikut adalah beberapa kebijakan lingkungan terkait mikroplastik di udara:

1. Memahami sumber dan dampak mikroplastik di udara

Harus dapat diketahui sumber dan dampak mikroplastik terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Mikroplastik udara ini salah satunya berasal dari abrasi (gesekan) ban saat berkendara yang dapat melepaskan partikel mikroplastik ke lingkungan. Menurut laporan IUCN, hampir dua pertiga dari total mikroplastik primer yang dilepaskan ke bumi ini berasal dari pencucian tekstil sintetis dan abrasi ban saat berkendara. Menurut IQAIR, Banyak mikroplastik cukup kecil untuk dihirup ke dalam paru-paru. Mikroplastik dapat menumpuk dan merusak kantung udara di paru-paru. Ini dapat meningkatkan risiko terkena emfisema dan kanker paru-paru. Beberapa mikroplastik terkecil juga bisa masuk ke aliran darah.

2. Pemerintah dalam merumuskan kebijakan pengendalian mikroplastik

pemerintah memiliki peran sentral dalam mengendalikan sumber mikroplastik di udara. Kebijakan yang ketat, insentif, dan edukasi masyarakat adalah komponen penting dalam upaya ini. Selain itu ada beberapa cara untuk pengendalian mikroplastik ini yaitu adalah Mengatur industri yang berkontribusi terhadap pelepasan mikroplastik ke udara. Misalnya, pabrik pengolahan plastik harus mematuhi standar emisi yang ketat, dan perusahaan mungkin perlu mengadopsi teknologi penangkapan mikroplastik. Meminta produsen untuk memberikan informasi jelas tentang kandungan plastik dalam produk mereka, sehingga konsumen dapat membuat pilihan yang lebih bijak.

3. Kerjasama dengan pihak berkepentingan

Kerjasama dengan pihak berkepentingan adalah kunci dalam merumuskan kebijakan pemerintah untuk mengatur mikroplastik di udara secara efektif. Dalam konteks ini, pihak berkepentingan mencakup sejumlah pihak yang terlibat, seperti industri, LSM, akademisi, dan masyarakat. Ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih berimbang, serta memastikan bahwa kebijakan yang diterapkan adalah efektif dan dapat diterima oleh berbagai pihak. Beberapa cara untuk melakukan kerjasama yaitu sebagai berikut:

- Pemerintah setempat harus mengadakan dialog terbuka dengan berbagai pihak berkepentingan.

- Pemerintah dapat mengadakan konsultasi publik untuk mendengarkan pandangan dan masukan masyarakat terkait kebijakan pengendalian mikroplastik.
- Pemerintah dapat bekerja sama dengan industri untuk mengidentifikasi solusi, seperti mengurangi penggunaan bahan berbasis plastik dan meningkatkan penggunaan bahan daur ulang.
- Pemerintah dapat bermitra dengan LSM untuk mengumpulkan data dan menyediakan wawasan tentang masalah ini.
- Bekerja sama dengan universitas dan institusi penelitian dapat membantu dalam mengembangkan kebijakan berbasis bukti.

4. Pengawasan dan penegakan hukum

Pengawasan dan penegakan hukum yang kuat sangat penting dalam menjaga kepatuhan terhadap kebijakan pengendalian mikroplastik. Dalam Konteks Qanun di Provinsi Aceh, Qanun Aceh Nomor 1 Tahun 2023 tentang rencana perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, Qanun Aceh No. 2 Tahun 2023 tentang perlindungan lingkungan hidup, serta Qanun Aceh No. 7 Tahun 2023 tentang perlindungan lingkungan hidup merupakan dasar hukum yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan mikroplastik di udara di wilayah Aceh.

Untuk mengatasi masalah mikroplastik di udara, kebijakan ini dapat diperluas untuk mencakup langkah-langkah khusus seperti pembatasan penggunaan plastik sekali pakai, peningkatan upaya daur ulang, dan penegakan hukum yang lebih ketat terhadap pelanggaran. Selain itu, pendidikan dan kesadaran masyarakat tentang bahaya mikroplastik juga penting. Penerapan kebijakan ini di bawah kerangka hukum yang telah ada dapat membantu Aceh dalam mengatasi masalah mikroplastik di udara dengan cara yang efektif, serta membawa dampak positif terhadap lingkungan hidup dan kesehatan masyarakat.

5. Evaluasi dan peninjauan kebijakan

Setiap kebijakan wajib dilakukan evaluasi dan tinjauan secara berkala untuk memastikan efektivitasnya. Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Aceh (DLHK) memiliki peran yang paling penting dalam implementasi kebijakan ini,

misalnya melalui penegakan hukum terhadap pelanggaran, penyelenggaraan kegiatan dalam pengelolaan lingkungan, serta penyuluhan kepada masyarakat tentang dampak mikroplastik. Evaluasi dan peninjauan kebijakan dapat mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 27 Tahun 2021 tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup atau Qanun Aceh Nomor 1 Tahun 2023 Tentang Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kebijakan ini dapat menjadi bagian dari upaya lebih luas dan bertujuan untuk melindungi lingkungan dari dampak negatif termasuk dari mikroplastik.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada konsentrasi TSP dan Identifikasi Mikroplastik yang terdapat didalam TSP pada Jalan Kolektor Kota Banda Aceh dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain sebagai berikut:

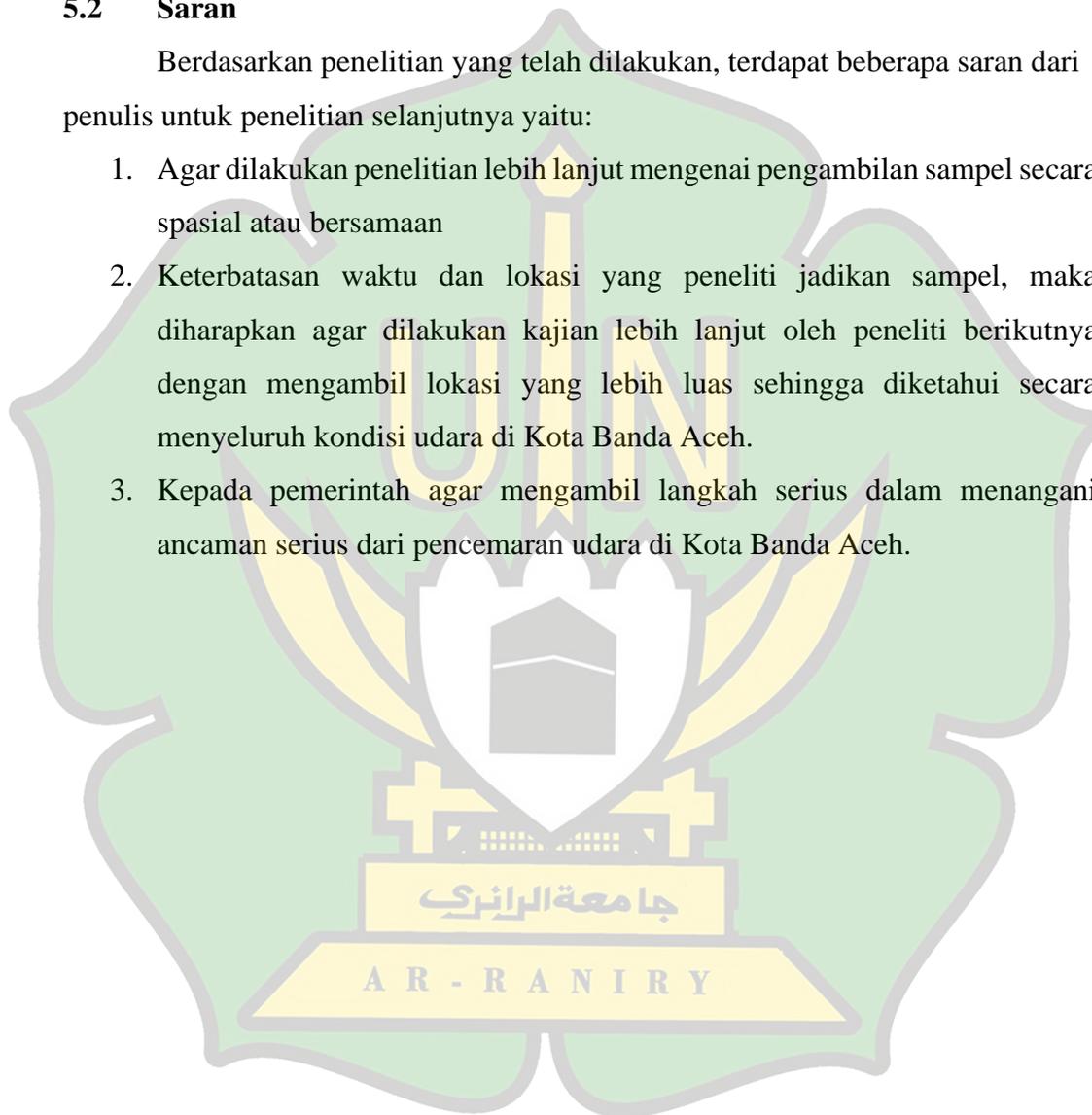
1. Hasil pengukuran konsentrasi TSP dengan durasi 24 jam pada kedua lokasi menghasilkan konsentrasi TSP dengan nilai rata-rata sebesar 159,32 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kedua lokasi ini masih memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan.
2. Pada lokasi Tgk. H.M. Daud Beureueh, kelimpahan mikroplastik tercatat lebih tinggi pada Minggu sore dengan 729 partikel/gr, dibandingkan dengan Minggu pagi yang mencatat 568 partikel/gr. Namun, jumlah tersebut menurun pada hari Senin, dengan 400 partikel/gr pada pagi hari dan 440 partikel/gr pada sore hari. Sementara itu, di T. Panglima Nyak Makam, kelimpahan mikroplastik mengalami peningkatan dari Minggu sore 693 partikel/gr ke Senin sore 1020 partikel/gr. Meskipun demikian, terdapat fluktuasi pada Senin pagi dengan jumlah 843 partikel/gr.
3. Hasil analisis mikroplastik di udara pada jalan kolektor Kota Banda Aceh menunjukkan adanya tiga jenis mikroplastik, yaitu fragmen, film, dan fiber. Mikroplastik ini memiliki variasi warna yang beragam, termasuk transparan, hitam, merah, coklat, dan biru. Untuk mikroplastik jenis fiber, ukuran terkecil yang ditemukan adalah 90,2 μm dan ukuran terbesar adalah 728,99 μm dengan rata-rata ukuran sebesar 430,67 μm . Sedangkan untuk fragmen, ukuran terkecilnya adalah 288,52 μm^2 dan terbesarnya adalah 17435,72 μm^2 dengan rata-rata ukuran sebesar 4731,7 μm^2 . Untuk film, ukuran terkecilnya adalah 1287,09 μm^2 dan terbesarnya adalah 26393,76 μm^2 dengan rata-rata ukuran sebesar 5824,2 μm^2 . Analisis lebih lanjut menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

menunjukkan bahwa mikroplastik tersebut mengandung polimer jenis *Polyamide (PA)*, *High Density Polyethylene (HDPE)*, dan *Polyethylene Terephthalate (PET)*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Agar dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengambilan sampel secara spasial atau bersamaan
2. Keterbatasan waktu dan lokasi yang peneliti jadikan sampel, maka diharapkan agar dilakukan kajian lebih lanjut oleh peneliti berikutnya dengan mengambil lokasi yang lebih luas sehingga diketahui secara menyeluruh kondisi udara di Kota Banda Aceh.
3. Kepada pemerintah agar mengambil langkah serius dalam menangani ancaman serius dari pencemaran udara di Kota Banda Aceh.



DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, J., Artauli Hasibuan, F., Kunci, K., Udara, P., & Gauss, D. (2019). Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara. *Prosiding SNFUR-4*, 2(2), 978–979
- Allen, S., Allen, D., Phoenix, V. R., Le Roux, G., Durántez Jiménez, P., Simonneau, A., Binet, S., & Galop, D. (2019). Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment. *Nature Geoscience*, 12(5), 339–344.
- Annisa, P. (2021). *Kelimpahan Dan Jenis Mikroplastik Pada Perairan Di Pantai Sukaraja Kota Bandar Lampung*. 1–89.
- Anugerah, F. M. (2022). *Analisis Mikroplastik di Ruas Jalan Kolektor Tipe 2/1 dan 2/2 Kota Makassar*. Universitas Hasanuddin.
- Anwar, N. K., Gani, A., & Mahidin, M. (2020). Evaluasi Pengaruh Kendaraan Bermotor Terhadap Kualitas Udara Ambien Pada Berbagai Tipe Ruas Jalan Kota Banda Aceh. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 21(1), 21–30.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup (BPLH) DKI Jakarta. (2013).
- Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. (2017). Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: Sources and sinks. *Environmental Science and Technology*, 45(21), 9175–9179.
- Cai, L., Wang, J., Peng, J., Tan, Z., Zhan, Z., Tan, X., & Chen, Q. (2017). Characteristic of microplastics in the atmospheric fallout from Dongguan city, China: preliminary research and first evidence. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(32), 24928–24935.
- Campbell-Lendrum, D., & Prüss-Ustün, A. (2019). Climate change, air pollution and noncommunicable diseases. *Bulletin of the World Health Organization*, 97, 160-161.
- Dris, R., Gasperi, J., Rocher, V., Saad, M., Renault, N., & Tassin, B. (2015). Microplastic contamination in an urban area: A case study in Greater Paris.

- Environmental Chemistry*, 12(5), 592–599.
- Dinas Kependudukan dan Perlindungan Lingkungan Hidup (DIKPLHD) Kota Banda Aceh. (2019).
- Fathulloh, M. Z., Minanurrohman, M. R., & Mahmudah, R. (2021). False Solution Plastic Managemen. *Environmental Pollution Journal*, 1(3), 208–216.
- Gasperi, J., Wright, S. L., Dris, R., Collard, F., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V., Kelly, F. J., & Tassin, B. (2018). Microplastics in air: Are we breathing it in? *Current Opinion in Environmental Science and Health*, 1, 1–5.
- Gindo, A., & Hari, B. (2007). Pengukuran Partikel Udara Ambien (TSP, PM10, PM2.5) Di Sekitar Calon Lokasi PLTN Semenanjung Lemahabang. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengolahan Limbah VI*, 220–227.
- Guo, X., & Wang, J. (2019). The Chemical Behaviors Of Microplastics In Marine Environment: A Review. *Marine Pollution Bulletin*, 1(42).
- Dzihninafira, H., Hamdan, A. M & Razi, F (2023). Microplastic Removal in Krueng Aceh River Water Using Ultrafiltration Membrane from Polyethersulfone Polymer (PES). *Indonesian Journal of Chemical Analysis*, 6(2), 151-163
- Ibrahim, Z., Boekoesoe, L., & Lalu, N. A. S. (2022). Identifikasi Kualitas Udara Ambien Disekitar Wilayah Kota Gorontalo. *Public Health and Surveillance Review*, 1(1), 24–33.
- Ilmiawati, Mahata, L. E., Aliska, G., & Rustam, E. (2022). Peningkatan Pengetahuan Masyarakat tentang Bahaya Paparan Mikroplastik dan Dampaknya bagi Kesehatan. *Warta Pengabdian Andalas*, 29(3), 305–311.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2021). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 27 Tahun 2021.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2010). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010.
- Klein, M., & Fischer, E. K. (2019). Microplastic abundance in atmospheric deposition within the Metropolitan area of Hamburg, Germany. *Science of the Total Environment*, 685, 96–103.
- Kurniawati, R. T. D., Rahmawati, R., & Wilandari, Y. (2015). *Penglompokan*

- Kualitas Udara Ambien Menurut Kota/Kabupaten Di Jawa Tengah Dengan Metode Klaster*. 4(2), 393–402.
- Labibah, W., & Triajie, H. (2020). Keberadaan Mikroplastik Pada Ikan Swanggi (Priacanthus Tayenus), Sedimen Dan Air Laut Di Perairan Pesisir Brondong, Kabupaten Lamongan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(3), 351–358.
- Laila, Q. N., Purnomo, P. W., & Jati, O. E. (2019). Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Di Desa Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(1), 16–21.
- Ma, B., Xue, W., Hu, C., Liu, H., Qu, J., & Li, L. (2019). (2019). Characteristics of microplastic removal via coagulation and ultrafiltration during drinking water treatment. *Chemical Engineering Journal*, 359, 159–167.
- Mishra, S., Rath, C., Charan, & Das, A. P. (2019). Marine microfiber pollution: A review on present status and future challenges. *Marine Pollution Bulletin*, 140, 188–197.
- Nakulo, B., Sari, I. D., & Hariyadi, D. (2020). Pemantauan Sistem Kualitas Udara Menggunakan Openhab. *Indonesian Journal of Business Intelligence (IJUBI)*, 3(1), 14. <https://doi.org/10.21927/ijubi.v3i1.1203>
- Palureng, R. W. N. (2022). Efektivitas Jerapan Total Suspended Particulate oleh Pohon Tanjung (Mimusops elengi) sebagai Tanaman Barrier di Jalan Khatulistiwa Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 10(1), 48–056.
- Pamungkas, E. P. (2022). *Analisis Konsentrasi Polutan TSP, PM2.5, PM10, dan PB Bengkel Motor Resmi (Studi Kasus: UD. Utama Motor Sleman)*. Universitas Islam Indonesia.
- Patchaiyappan, A., Dowarah, K., Zaki Ahmed, S., Prabakaran, M., Jayakumar, S., Thirunavukkarasu, C., & Devipriya, S. P. (2021). Prevalence and characteristics of microplastics present in the street dust collected from Chennai metropolitan city, India. *Chemosphere*, 269, 128757.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021.

- Pemerintah Aceh. (2023). Qanun Aceh Nomor 1 Tahun 2023.
- Purwiyanto, A. I. S., Prartono, T., Riani, E., Naulita, Y., Cordova, M. R., & Koropitan, A. F. (2022). The deposition of atmospheric microplastics in Jakarta-Indonesia: The coastal urban area. *Marine Pollution Bulletin*, *174*, 113195.
- Qusyaeri, M. A. (2021). *Identifikasi Mikroplastik Udara Dari Polutan Total Suspended Particulate (TSP) Jalan Arteri Undivided di Kota Makassar*. Universitas Hasanuddin.
- Republik Indonesia. (1999). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999.
- Rizqiyah, T., & Rosyida, I. (2021). Analisis Cluster Tingkat Kualitas Udara Ambien Jalan Raya di Jawa Tengah Tahun. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *4*, 560–564.
- Rochimawati, inur riana;, Yuwono, A. S., & Saptomo, S. K. (2014). Prediction and Modelling of Total Suspended Particulate Generation on Ultisol and Andisol Soil. *Journal of Science and Technology*, *4*(6), 329–333.
- Rohmah, I., Mukhtar, R., & Puji Lestari, R. (2018). Perbandingan Metode Sampling Kualitas Udara: High Volume Air Sampler (Hvas) Dan Low Volume Air Sampler (Lvas). *Jurnal Ecolab*, *12*(2), 83–92.
- Rusni, N. K. (2022). *Analisis Mikroplastik di Ruas Jalan Kolektor Tipe 4/2 dan 6/2 Kota Makassar*. Universitas Hasanuddin.
- Sari, Y. W., Darnas, Y., Hamdan, A. M. (2020). Karakterisasi Sifat Magnetik Daun Untuk Analisa Polusi Udara: Sebuah Tinjauan Ulang. *Serambi Engineering*, *5*(4), 1367-1377
- Sridharan, S. (2021). Microplastics as an Emerging Source of Particulate Air Pollution: A Critical Review. *Journal of Hazardous Materials*, *41*(8).
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2017). SNI 7117.3 2017.
- Supit, A., Tompodung, L., & Kumaat, S. (2022). Microplastic as an Emerging Contaminant and its Toxic Effects on Health. *Jurnal Kesehatan*, *13*(1), 199–208.
- Susanto, A. D. (2020). Air pollution and human health. *Medical Journal of*

Indonesia, 29(1), 8–10.

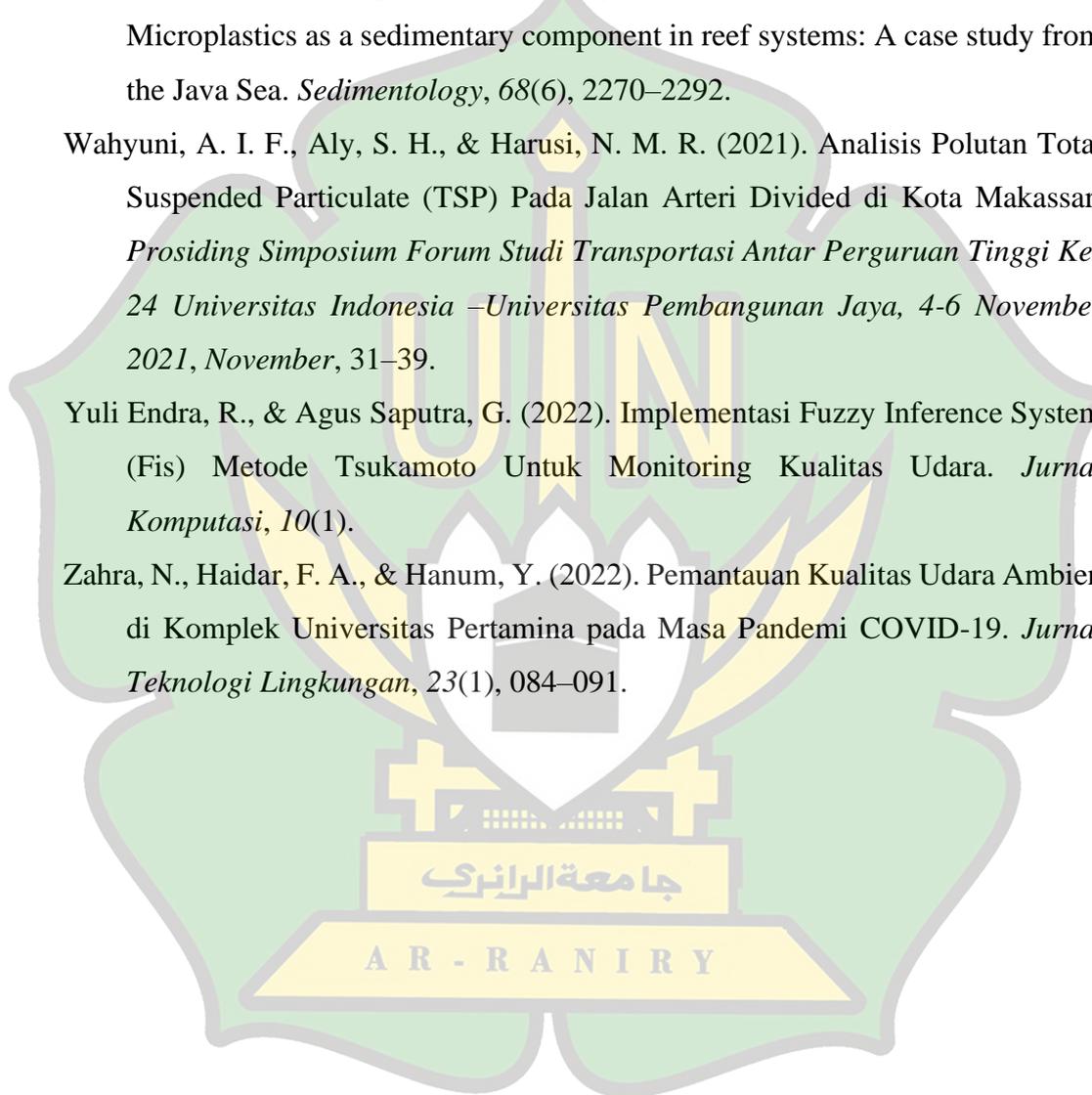
Syafei, A. D., Nurasin, N. R., Assomadi, A. F., & Boedisantoso, R. (2019). Microplastic Pollution in the Ambient Air of Surabaya, Indonesia. *Current World Environment*, 14(2), 290–298.

Utami, D. A., Reuning, L., Konechnaya, O., & Schwarzbauer, J. (2021). Microplastics as a sedimentary component in reef systems: A case study from the Java Sea. *Sedimentology*, 68(6), 2270–2292.

Wahyuni, A. I. F., Aly, S. H., & Harusi, N. M. R. (2021). Analisis Polutan Total Suspended Particulate (TSP) Pada Jalan Arteri Divided di Kota Makassar. *Prosiding Simposium Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi Ke-24 Universitas Indonesia –Universitas Pembangunan Jaya, 4-6 November 2021, November*, 31–39.

Yuli Endra, R., & Agus Saputra, G. (2022). Implementasi Fuzzy Inference System (Fis) Metode Tsukamoto Untuk Monitoring Kualitas Udara. *Jurnal Komputasi*, 10(1).

Zahra, N., Haidar, F. A., & Hanum, Y. (2022). Pemantauan Kualitas Udara Ambien di Komplek Universitas Pertamina pada Masa Pandemi COVID-19. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 23(1), 084–091.



LAMPIRAN A

PERHITUNGAN TSP

- 01-01-TSP

$$V = \frac{Qs1+Qs2}{2} \times t$$

$$V = \frac{0,5 \frac{M^3}{Menit} + 0,5 \frac{M^3}{Menit}}{2} \times 60 \text{ menit}$$

$$V = 30 \text{ M}^3$$

$$C1 = \frac{(w2-w1) \times 10^6}{30m^3}$$

$$C1 = \frac{(0,7431 \text{ gram} - 0,7343 \text{ gram}) \times 10^6}{30m^3}$$

$$C1 = 293,33 \mu\text{g}/m^3$$

$$C2 = C1 \left(\frac{t2}{t1}\right)^p$$

$$C2 = 293,33 \mu\text{g}/m^3 \left(\frac{1 \text{ jam}}{24 \text{ jam}}\right)^{0,2}$$

$$C2 = 155,35 \mu\text{g}/m^3$$

- 02-02-TSP

$$V = \frac{Qs1+Qs2}{2} \times t$$

$$V = \frac{0,5 \frac{M3}{Menit} + 0,5 \frac{M3}{Menit}}{2} \times 60 \text{ menit}$$

$$V = 30 \text{ M}3$$

$$C1 = \frac{(w2-w1) \times 10^6}{30m^3}$$

$$C1 = \frac{(0,7050 \text{ gram} - 0,6960 \text{ gram}) \times 10^6}{30m^3}$$

$$C1 = 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

$$C2 = C1 \left(\frac{t2}{t1} \right)^p$$

$$C2 = 300 \mu\text{g}/\text{m}^3 \left(\frac{1 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \right)^{0,2}$$

$$C2 = 158,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- 01-03-TSP

$$V = \frac{Qs1 + Qs2}{2} \times t$$

$$V = \frac{0,5 \frac{\text{M}3}{\text{Menit}} + 0,5 \frac{\text{M}3}{\text{Menit}}}{2} \times 60 \text{ menit}$$

$$V = 30 \text{ M}3$$

$$C1 = \frac{(w2 - w1) \times 10^6}{30 \text{m}^3}$$

$$C1 = \frac{(0,6974 \text{ gram} - 0,6878 \text{ gram}) \times 10^6}{30 \text{m}^3}$$

$$C1 = 320 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

$$C2 = C1 \left(\frac{t2}{t1} \right)^p$$

$$C2 = 320 \mu\text{g}/\text{m}^3 \left(\frac{1 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \right)^{0,2}$$

$$C2 = 169,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- 02-04-TSP

$$V = \frac{Qs1 + Qs2}{2} \times t$$

$$V = \frac{0,5 \frac{\text{M}3}{\text{Menit}} + 0,5 \frac{\text{M}3}{\text{Menit}}}{2} \times 60 \text{ menit}$$

$$V = 30 \text{ M}3$$

$$C1 = \frac{(w2-w1) \times 10^6}{30m^3}$$

$$C1 = \frac{(0,6873 \text{ gram} - 0,6770 \text{ gram}) \times 10^6}{30m^3}$$

$$C1 = 336,66 \mu\text{g}/m^3$$

$$C2 = C1 \left(\frac{t2}{t1} \right)^p$$

$$C2 = 336,66 \mu\text{g}/m^3 \left(\frac{1 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \right)^{0,2}$$

$$C2 = 178,30 \mu\text{g}/m^3$$

- 01-05-TSP

$$V = \frac{Qs1 + Qs2}{2} \times t$$

$$V = \frac{0,5 \frac{M3}{Menit} + 0,5 \frac{M3}{Menit}}{2} \times 60 \text{ menit}$$

$$V = 30 M3$$

$$C1 = \frac{(w2-w1) \times 10^6}{30m^3}$$

$$C1 = \frac{(0,7155 \text{ gram} - 0,7080 \text{ gram}) \times 10^6}{30m^3}$$

$$C1 = 250 \mu\text{g}/m^3$$

$$C2 = C1 \left(\frac{t2}{t1} \right)^p$$

$$C2 = 250 \mu\text{g}/m^3 \left(\frac{1 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \right)^{0,2}$$

$$C2 = 132,40 \mu\text{g}/m^3$$

- 02-06-TSP

$$V = \frac{Qs1 + Qs2}{2} \times t$$

$$V = \frac{0,5 \frac{M3}{Menit} + 0,5 \frac{M3}{Menit}}{2} \times 60 \text{ menit}$$

$$V = 30 M3$$

$$C1 = \frac{(w2-w1) \times 10^6}{30m^3}$$

$$C1 = \frac{(0,7044 \text{ gram} - 0,6961 \text{ gram}) \times 10^6}{30m^3}$$

$$C1 = 276,66 \mu\text{g}/m^3$$

$$C2 = C1 \left(\frac{t2}{t1} \right)^p$$

$$C2 = 276,66 \mu\text{g}/m^3 \left(\frac{1 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \right)^{0,2}$$

$$C2 = 146,53 \mu\text{g}/m^3$$

- 01-07-TSP

$$V = \frac{Qs1 + Qs2}{2} \times t$$

$$V = \frac{0,5 \frac{M3}{Menit} + 0,5 \frac{M3}{Menit}}{2} \times 60 \text{ menit}$$

$$V = 30 M3$$

$$C1 = \frac{(w2-w1) \times 10^6}{30m^3}$$

$$C1 = \frac{(0,7038 \text{ gram} - 0,6947 \text{ gram}) \times 10^6}{30m^3}$$

$$C1 = 303,33 \mu\text{g}/m^3$$

$$C2 = C1 \left(\frac{t2}{t1} \right)^p$$

$$C2 = 303,33 \mu\text{g}/m^3 \left(\frac{1 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \right)^{0,2}$$

$$C2 = 160,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- 02-08-TSP

$$V = \frac{Qs1 + Qs2}{2} \times t$$

$$V = \frac{0,5 \frac{\text{M}^3}{\text{Menit}} + 0,5 \frac{\text{M}^3}{\text{Menit}}}{2} \times 60 \text{ menit}$$

$$V = 30 \text{ M}^3$$

$$C1 = \frac{(w2 - w1) \times 10^6}{30 \text{m}^3}$$

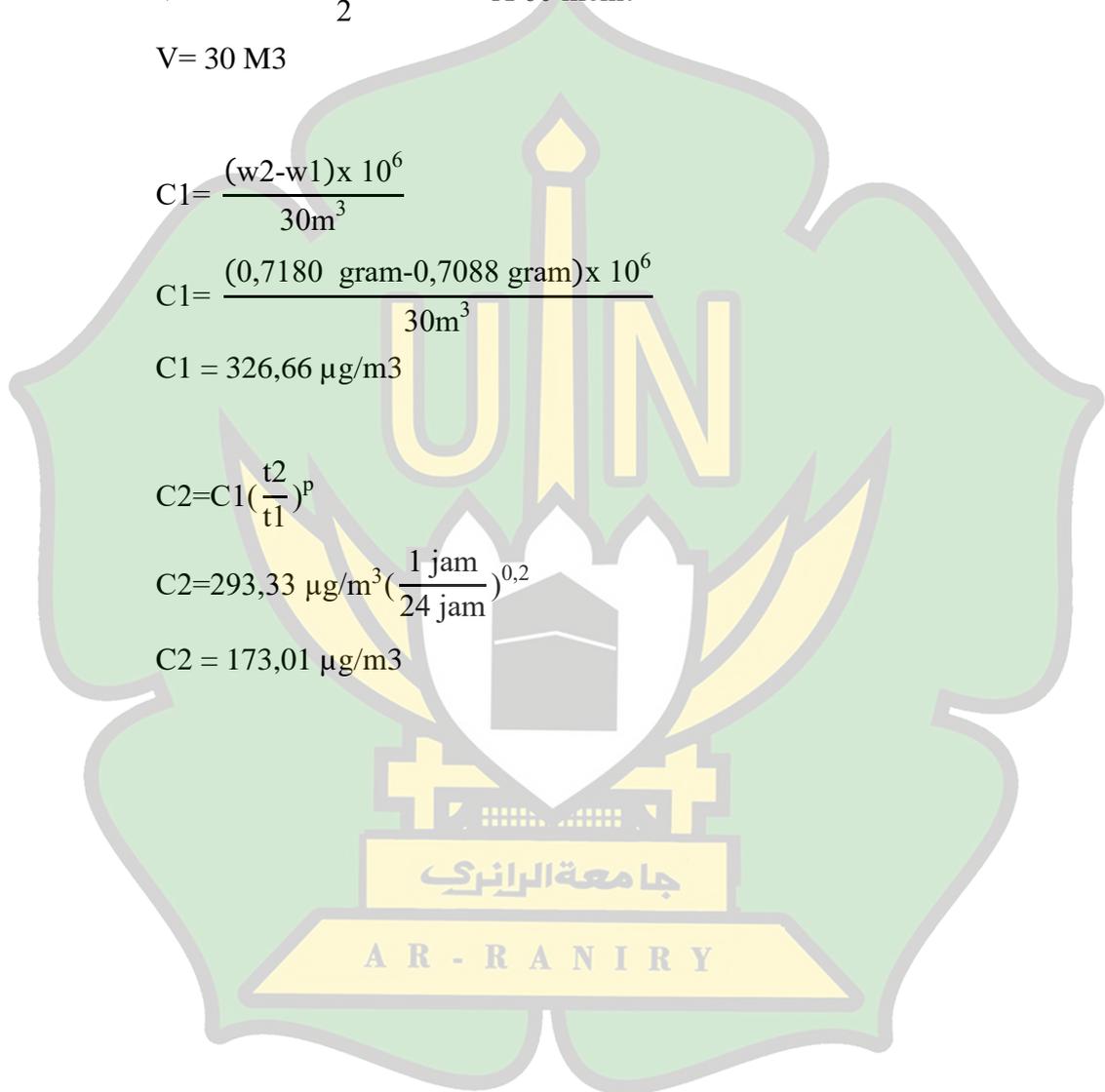
$$C1 = \frac{(0,7180 \text{ gram} - 0,7088 \text{ gram}) \times 10^6}{30 \text{m}^3}$$

$$C1 = 326,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

$$C2 = C1 \left(\frac{t2}{t1} \right)^p$$

$$C2 = 293,33 \mu\text{g}/\text{m}^3 \left(\frac{1 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \right)^{0,2}$$

$$C2 = 173,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$$



LAMPIRAN B
PERHITUNGAN KELIMPAHAN

• **01-01-TSP**

$$\begin{aligned} \text{Kelimpahan mikroplastik partikel/gr K} &= \frac{5}{0,0088} \\ &= 568 \text{ partikel/gr} \end{aligned}$$

• **02-02-TSP**

$$\begin{aligned} \text{Kelimpahan mikroplastik partikel/gr K} &= \frac{9}{0,009} \\ &= 1000 \text{ partikel/gr} \end{aligned}$$

• **01-03-TSP**

$$\begin{aligned} \text{Kelimpahan mikroplastik partikel/gr K} &= \frac{7}{0,0096} \\ &= 729 \text{ partikel/gr} \end{aligned}$$

• **02-04-TSP**

$$\begin{aligned} \text{Kelimpahan mikroplastik partikel/gr K} &= \frac{7}{0,0101} \\ &= 693 \text{ partikel/gr} \end{aligned}$$

• **01-05-TSP**

$$\begin{aligned} \text{Kelimpahan mikroplastik partikel/gr K} &= \frac{3}{0,0075} \\ &= 400 \text{ partikel/gr} \end{aligned}$$

• **02-06-TSP**

$$\begin{aligned} \text{Kelimpahan mikroplastik partikel/gr K} &= \frac{7}{0,0083} \\ &= 843 \text{ partikel/gr} \end{aligned}$$

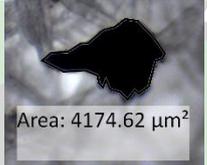
• **01-07-TSP**

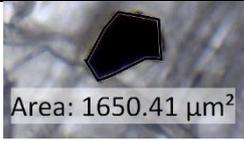
$$\begin{aligned} \text{Kelimpahan mikroplastik partikel/gr K} &= \frac{4}{0,0091} \\ &= 440 \text{ partikel/gr} \end{aligned}$$

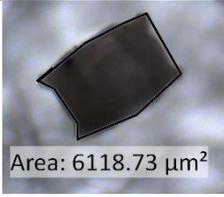
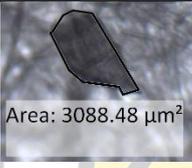
• **02-08-TSP**

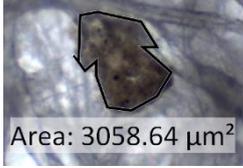
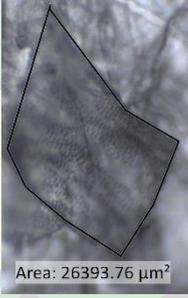
$$\begin{aligned} \text{Kelimpahan mikroplastik partikel/gr K} &= \frac{10}{0,0098} \\ &= 1020 \text{ partikel/gr} \end{aligned}$$

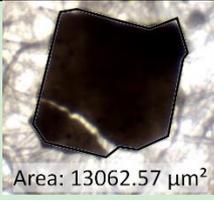
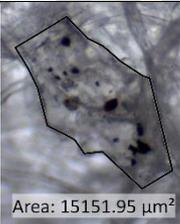
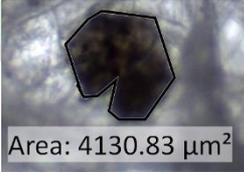
LAMPIRAN C
HASIL MIKROPLASTIK

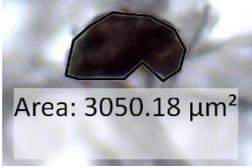
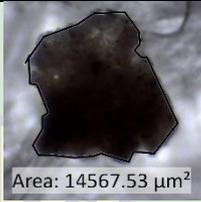
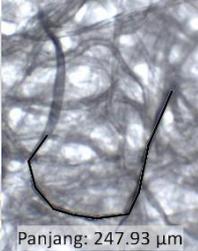
No	Kode Pengukuran	Keterangan	Gambar	Hasil Ukuran
1	01-01-TSP	Fragmen Hitam		Area: 3894,36 μm ²
		Fragmen Hitam		Area: 4174,62 μm ²
		Fragmen Merah		Area: 4395,58 μm ²
		Fiber Transparan		Panjang: 423,18 μm
		Fiber Biru		Panjang: 134,51 μm

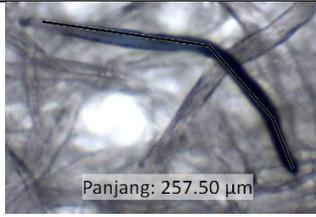
2	02-02-TSP	Fragmen Transparan		Area: 3281,17 μm^2
		Fragmen Hitam		Area: 1650,41 μm^2
		Fragmen Hitam		Area: 288,52 μm^2
		Fragmen Hitam		Area: 1348,56 μm^2
		Fragmen Hitam		Area: 734,30 μm^2
		Film Transparan		Area: 13846,55 μm^2
		Film Hitam		Area: 1287,0 9 μm^2
		Film Coklat		Area: 1565,34 μm^2
Fiber Biru		Panjang: 90,20 μm		
3	01-03-TSP	Fragmen Transparan		Area: 1933,27 μm^2

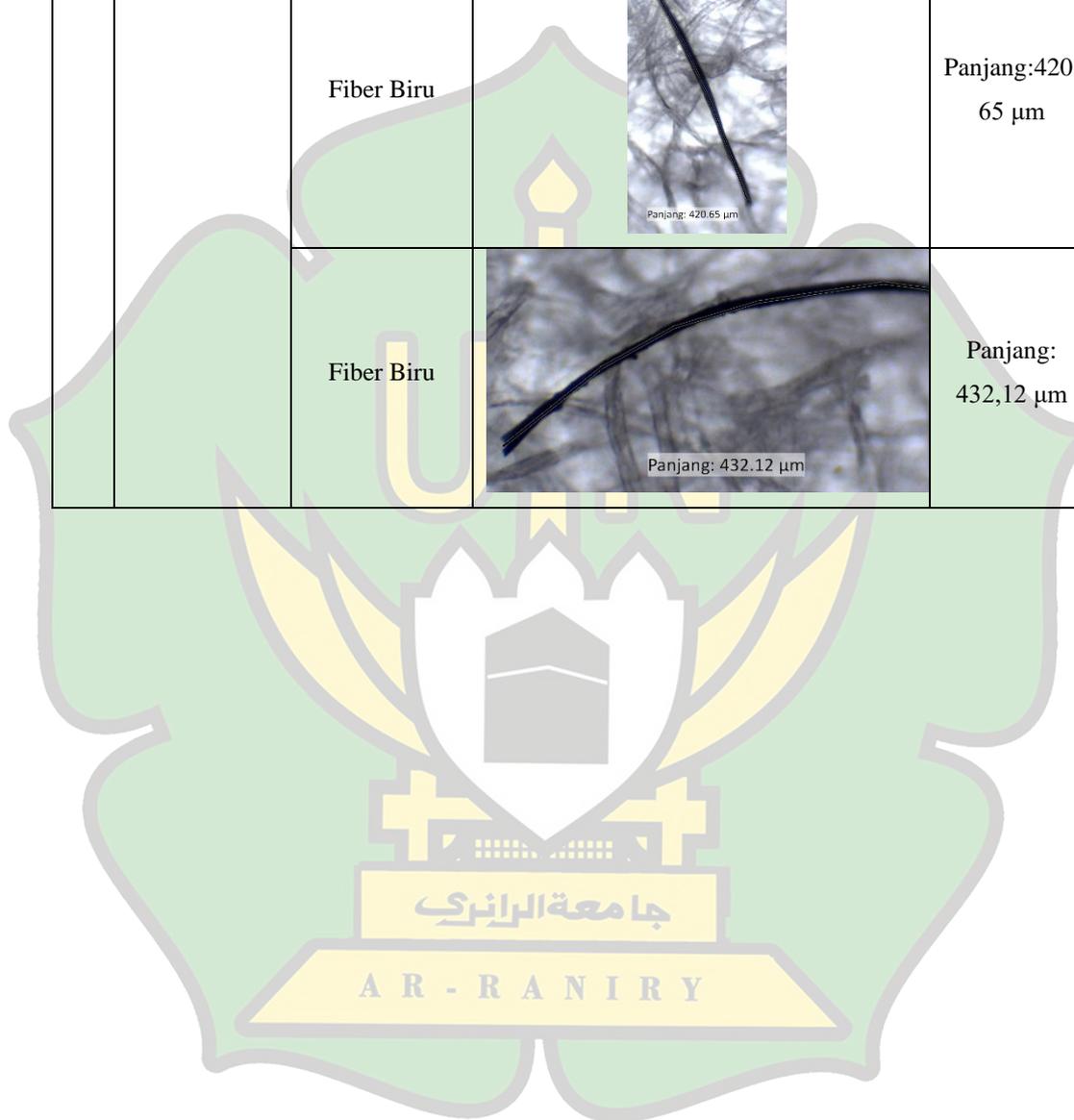
		Fragmen Transparan		Area:6118,7 3 μm ²
		Fragmen Coklat		Area:10899, 39 μm ²
		Fragmen Coklat		Area:7895 μm ²
		Fragmen Merah		Area:3158,5 8 μm ²
		Film Transparan		Area:3088,4 8 μm ²
		Fiber Transparan		Panjang: 728,99 μm
4	02-04-TSP	Fragmen Transparan		Area:10556, 63 μm ²
		Fragmen Hitam		Area:593,67 μm ²
		Fragmen Hitam		Area:1138,0 1 μm ²

		Fragmen Coklat		Area:3058,6 4 μm ²
		Fragmen Coklat		Area:2014,8 5 μm ²
		Fragmen Coklat		Area: 12573,46 μm ²
		Film Transparan		Area: 26393,76 μm ²
5	01-05-TSP	Fragmen Hitam		Area: 929,23 μm ²
		Fiber Transparan		Panjang: 534,75 μm
		Fiber Hitam		Panjang: 539,23 μm
6	02-06-TSP	Fragmen Hitam		Area: 3847,38 μm ²

		Fragmen Coklat		Area: 10630,37 μm^2
		Fragmen Coklat		Area: 1576 μm^2
		Fragmen Coklat		Area: 13062,57 μm^2
		Fragmen Merah		Area: 1761,10 μm^2
		Fragmen Merah		Area: 375,42 μm^2
		Film Transparan		Area: 15151,95 μm^2
7	01-07-TSP	Fragmen Transparan		Area: 17435,72 μm^2
		Fragmen Transparan		Area: 4130,83 μm^2
		Fragmen Hitam		Area: 1965,2 μm^2

		Fragmen Merah		Area: 3050,18 μm ²
8	02-08-TSP	Fragmen Hitam		Area: 2647,35 μm ²
		Fragmen Hitam		Area: 2919,81 μm ²
		Fragmen Coklat		Area: 14567,53 μm ²
		Film Coklat		Area: 7697,19 μm ²
		Fiber Transparan		Panjang: 247,93 μm
		Fiber Hitam		Panjang: 149,61 μm
		Fiber Hitam		Panjang: 934,03 μm

		Fiber Biru		Panjang: 257,50 μm
		Fiber Biru		Panjang:420, 65 μm
		Fiber Biru		Panjang: 432,12 μm



LAMPIRAN D
DOKUMENTASI PENELITIAN

No	Kegiatan	Dokumentasi
1	Pengambilan Sampel Hari 1 di Pagi hari	
2	Pengambilan Sampel Hari 1 di Sore hari	
3	Pengambilan Sampel Hari 2 di Pagi hari	
4	Pengambilan Sampel Hari 2 di Sore hari	
5	Proses Perhitungan berat awal	

6	Proses Perhitungan Berat Akhir	
7	Hasil Sampel	
8	Sampel dilakukan preparasi dengan ditambahkan NaCl 200 ml	
9	Sampel ditambahkan H ₂ O ₂ 10 ml	
10	Sampel sedimen dihomogenkan menggunakan magnetic stirrer selama 30 menit	
11	Setelah dihomogenkan sampel didiamkan selama 48 jam	

12	Proses penyaringan sampel menggunakan vakum filtrasi	
13	Pengamatan secara visual menggunakan mikroskop binokuler	
14	Identifikasi mikroplastik pada sampel	

