

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK PADA ENDAPAN DEBU JALAN (*DEPOSITED ROAD DUST*) DI JALAN JENDERAL SUDIRMAN

Disusun dan diajukan oleh:

**ANDI CHUSNUL KHATIMAH AMIN
D131 19 1008**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK PADA ENDAPAN DEBU JALAN (*DEPOSITED ROAD DUST*) DI JALAN JENDERAL SUDIRMAN

Disusun dan diajukan oleh

Andi Chusnul Khatimah Amin
D131191008

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 15 Agustus 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., IPU.
NIP 195812281986012001

Pembimbing Pendamping,

Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng.
NIP 199501152021074001

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM.
NIP 197204242000122001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Andi Chusnul Khatimah Amin
NIM : D131191008
Program Studi : Teknik Lingkungan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Identifikasi Mikroplastik Pada Endapan Debu Jalan (*Deposited Road Dust*) Di Jalan Jenderal Sudirman

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 5 September 2023

Menyatakan



Andi Chusnul Khatimah Amin



ABSTRAK

ANDI CHUSNUL KHATIMAH AMIN. Identifikasi Mikroplastik Pada Endapan Debu Jalan (*Deposited Road Dust*) Di Jalan Jenderal Sudirman (dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., IPU., dan Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng.)

Debu jalan telah diidentifikasi sebagai sumber yang signifikan dalam polusi mikroplastik, dengan kemampuannya untuk mencemari ekosistem perairan melalui limpasan air dan menyebar melalui udara melalui pergerakan lalu lintas. Namun, penelitian terkait mikroplastik pada endapan debu jalan masih terbatas, dengan penelitian sebelumnya lebih fokus pada mikroplastik yang terdapat pada partikel udara tersuspensi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelimpahan dan karakteristik mikroplastik pada endapan debu jalan serta menganalisis hubungan antara volume kendaraan, kecepatan kendaraan, dan kondisi meteorologi di Jalan Jenderal Sudirman, Kota Makassar.

Pengambilan sampel dilakukan selama 1 hari dengan total 30 periode waktu pengambilan sampel, setiap periode berlangsung selama 30 menit. Dua titik pengambilan sampel dipilih pada bahu jalan yang sama di Jalan Jenderal Sudirman dengan jarak 20 meter. Mikroplastik udara diambil dari sampel endapan debu jalan yang diamati secara visual menggunakan mikroskop, dan karakteristik mikroplastik dianalisis menggunakan aplikasi image-J.

Hasil penelitian menunjukkan kelimpahan mikroplastik sebesar 186 partikel/gr pada Titik 1 dan 180 partikel/gr pada Titik 2. Jenis mikroplastik yang dominan ditemukan adalah fragmen dan serat, dengan warna hitam dan kuning sebagai warna yang paling umum. Analisis tren data menunjukkan bahwa volume kendaraan memiliki pengaruh sebesar 62% terhadap jumlah mikroplastik, kecepatan kendaraan berpengaruh sebesar 47,2%, kecepatan angin berpengaruh sebesar 71,2%, temperatur udara berpengaruh sebesar 12,6%, kelembaban udara berpengaruh sebesar 22,6%, sementara tekanan udara tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah mikroplastik.

Kata Kunci: Mikroplastik, Debu Jalan, Lalu Lintas, Faktor Meteorologi



ABSTRACT

ANDI CHUSNUL KHATIMAH AMIN. *Identification of Microplastics in Deposited Road Dust at Jenderal Sudirman Street* (Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., IPU., and Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng.)

Road dust has emerged as a substantial source of microplastic pollution, with the potential to contaminate aquatic ecosystems through water runoff and disperse through the air via traffic movements. While previous studies have predominantly focused on microplastics in suspended airborne particles, little is known about the presence of microplastics in road dust deposits. This research aims to identify the abundance and characteristics of microplastics in road dust and investigate the relationship between vehicle volume, vehicle speed, and meteorological conditions along Jalan Jenderal Sudirman in Makassar City.

Sampling was conducted over a single day, encompassing 30 sampling time periods of 30 minutes each. Two sampling points located 20 meters apart on the road shoulder of Jalan Jenderal Sudirman were selected. Airborne microplastics were collected from road dust samples, which were visually examined using a microscope, and their characteristics were analyzed using the image-J application. The findings revealed a microplastic abundance of 186 particles/gr at Point 1 and 180 particles/gr at Point 2. The dominant types of microplastics were fragments and fibers, primarily appearing in black and yellow colors. Trend analysis of the data demonstrated that vehicle volume influenced microplastic levels by 62%, vehicle speed by 47.2%, wind speed by 71.2%, air temperature by 12.6%, air humidity by 22.6%, while air pressure did not exhibit a significant impact on microplastic concentrations.

Keywords: Microplastics, Road Dust, Traffic, Meteorological Factors



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
PERNYATAAN KEASLIAN	1
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
KATA PENGANTAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pencemaran Udara.....	7
2.2 Mikroplastik	9
2.3 Endapan Debu Jalan	17
2.4 Faktor Meteorologi.....	17
2.5 Klasifikasi Jalan	21
2.6 Kelimpahan Mikroplastik.....	24
2.7 Uji Normalitas	24
2.8 Uji Homogenitas	25
2.9 Uji <i>One Way ANOVA (Analysis of Variance)</i>	26
2.10 Analisis Regresi.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Rancangan Penelitian	29
3.2 Waktu Penelitian	31
3.3 Lokasi Penelitian	32
3.4 Alat dan Bahan	35
3.5 Metode Pengumpulan Data	38
3.6 Metode Identifikasi Mikroplastik.....	44
3.7 Metode Analisis Data Mikroplastik	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1 Volume Kendaraan	53
4.2 Kecepatan Kendaraan	54
4.3 Meteorologi.....	55
Analisis Karakteristik Mikroplastik.....	65
Analisis Perbedaan Jumlah Mikroplastik antar Titik.....	96
Analisis Hubungan Antar Variabel.....	97
PENUTUP.....	108
Kesimpulan	109



5.2 Saran	109
DAFTAR PUSTAKA.....	111
LAMPIRAN.....	115



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Model konseptual mikroplastik atmosferik di lingkungan.....	13
Gambar 2. Pertukaran udara-air dari lalu lintas abrasif mikroplastik dan paparan manusia.....	14
Gambar 3. Jalan Jenderal Sudirman.....	33
Gambar 4. Peta Titik Pengukuran.....	33
Gambar 5. Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian Jalan Jend. Sudirman	34
Gambar 6. Sketsa Lokasi Penempatan Alat Penelitian Jalan Jend. Sudirman	34
Gambar 7. Alat dan Bahan Pengambilan Data.....	36
Gambar 8. Alat dan Bahan Analisis Data	38
Gambar 9. Bagan Alir Metode Pengumpulan Data Mikroplastik.....	40
Gambar 10. Bagan Alir Metode Pengumpulan Data Volume Kendaraan	41
Gambar 11. Bagan Alir Metode Pengumpulan Data Kecepatan Kendaraan	42
Gambar 12. Bagan Alir Metode Pengumpulan Data Kondisi Meteorologi	43
Gambar 13. Bagan Alir Metode <i>Pre-Treatment</i> Sampel Endapan Debu Jalan.....	45
Gambar 14. Bagan Alir Metode Analisis Data Mikroplastik.....	47
Gambar 15. Bagan Alir Penggunaan Aplikasi <i>image-j</i>	49
Gambar 16. Bagan Alir Metode <i>Hot Needle Test</i>	50
Gambar 17. Bagan Alir Metode Analisis Data Statistik	52
Gambar 18. Volume Kendaraan di Jalan Jenderal Sudirman	59
Gambar 19. Rata-Rata Kecepatan Kendaraan di Jalan Jenderal Sudirman	60
Gambar 20. Kecepatan Angin Jalan Jenderal Sudirman.....	61
Gambar 21. Temperatur Udara Jalan Jenderal Sudirman	62
Gambar 22. Kelembaban Udara Jalan Jenderal Sudirman.....	63
Gambar 23. Tekanan Udara Jalan Jenderal Sudirman	64
Gambar 24. Kelimpahan Mikroplastik Titik 1 Jalan Jenderal Sudirman.....	66
Gambar 25. Persentase Jenis Mikroplastik Titik 1 Jalan Jenderal Sudirman	67
Gambar 26. Komposisi Jenis Mikroplastik Titik 1 Jalan Jenderal Sudirman	69
Gambar 27. Mikroplastik bentuk Fragmen di Titik 1	70
Gambar 28. Mikroplastik berbentuk Fiber di Titik 1.....	71
Gambar 29. Mikroplastik bentuk Film di Titik 1.....	71
Gambar 30. Warna Mikroplastik Titik 1 Jalan Jenderal Sudirman.....	73
Gambar 31. Ukuran Mikroplastik Titik 1 Jalan Jenderal Sudirman	75
Gambar 32. Kelimpahan Mikroplastik Titik 2 Jalan Jenderal Sudirman.....	77
Gambar 33. Persentase Jenis Mikroplastik Titik 2 Jalan Jenderal Sudirman	78
Gambar 34. Rekapitulasi Jenis Mikroplastik Titik 2 Jalan Jenderal Sudirman ...	80
Gambar 35. Mikroplastik bentuk Fragmen di Titik 2	81
Gambar 36. Mikroplastik berbentuk Fiber di Titik 2 (1,085) (0,928).....	82
Gambar 37. Mikroplastik bentuk Film di Titik 2.....	82
Gambar 38. Warna Mikroplastik Titik 2 Jalan Jenderal Sudirman.....	84
Gambar 39. Ukuran Mikroplastik Titik 2 Jalan Jenderal Sudirman	86
Gambar 40. Grafik P-Plot Data Volume Kendaraan dan Jumlah Mikroplastik....	99
Gambar 41. Grafik P-Plot Data Kecepatan Kendaraan dan Jumlah Mikroplastik	100
Gambar 42. Grafik P-Plot Data Kecepatan Angin dan Jumlah Mikroplastik	102
Gambar 43. Grafik P-Plot Data Temperatur Udara dan Jumlah Mikroplastik ...	103



Gambar 44. Grafik P-Plot Data Kelembaban Udara dan Jumlah Mikroplastik..	105
Gambar 45. Grafik P-Plot Data Tekanan Udara dan Jumlah Mikroplastik	107



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Bentuk Mikroplastik	11
Tabel 2. Skala Beaufort.....	18
Tabel 3. Titik Leleh Plastik.....	24
Tabel 4. Interpretasi Koefisien Korelasi	28
Tabel 5. Jadwal Pengambilan Data	31
Tabel 6. Rekapitulasi Kategorisasi Kecepatan Angin Berdasarkan Skala Beaufort.....	56
Tabel 7. Komposisi Mikroplastik Berdasarkan Jenis Di Titik 1 Jalan Jenderal Sudirman	67
Tabel 8. Komposisi Mikroplastik Berdasarkan Warna Di Titik 1 Jalan Jenderal Sudirman	72
Tabel 9. Komposisi Mikroplastik Berdasarkan Ukuran Di Titik 1 Jalan Jenderal Sudirman	74
Tabel 10. Komposisi Mikroplastik Berdasarkan Jenis Di Titik 2 Jalan Jenderal Sudirman	79
Tabel 11. Komposisi Mikroplastik Berdasarkan Warna Di Titik 2 Jalan Jenderal Sudirman.....	83
Tabel 12. Komposisi Mikroplastik Berdasarkan Ukuran Di Titik 2 Jalan Jenderal Sudirman.....	85
Tabel 13. Rekapitulasi Karakteristik Mikroplastik dalam Endapan Debu Jalan	87
Tabel 14. Rekapitulasi Hasil Analisis Perbedaan Jumlah Mikroplastik antar Titik.....	96
Tabel 15. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas dan Analisis Regresi	98



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian	115
Lampiran 2. <i>Hot Needle Test</i>	121
Lampiran 3. Warna Mikroplastik	124
Lampiran 4. Uji Perbedaan Jumlah Mikroplastik	126
Lampiran 5. Uji Volume Kendaraan terhadap Jumlah Mikroplastik	127
Lampiran 6. Uji Kecepatan Kendaraan terhadap Jumlah Mikroplastik	129
Lampiran 7. Uji Kecepatan Angin terhadap Jumlah Mikroplastik	131
Lampiran 8. Uji Temperatur Udara terhadap Jumlah Mikroplastik	133
Lampiran 9. Uji Kelembaban Udara terhadap Jumlah Mikroplastik	135
Lampiran 10. Uji Tekanan Udara terhadap Jumlah Mikroplastik	137
Lampiran 11. Rekapitulasi Data Meteorologi	139



KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas berkat Rahmat serta ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Identifikasi Mikroplastik Pada Endapan Debu Jalan (*Deposited Road Dust*) Di Jalan Jenderal Sudirman”. Tidak pula teruca[shalawat dan salam untuk junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sebaik-baiknya suri tauladan di muka bumi. Sebab melalui baginda Nabi tersampainya ajaran Islam dengan sempurna, sehingga memberikan manusia petunjuk menuju jalan yang benar.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak akan berhasil dengan baik tanpa adanya bimbingan, sumbangan pemikiran, dan motivasi dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini saya mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Andi Amin, S.P., M.P., dan Mama Sitti Sundari H, S.Pd., yang tidak pernah berhenti memberikan doa, dukungan motivasi sekaligus memenuhi segala hal yang penulis butuhkan hingga saat ini. Serta merupakan salah satu alasan penulis mampu menempuh Pendidikan hingga tingkat perguruan tinggi. Beserta kedua kakak saya, Andi Siti Nuraisyah Amin, S.E., M.Ak., dan Andi Faturrahman Amin Nurung, S.P., yang telah menjadi penyemangat bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM. Selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.



Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., IPU., selaku Dosen pembimbing I dan Ibu Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng., selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, dukungan, motivasi

kepada penulis serta telah meluangkan waktu di tengah-tengah kesibukannya untuk penulis selama melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir. Dan juga dukungan dan pengetahuan yang diberikan di luar hal akademik dan memperkaya khazanah penulis mengenai banyak hal.

6. Ibu Zarah Arwieny Hanami, S.T., M.T., sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam perbaikan tugas akhir saya. Serta dukungan-dukungan dan ilmu/pengetahuan lainnya yang diberikan kepada penulis di luar hal akademik saat mengikuti MSIB maupun apresiasi yang diberikan melalui kolom komentar CarbonAddons yang sangat berarti bagi penulis.
7. Seluruh dosen dan staf Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Terkhusus kepada staf S1 Teknik Lingkungan yakni Ibu Sumi, Kak Olan, dan Kak Tami.
8. Nurhaedah Azzahrah, rekan penelitian mikroplastik penulis yang telah senantiasa meluangkan waktunya untuk berbagi pengetahuan kepada penulis, mengulurkan tangan ketika penulis membutuhkan bantuan, dan juga telah menyemangati penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Untuk Dhea Izumi Z, *who has always been one text away* dan selalu ada dan mengulurkan tangannya untuk membantu penulis.
10. Untuk Shanien dan Hajra yang senantiasa membantu penulis tanpa pamrih dan selalu ada serta menjadi tempat bertukar cerita dalam berbagai hal, serta menjadi sumber tawa bagi penulis selama 4 tahun.
11. Untuk Inzar, Afni, Eda, Danti, Shanin, dan Dhea yang sudah membantu penulis untuk mengambil data dalam satu hari yang cukup panjang. Terima kasih. Terima kasih. Terima kasih.
12. Untuk Khadijah, Diva, Waode, Elsa, dan Maya yang juga senantiasa membersamai penulis sedari MTs dan menjadi sumber tawa sampai sekarang.
13. Untuk Ikhtiar Gympasca Rosali, yang telah menjadi penjembaran penulis dengan beragam literatur khususnya literatur terbaru yang tidak dapat diakses



alui website pencari jurnal andalan penulis terkecuali melalui akun institusi kampus Ganesha, di tengah kesibukan pengambilan data tugas akhir di pulau seberang. Terima kasih. *One knows how important literature is.*

14. Untuk Kak Tita Aulia Sulistia, S.P., yang memberikan semangat dan kemudahan bagi penulis untuk tetap menyelesaikan Tugas Akhir di tengah aktivitas magang.
15. Teman-teman Departemen Teknik Lingkungan Angkatan 2019 yang telah berbagi suka duka selama 4 tahun perkuliahan.
16. Teman-teman PORTLAND 2020 untuk kerja sama dan kebersamaannya.
17. Beserta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah mendukung dan membantu serta menyemangati dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT membalaskan kebaikan dan keberkahan kepada pihak-pihak yang penulis sebutkan. Penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sebagai insan akademis penulis menerima segala sumbangan pemikiran berupa kritikan maupun saran yang membangun dan konstruktif. Namun besar harapan penulis agar tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca, dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Gowa, 5 September 2023

Penulis



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik menjadi salah satu material yang umum ditemui dalam keseharian manusia. Penggunaan plastik dapat ditemukan di berbagai industri seperti pada industri elektronik, transportasi, konstruksi, kesehatan, dan kemasan makanan. Karakteristik plastik yang ringan, kuat, mudah dibentuk, dan biaya produksi yang rendah menjadikan plastik sebagai material yang dipilih oleh produsen untuk meningkatkan hasil produksi dan keuntungan dari segi ekonomi (Andrady & Neal, 2009). Hal ini menjadikan produksi plastik yang meningkat secara signifikan dari 1,5 juta metrik ton di tahun 1950 hingga 367 juta metrik ton di tahun 2020 (Plastics Europe, 2021) dan diprediksi hingga 800 juta metrik ton di tahun 2050 (Stubbins dkk., 2021). Peningkatan produksi dan konsumsi plastik telah berdampak pada meningkatnya perhatian global akan polutan baru yakni mikroplastik.

Mikroplastik merupakan partikel plastik dengan ukuran 5 mm hingga 100 nm (GESAMP, 2019). Berdasarkan sumbernya, mikroplastik diklasifikasikan menjadi mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer merupakan mikroplastik yang terbentuk karena tujuan produksi dari plastik tersebut dengan ukuran mikroskopis. Sedangkan, mikroplastik sekunder merupakan sumber plastik yang masih berukuran makro yang dapat berubah menjadi mikroplastik dikarenakan hasil degradasi dan fragmentasi menjadi potongan-potongan kecil (GESAMP, 2019). Berdasarkan bentuknya, mikroplastik diklasifikasikan menjadi fragmen, busa, film, serat, dan pelet (GESAMP, 2019).

Sumber polusi mikroplastik diklasifikasikan sebagai titik (mis. limbah dari pabrik dan instalasi pengolahan limbah) dan non-titik (mis. limpasan dari tempat parkir, jalan, peternakan, dll); mayoritas mikroplastik dihasilkan oleh sumber non-titik (Boucher & Friot, 2017). Sementara sumber polusi titik dapat dikontrol untuk sumber emisinya, sumber polusi non-titik sulit dikelola dan mengalir ke lingkungan perairan seperti angin, air hujan, limpasan jalan, pembuangan salju, dan limbah h kelola (Su dkk., 2020).

di yang telah ada menunjukkan keberadaan mikroplastik dimana-mana, di air tawar (Eriksen dkk., 2013; Peng dkk., 2020), es di laut (Obbard dkk.,



2014), Sedimen (Yuan dkk., 2019), tanah (Zhou dkk., 2019). Mayoritas penelitian terkait mikroplastik berfokus pada lingkup perairan, namun penelitian terkait mikroplastik pada kompartemen lingkungan lainnya juga sedang berkembang menjadi fokus penelitian terkait mikroplastik. Salah satunya pada lingkup atmosferik, dimana atmosfer dipandang sebagai jalur yang membawa berbagai material tersuspensi baik secara regional maupun secara global (Camarero dkk., 2017).

Mikroplastik di lingkungan dapat dijumpai dalam berbagai bentuk dan ukuran. Bentuk mikroplastik bergantung pada bentuk dari mikroplastik primer, degradasi dan proses erosi permukaan partikel plastik, dan waktu tinggal di lingkungan (Hidalgo-Ruz dkk., 2012). Berbagai bentuk mikroplastik telah terdeteksi pada penelitian-penelitian sebelumnya. Di Dongguan, Shanghai, Yantai, dan Paris (pusat kota), serat/*fiber* merupakan bentuk yang dominan ditemukan (>60%) (Cai dkk., 2017; Liu dkk., 2019; Zhou dkk., 2019). Di Iran, serat/*fiber* (33,5%) dan granula (65,9%) merupakan bentuk yang paling banyak ditemukan pada endapan debu jalan (Abbasi dkk., 2019; Dehghani dkk., 2017). Sedangkan, untuk ukuran mikroplastik sangat beragam dan masih belum ditemukan kesimpulan dikarenakan adanya perbedaan pada ukuran partikel yang ditargetkan. Karakteristik mikroplastik yang ditemukan bergantung pada asal dan *pathway*-nya (Helm, 2017).

Mikroplastik berdampak pada sistem pernafasan manusia. Ketika dihirup, mikroplastik akan memasuki dan tersimpan di sistem pernafasan bagian atas dan paru-paru. Fenomena ini menyebabkan peradangan dan penyumbatan pada organ pernafasan (Gasperi dkk., 2018). Keberadaan mikroplastik di udara sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, utamanya pada jalan raya yang menjadi sumber aktivitas transportasi masyarakat di kawasan perkotaan (Syafei dkk., 2019).

Diantara berbagai sumber mikroplastik yang memasuki lingkungan perairan, sektor transportasi jalan merupakan salah satu kontributor utama. Mikroplastik yang berasal dari keausan ban kendaraan, polimer yang digunakan untuk memperkuat aspal yang digunakan pada perkerasan jalan, dan termoplastik

yang digunakan dalam cat marka jalan terakumulasi dalam debu jalan (Liu dkk., 2017), memasuki sistem air melalui limpasan air hujan dan ke lingkungan perairan.



Debu jalan dipandang sebagai kontributor utama mikroplastik yang memasuki lingkungan. Debu jalan sebagai sumber polutan non-titik yang paling signifikan dari mikroplastik terutama berasal dari ban, bitumen, dan cat marka jalan (Vogelsang dkk., 2019). Mikroplastik debu jalan dapat berpindah melalui lingkungan melalui limpasan air badai ke ekosistem perairan dan juga dapat melalui udara dengan pergerakan lalu lintas kendaraan. Oleh karena itu, kekhawatiran akan mikroplastik dalam debu jalan dapat masuk ke tubuh manusia melalui konsumsi yang menimbulkan risiko khusus bagi populasi yang rentan termasuk anak-anak dan pekerja konstruksi dengan kontak tangan ke mulut yang sering dan melalui pernafasan (Abbasi dkk., 2019; Dehghani dkk., 2017).

Penelitian sebelumnya tentang debu jalan dari berbagai negara seperti Iran (Abbasi dkk., 2019), India (Patchaiyappan dkk., 2021), Jepang-Vietnam-Nepal (Yukioka dkk., 2020) telah mempelajari mikroplastik yang terkandung dalam debu jalan. Studi-studi sebelumnya melaporkan status kontaminasi berdasarkan kuantifikasi partikel (partikel per berat atau area). Selain itu, penelitian mikroplastik pada endapan debu jalan yang dilakukan di Korea Selatan (Kang dkk., 2022), mempelajari kaitan antara kelimpahan mikroplastik dengan periode kering, dan didapatkan hasil partikel hitam yang merupakan bitumen dan partikel ban mendominasi akumulasi mikroplastik yang ditemukan. Dari akumulasi mikroplastik pada permukaan jalan diperkirakan dipengaruhi oleh periode pengeringan, curah hujan, volume lalu lintas, suhu, dan angin (Kang dkk., 2022).

Penelitian sebelumnya di Kota Makassar (Safaat, 2021), melaporkan terdapat mikroplastik di dalam partikulat debu tersuspensi / *total suspended particulate* (TSP) pada 6 ruas Jalan Arteri Divided di Kota Makassar dan didapatkan konsentrasi mikroplastik tertinggi berada di Jalan Urip Sumoharjo dengan banyaknya kandungan mikroplastik yakni sebanyak 149 partikel dan kelimpahan mikroplastik sebanyak 1,69 partikel/m³. Penelitian lainnya (Qusyaeri, 2021) juga melaporkan terdapat mikroplastik di dalam TSP dengan konsentrasi mikroplastik tertinggi pada ruas Jalan Arteri Undivided di Makassar yakni pada Jalan Jenderal

1 dengan *range* konsentrasi mikroplastik yakni 1,42-4,85 partikel/m³.

di ilmiah yang tersedia tentang keberadaan mikroplastik dalam debu jalan tergolong sedikit. Khususnya di Indonesia, bukti ilmiah yang mendukung



sejauh mana mikroplastik terlepas dari debu jalanan sangat kurang jika dibandingkan dengan penelitian keberadaan mikroplastik pada TSP. Oleh karena itu, berdasarkan hasil penelitian Safaat, 2021 dan Qusyaeri, 2021, dengan mengambil *range* konsentrasi mikroplastik tertinggi di Jalan Arteri di Kota Makassar, maka dilakukan penelitian terkait keberadaan mikroplastik pada endapan debu jalan di ruas Jalan Arteri di Makassar, yakni di Jalan Jenderal Sudirman.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keberadaan mikroplastik dari endapan debu jalan yang berasal dari aktivitas transportasi di jalan raya. Melihat dari kondisi tersebut, maka peneliti mengadakan penelitian sebagai Tugas Akhir dengan judul, “Identifikasi Mikroplastik Pada Endapan Debu Jalan (*Deposited Road Dust*) di Jalan Jenderal Sudirman”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

- 1) Apakah terdapat mikroplastik di endapan debu jalan di Jalan Jenderal Sudirman?
- 2) Bagaimana karakteristik fisik mikroplastik dalam endapan debu jalan di Jalan Jenderal Sudirman?
- 3) Bagaimana hubungan antara volume kendaraan, kecepatan kendaraan, dan kondisi meteorologi dengan jumlah mikroplastik dalam endapan debu jalan di Jalan Jenderal Sudirman?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi kelimpahan mikroplastik dalam endapan debu jalan di Jalan Jenderal Sudirman.
- 2) Mengetahui karakteristik fisik mikroplastik dalam endapan debu jalan di Jalan Jenderal Sudirman.
- 3) Menganalisis hubungan antara volume kendaraan, kecepatan kendaraan, dan kondisi meteorologi dengan jumlah mikroplastik dalam endapan debu jalan di



Jalan Arteri Kota Makassar.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Bagi Penulis

Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

2) Bagi Universitas

Memberi kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan dapat dijadikan sebagai referensi bagi generasi selanjutnya, khususnya tentang Kualitas Udara atau sejenisnya dalam pengerjaan tugas, penelitian lebih lanjut, pembuatan laporan, atau dalam penyusunan tugas akhir.

3) Bagi Masyarakat

Memberi pengetahuan masyarakat tentang mikroplastik terkhusus tentang keberadaannya di endapan debu jalan di Kota Makassar.

1.5 Ruang Lingkup

Pembatasan penelitian yang akan dilakukan yakni:

- 1) Identifikasi karakteristik mikroplastik meliputi keberadaan mikroplastik udara dan berfokus pada kelimpahan, jenis, warna dan ukuran menggunakan mikroskop digital.
- 2) Pengukuran karakteristik jalan yang dilakukan berupa volume kendaraan dan kecepatan kendaraan.
- 3) Pengukuran kondisi meteorologi yang dilakukan berupa temperatur, tekanan udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan arah angin.
- 4) Menganalisis hubungan antara karakteristik jalan dan kondisi meteorologi dengan kelimpahan mikroplastik.
- 5) Untuk wilayah analisis dilakukan di Jalan Jenderal Sudirman, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.



Struktur Penulisan

Laporan tugas akhir ini terdiri atas beberapa bab dengan masing-masing

pembahasan tersendiri. Sistematika penulisan yang digunakan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I berisi tentang pendahuluan dan apa yang melatarbelakangi penelitian, rumusan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II berisi tentang teori terkait penelitian, referensi-referensi yang digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian, peraturan atau ketentuan yang berlaku untuk Menyusun kerangka/konsep yang digunakan dalam penelitian, metode dan prosedur yang digunakan dalam penelitian, pengolahan data, dan perhitungan yang akan digunakan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab III berisi tentang metodologi penelitian yang berisi waktu penelitian, lokasi penelitian, alat dan bahan penelitian, langkah-langkah dalam pengumpulan data dan prosedur analisis data yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV berisi tentang hasil pengukuran, pengolahan data, dan pembahasan mengenai analisis data dari hasil pengukuran yang dilakukan sesuai dengan metode penelitian yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya.

BAB V KESIMPULAN

Bab V berisi tentang penutup dari laporan tugas akhir yang memuat penyajian singkat dari hasil dan analisis data yang didapatkan serta saran terkait penelitian yang telah dilakukan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Udara ambien merupakan udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfer yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup, dan unsur lingkungan hidup lainnya (PP Nomor 22 Tahun 2021).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lainnya ke dalam Udara Ambien oleh kegiatan manusia sehingga melampaui Baku Mutu Udara Ambien yang telah ditetapkan. Pencemaran udara didefinisikan sebagai masuknya zat berbahaya oleh manusia, baik secara langsung atau tidak langsung ke atmosfer dan ruang tertutup yang menimbulkan risiko bagi Kesehatan dan ekosistem (Ortega-Olvera, dkk, 2020).

Pencemaran udara selalu terdiri dari berbagai macam polutan, gas dan partikulat (Hanns, 2010). Setelah dilepaskan ke atmosfer, polutan udara mengalami reaksi kimia mengakibatkan variasi yang luas dalam konsentrasi polutan dengan waktu dan lokasi serta paparan terhadap populasi.

Pencemaran udara yang bersumber dari gas yakni (EPA, 2023):

1. Sulfur Dioksida (SO_2)

SO_2 merupakan gas yang umumnya berasal dari pembakaran bahan bakar fosil pada tenaga pembangkit listrik dan fasilitas industri lainnya.

2. Nitrogen Oksida (NO_x)

NO_x merupakan gas yang sangat reaktif dan beracun berwarna kecoklatan. Polusi NO_x bersumber dari mobil, truk dan berbagai kendaraan yang tidak berada di jalan (peralatan konstruksi, perahu, dll) dan juga bersumber dari rebin, pembangkit listrik, industri semen, boiler industri.

arbon Monoksida (CO)

O merupakan gas yang tidak berbau dan tidak berwarna yang berbahaya



apabila dihirup dalam jumlah yang banyak. CO diemisikan ketika sesuatu dibakar/terbakar. Sumber CO terbesar pada udara luar ruangan yakni mobil, truk, dan kendaraan lainnya atau mesin yang menggunakan bahan bakar fosil.

4. Ozon (O_3)

Ozon dapat dikategorikan menjadi “baik” atau “buruk” bagi kesehatan dan lingkungan bergantung pada dimana ozon berada di atmosfer. Ozon stratosferik dapat dikategorikan menjadi “baik” bagi kesehatan dan lingkungan dikarenakan ozon ini melindungi kehidupan dari radiasi ultraviolet yang bersumber dari matahari. Sedangkan ozon permukaan dapat dikategorikan menjadi “buruk” bagi kesehatan dan lingkungan karena dapat menyebabkan berbagai macam masalah kesehatan.

Ozon permukaan terbentuk dari reaksi antara Nitrogen Oksida (NO_x) dan senyawa organik volatil. Hal ini terjadi ketika polutan diemisikan oleh mobil, pembangkit listrik, boiler industri, kilang minyak, pabrik kimia, dan sumber lainnya yang bereaksi secara kimia pada saat adanya sinar matahari.

Pencemaran udara yang berasal dari partikulat yakni:

1. *Total Suspended Particulate* (TSP)

TSP merupakan partikel yang dapat dihirup dengan diameter kurang dari 100 mikrometer seperti udara, debu, asap, dan uap (Rochimawati, 2014). TSP dapat berasal dari beberapa sumber termasuk pembangkit tenaga listrik, kendaraan, dan aktivitas konstruksi (EPA, 2023).

2. PM_{10}

PM_{10} merupakan partikel yang dapat dihirup dengan diameter 10 mikrometer atau lebih kecil. PM_{10} dapat berasal dari debu jalan maupun debu vulkanik. Sumber alami berasal dari gunung vulkanik (debu), gletser (lumpur), jalan tidak teraspal dan tanah kosong (debu yang dibawa angin), dan hutan serta kebakaran hutan. Sumber alami ini berkontribusi pada partikel kasar dan halus di udara ambien. Sumber antropogenik berasal dari proses industri, dan pertambangan (EPA, 2023; DEC Alaska, 2023);



3. PM_{2.5}

PM_{2.5} merupakan partikel halus yang dapat dihirup dengan diameter 2,5 mikrometer atau lebih kecil. Partikel ini berasal dari proses pembakaran seperti emisi industri, kendaraan bermotor, asap kayu dari kebakaran hutan, dan proses kimia yang mengemisikan gas yang mengandung sulfur dioksida dan senyawa organik volatil. Partikel ini dapat terbentuk ketika gas-gas polutan bereaksi di atmosfer. Partikel ini dapat mengandung substansi yang bersifat karsinogenik (EPA, 2023; DEC Alaska, 2023);

4. Timbal (Pb)

Timbal adalah unsur alami yang ditemukan dalam jumlah kecil di kerak bumi. Meskipun memiliki beberapa kegunaan yang bermanfaat, dapat menjadi racun bagi manusia dan hewan, yang dapat menyebabkan efek kesehatan. Pb berasal dari aktivitas manusia termasuk penggunaan bahan bakar fosil termasuk penggunaan bensin bertimbal di masa lalu, beberapa jenis fasilitas industri, dan penggunaan cat berbasis timbal di masa lalu di rumah (EPA, 2023; DEC Alaska, 2023).

2.2 Mikroplastik

1. Definisi Mikroplastik

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang ukurannya lebih kecil dari 5 mm (Arthur, Baker, & Bamford, 2009). GESAMP juga mendefinisikan mikroplastik sebagai partikel plastik yang berukuran lebih kecil dari 5 mm (GESAMP, 2019).

2. Sumber Mikroplastik

Mikroplastik dapat dikategorikan sebagai sumber primer dan sekunder. GESAMP mendefinisikan sebagai berikut (GESAMP, 2019)

- a) Mikroplastik primer adalah plastik mikro yang sengaja diproduksi untuk menjalankan fungsi tertentu (misalnya partikel abrasif, bubuk untuk injeksi molding, pellet resin untuk transportasi massal polimer antara lokasi manufaktur)
- b) Mikroplastik sekunder merupakan plastik mikro yang merupakan hasil dari



fragmentasi objek yang lebih besar, baik selama penggunaan dan saat kehilangan di lingkungan (misalnya tekstil dan serat tali, pelapukan dan fragmentasi objek yang lebih besar, keausan ban kendaraan, dan serpihan cat)

3. Karakteristik Fisik Mikroplastik

Karakteristik fisik mikroplastik umumnya terdiri dari ukuran, bentuk, warna, densitas, dan kristalinitas dari mikroplastik, yang biasanya diukur dengan menggunakan mikroskop. Karakteristik ini memiliki pengaruh signifikan dalam perilaku mikroplastik di lingkungan dan dampak buruknya terhadap organisme (Wright, Thompson, & Galloway, 2013)

a) Ukuran

GESAMP merekomendasikan diameter < 5 mm sebagai ‘definisi umum’ pada batas atas ukuran mikroplastik untuk tujuan pemantauan (GESAMP, 2019). Ukuran mikroplastik menjadi salah satu indikator dasar dalam studi mengenai mikroplastik. Karakteristik dari distribusi ukuran mikroplastik di setiap studi bergantung kepada metode sampling dan metode separasi. Selain itu, karakteristik ini (ukuran mikroplastik) juga dipengaruhi oleh ukuran pori dari membrane filter (Cai, Chen, & Chen, 2020). Ukuran memiliki pengaruh pada akurasi perhitungan mikroplastik. Semakin kecil ukurannya, maka kesalahan dalam perhitungan semakin besar, dan semakin besar ukurannya, maka semakin kecil kesalahan dalam perhitungan (Lenz, Enders, Stedmon, & al, 2015).

b) Bentuk

Bentuk mikroplastik merupakan prototipe dari material polimer yang ada berdasarkan tujuan dari manufaktur dalam memproduksi plastic dengan beberapa karakteristik seperti tingkat kekasaran, daya taha, fleksibilitas, dan resistensi (Espí, Salmerón, Fontecha, García, & Real, 2006). Mikroplastik hadir dalam berbagai jenis bentuk di lingkungan, termasuk film, busa, gmen, spons, biji, serat, serpihan, dan pellet. Bentuk mikroplastik sangat nting karena hal ini menyediakan informasi dan dasar untuk penelusuran ijutan. Pengaruh mikroplastik dalam adsorpsi, desorpsi, dan efek ekologis



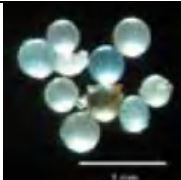
memiliki hubungan pada perbedaan bentuk. Sampel dengan sudut yang tajam mengindikasikan intrusi yang baru saja terjadi di lingkungan, sedangkan sudut yang halus mengindikasikan waktu tinggal yang lama karena berbagai macam pengaruh lingkungan yang membentuk sudut yang relatif halus. Saat ini, pellet, film tipis, fragmen, busa, dan serat merupakan jenis mikroplastik paling dominan ditemukan di lingkungan (Müller, Becker, Dorgerloh, & al, 2018)

Adapun klasifikasi mikroplastik berdasarkan bentuknya dapat dilihat pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Klasifikasi Bentuk Mikroplastik

Deskripsi Bentuk	Alternatif Istilah yang Digunakan	Karakteristik	Contoh
Fragmen	Granula, Serpihan	Partikel keras berbentuk tidak beraturan yang tampak berupa pecahan dari objek yang lebih besar	
Busa	<i>Exopolymeric substances</i> (EPS), <i>Polyurethane</i> (PUR)	Partikel yang berbentuk hamper bulat atau granular, yang mudah berubah bentuk di bawah tekanan dan Sebagian bersifat elastis, tergantung pada kondisi pelapukan	
Film	Lembaran plastik	Partikel datar dan fleksibel dengan tepi halus dan sudut	
	Filamen, Microfiber, helaian, benang	Bahan berserat panjang yang memiliki panjang yang jauh lebih	



Deskripsi Bentuk	Alternatif Istilah yang Digunakan	Karakteristik	Contoh
		panjang dari lebarnya	
Pelet	Manik resin	Partikel keras dengan bentuk bulat, granula, atau halus	

Sumber: GESAMP, 2019

c) Warna

Warna dari mikroplastik dapat digunakan sebagai alat untuk menentukan sumber asal potensial dari mikroplastik. Mikroplastik umumnya ditemukan dalam beragam warna, seperti pink, transparan, merah, kuning, biru, hijau, hitam, cokelat, abu-abu, ungu dan putih. Dalam media lingkungan, sampel berwarna lebih mudah untuk diambil, dibandingkan dengan sampel yang kurang berwarna. Warna juga dapat menentukan waktu tinggal dan derajat degradasi dari mikroplastik. Perbedaan derajat dari pemaparan merepresentasikan waktu paparan sampel di lingkungan (Andrady, Pegram, & Song, 1993) (Turner & Holmes, 2011). Kemungkinan terjadinya oksidasi dan derajat pelapukan meningkat dengan perpanjangan waktu pemaparan (Frias, Sobral, & Ferreira, 2010)

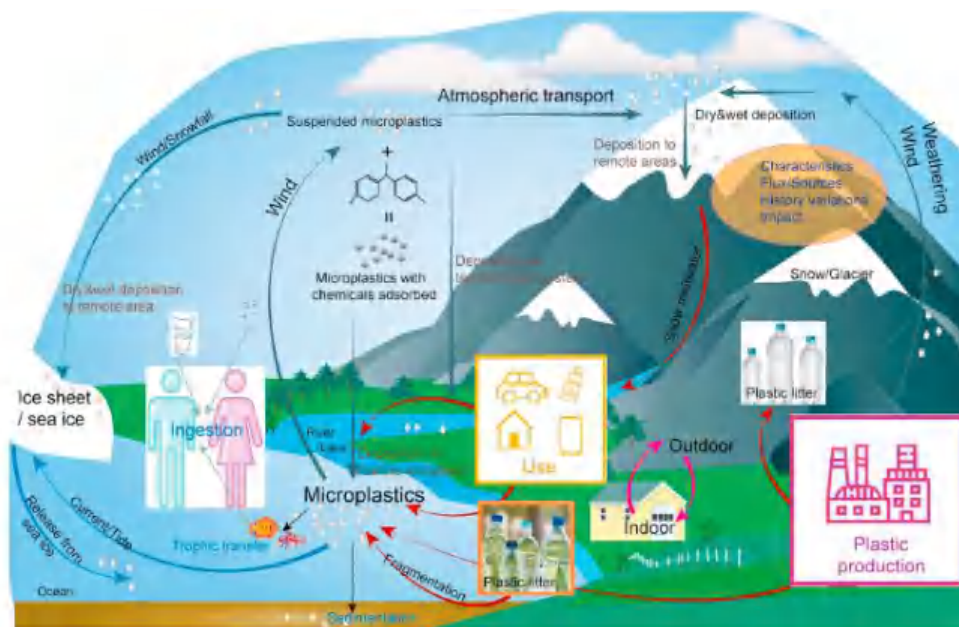
4. Mikroplastik di Udara

Polusi mikroplastik banyak ditemukan di laut, air tawar, daratan, dan di atmosfer (Allen, dkk, 2019; Bergmann, dkk, 2019; Horton & Dixon, 2018). Lingkungan ini saling berkaitan, dengan beragam jaringan sumber-jalur yang saling berhubungan sehingga mempengaruhi fluks dan retensi mikroplastik diantara matriks lingkungan tersebut. Beberapa tahun terakhir, transportasi dari mikroplastik di atmosfer dipertimbangkan sebagai faktor penting dan dapat menyebabkan pengendapan mikroplastik di tanah atau lingkungan perairan (Allen, dkk, 2019; Bergmann, dkk, 2019; Zhang, dkk, 2019).



Penelitian terbaru menunjukkan transportasi atmosferik mikroplastik yang mencapai pada area terpencil yang dimana tidak terdapat sumber plastik (Allen, dkk, 2019). Selain itu, mikroplastik juga telah ditemukan berada di

pegunungan Alpen dan gletser Tibet (Ambrosini, dkk, 2019; Zhang, dkk, 2019). Mikroplastik ditransportasikan oleh angin hingga ke dataran tinggi dapat menjadi penyebab keberadaan mikroplastik di deposisi gletser (**Gambar 1**). Mikroplastik di salju dan hujan dapat menjadi jalan penting lainnya bagi mikroplastik hingga berakhir di permukaan laut dan lingkungan Arktik (Bergmann, dkk, 2019).

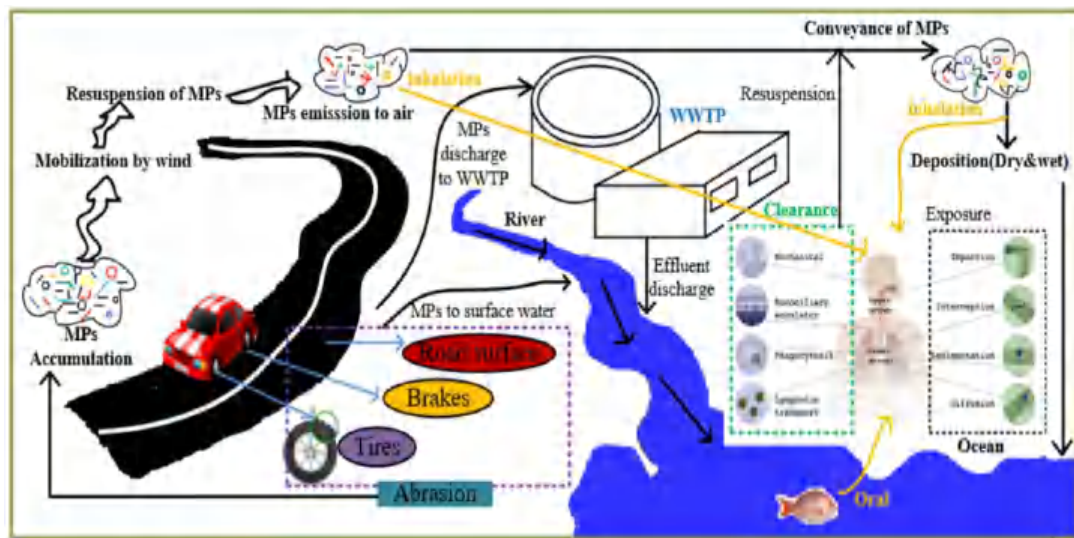


Gambar 1. Model konseptual mikroplastik atmosferik di lingkungan

Sumber: Zhang dkk., 2020

Distribusi sumber mikroplastik di udara secara luas meningkatkan paparan lingkungan terhadap polutan ini. Sumber umum untuk mikroplastik primer yakni resuspensi debu kota, abrasi ban karet sintetis, dan jalan (Gambar 2). Sumber lainnya dapat berasal dari material konstruksi, tempat pembuangan sampah akhir yang tidak memiliki manajemen yang baik, dan buangan insinerasi, fragmen dari pakaian dan furnitur rumah, emisi industri (Gambar 2), lumpur limbah, partikel sintetis yang digunakan di tanah hortikultura, knalpot mesin pengering, kaan luar jok mobil, pakaian usang, dan proses daur ulang plastik (Bergmann, dkk, 2022).





Gambar 2. Pertukaran udara-air dari lalu lintas abrasif mikroplastik dan paparan manusia

Sumber: Munyaneza dkk., 2022

Terdapat hubungan gesekan yang dihasilkan oleh kontak antara cakram rem dan pad serta permukaan jalan dan ban ketika mengendarakan sebuah kendaraan, yang memproduksi panas dan menyebabkan ban tergeser. Gabungan dari proses ini berakhir dengan menghasilkan keausan, dan fragmen partikel yang akan dilepaskan ke lingkungan. Sebuah studi oleh Sommer dkk (2018) yang bertujuan untuk mengkarakterisasikan partikel udara yang berukuran $> 10 \mu\text{m}$, telah mengungkapkan distribusi partikel yang dihasilkan oleh lalu lintas dan dengan penekanan pada sumbernya. Faktor-faktor seperti struktur dan komposisi ban, umur, kecepatan kendaraan, iklim, mode dan sifat kontak serta permukaan jalan (perkerasan), mampu mendefinisikan ukuran dan jumlah mikroplastik yang berkaitan dengan lalu lintas (Munyaneza, dkk., 2022).

5. Mikroplastik di Endapan Debu Jalan

Mikroplastik yang terdeposit dan dapat terbawa melalui udara merupakan kontaminan yang memiliki potensi mencemari lingkungan secara signifikan di ngan perkotaan dan industri yang saat ini memiliki perhatian kecil. plastik pada endapan debu jalan sangat berbahaya bagi manusia, dimana plastik yang bersifat ringan dapat tersuspensi kembali melalui angin dan



aktivitas kendaraan dan berdampak pada muatan atmosfer partikulat (Ho dkk., 2003), selain itu ketika polutan terakumulasi di jalan, maka terdapat kemungkinan polutan terbawa melalui limpasan jalan saat terjadi hujan. Limpasan jalan di area perkotaan dapat dibuang ke sistem saluran pembuangan gabungan dan berakhir di instalasi pembuangan air limbah domestik atau lingkungan akuatik (Vogelsang dkk, 2019).

Mikroplastik pada endapan debu jalan pertama kali diteliti di Iran (Dehghani, 2017) dengan konsentrasi mikroplastik maksimum yakni 605 ± 10 partikel/30 gr debu kering yang didominasi oleh granula dan fiber. Penelitian saat ini menunjukkan bahwa debu jalan di daerah industri dan perkotaan di pesisir Iran mengandung rata-rata sekitar 900 mikroplastik per 15 gr sampel. Mikroplastik yang ditemukan didominasi oleh fiber dengan konsentrasi hingga 1 m^{-3} dan berwarna putih transparan (Abbasi, 2018).

Penelitian yang dilakukan di wilayah sub-urban Melbourne dengan titik pertama melihat dari keausan umum ban kendaraan adalah jalan yang dilaluinya dan melihat banyaknya kendaraan yang melaju terus menerus setiap hari dan malam, kemungkinan teoritis untuk menemukan partikel aus ini debu jalan tinggi, yang tercermin jelas di kedua sampel. Sejumlah besar partikel aus ban terlihat jelas diidentifikasi dalam jumlah kecil ($\sim 50 - 100 \text{ g}$) dari sampel debu jalan dikumpulkan dari bentangan $\sim 100\text{m}$ dari satu sisi bagian jalan/tepi jalan dari dua pinggiran kota metropolitan Melbourne (Rajeev, 2020).

Mikroplastik pada endapan debu jalan di Norwegia didominasi oleh partikel ban, perkerasan jalan dimana bitumen termodifikasi digunakan, dan cat marka jalan (Vogelsang dkk, 2019). Di Korea, 72% mikroplastik yang ditemukan merupakan partikel hitam (partikel ban dan bitumen) dengan polimer yang ditemukan saat dianalisis yakni karbon hitam yang digunakan di ban dan poly(butadiene: styrene) yang digunakan di bitumen dan ban (Kang dkk, 2022).

Polimer yang ditemukan pada endapan debu jalan dikategorikan menjadi (a) berdasarkan sumbernya oleh Vogelsang, 2019:

arek pada ban

ersumber dari kendaraan penumpang, bus, dan kendaraan berat.



Komponen utama mikroplastik yang ditemukan dari kategori ini yakni Styrene butadiene rubber (SBR), polybutadiene rubber (PBR), dan Natural rubber (NR).

2. Polimer pada aspal jalan

Bersumber dari polimer yang digunakan untuk pengerasan jalan.

Komponen utama mikroplastik yang ditemukan dari kategori ini yakni Styrene butadiene styrene (SBS).

3. Termoplastik elastomer pada cat jalan

Bersumber dari termoplastik elastomer yang ada pada cat jalan. Adapun komponen utama mikroplastik yang ditemukan yakni Styrene isoprene styrene (SIS), ethylene vinyl asetat (EVA), polyamide (PA).

4. Partikel debu jalan

Partikel yang berada di debu jalan.

6. Dampak Mikroplastik bagi Manusia

Mikroplastik dapat tinggal lebih lama di paru-paru dan menyebabkan respons biologis berbahaya seperti inflamasi, dan hal ini dapat menjadi intens bagi individu yang memiliki mekanisme pembersihan yang buruk (Da Costa, 2018). Selain itu, mikroplastik dan bahan aditif umum mikroplastik (misalnya ftalat, pewarna, PFA, dan peliat), dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti karsinogenesis, toksisitas reproduksi dan mutagenisitas sedangkan, kontaminan yang bersifat menyerap terkait dengan genotoksitas (Wright and Kelly, 2017).

Penelitian pada Bis (2-ethylhexyl) phthalate dan Bisphenol A, telah menunjukkan bahwa, ftalat dan komponen lain dari mikroplastik dapat menyebabkan masalah kesehatan manusia seperti masa kehamilan yang lebih pendek, menurunkan berat lahir, memodifikasi ekspresi gen, dan gangguan endokrin (Nardelli dkk, 2015; Peretz dkk, 2014). Dalam sebuah karya yang

kan pada cairan paru ekstraseluler sintetik di mana serat plastik bertahan 180 hari, dipastikan bahwa, partikel-partikel ini dapat berkumpul dan lebih lama di dalamnya paru-paru manusia, yang dapat menyebabkan



kerusakan oksidatif kronis yang diinduksi oleh spesies oksigen reaktif (ROS)

Komponen plastik misalnya monomer, aditif, dan pewarna, sampai batas tertentu beracun (Prata, 2018). Monomer beracun seperti polivinil klorida (PVC), polikarbonat (PC), dan polistirena (PS), terkait dengan cacat kesehatan seperti kanker, toksisitas reproduksi, dan mutagenesis (Peng dkk, 2017). Selain itu, beberapa penelitian telah menentukan polutan itu seperti bifenil poliklorinasi (PCB), logam berat, dan aromatik polisiklik hidrokarbon (PAH), terakumulasi oleh/teradsorpsi pada mikroplastik, dan hal ini membuat masyarakat waspada karena polutan ini tersebar luas, dan merupakan karsinogen dan mutagen yang kuat (Han dan Currell, 2017; Reisser dkk, 2014).

2.3 Endapan Debu Jalan

Debu merupakan partikulat padat yang berukuran antara 1 mikron sampai dengan 100 mikron. Debu merupakan suatu sistem disperse (aerosol) dari partikulat padat yang dapat dihasilkan dari proses mekanis seperti *crushing* (penghancuran), *handling* (penghalusan), atau *grinding* (penggerindaan). Debu melayang di udara dan secara umum dibedakan menjadi dua yakni *deposit particulate matter* yaitu partikel debu yang berada sementara di udara, partikel ini segera mengendap akibat daya Tarik bumi, dan *suspended particulate matter* ini bisa disebut juga debu total (Widiastuti, 2018).

Adapun endapan debu jalan merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan partikel udara yang mengendap di area dan waktu tertentu di bawah pengaruh gravitasi. Pengertian endapan debu jalan lebih mengarah ke jenis debu Berdasarkan *deposit particulate matter* (Queensland Government, 2023).

2.4 Faktor Meteorologi

Ketika berada di lingkungan, polutan udara dapat menyebar melalui udara, air, tanah, organisme hidup dan makanan. Jalur dispersi bergantung pada sumber dan polutan yang bersangkutan. Tingkat dan pola penyebaran sangat bergantung pada kondisi lingkungan. Penyebaran polusi di udara dipengaruhi oleh faktor seperti (European Environment Agency, 2016):



1. Kondisi meteorologi (kecepatan angin, arah angin, dan stabilitas atmosfer)
2. Ketinggian emisi (sumber permukaan tanah seperti lalu lintas jalan atau sumber tingkat tinggi seperti cerobong asap tinggi)
3. Rona lanskap geografi local dan regional
4. Sumbernya (titik tetap, seperti cerobong asap, atau sejumlah sumber yang tersebar seperti pada mobil dan pelarut)

Berdasarkan Queensland Government (2017), terdapat beberapa factor yang mempengaruhi dispersi udara yang akhirnya mempengaruhi keadaan polutan di udara. Faktor-faktor tersebut, yakni:

1. Kecepatan dan Arah Angin

Ketika polutan dengan konsentrasi yang tinggi berada di stasiun pengukuran tingkat polusi udara, rekaman data dari kecepatan dan arah angin akan menentukan arah dan area dari emisi yang ada di udara. Dengan mengidentifikasi sumbernya, maka dapat dilakukan perencanaan untuk mengurangi dampak yang terjadi di udara ambien. Pada stasiun yang melakukan monitoring kecepatan dan arah angin, menggunakan alat yang disebut anemometer.

Kecepatan angin dibagi menjadi 12 kategori Berdasarkan Skala Beaufort yang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Skala Beaufort

Nomor Beaufort	Kekuatan Angin	Kecepatan Rata-Rata (km/h)
0	Tenang	<1
1	Sedikit tenang	1-5
2	Sedikit hembusan angin	6-11
3	Hembusan angin pelan	12-19
4	Hembusan angin sedang	20-29
5	Hembusan angin sejuk	30-39
6	Hembusan angin kuat	40-50
7	Mendekati kencang	51-61
8	Kencang	62-74
9	Kencang sekali	75-87
10	Badai	88-101
11	Badai dahsyat	102-119



Nomor Beaufort	Kekuatan Angin	Kecepatan Rata-Rata (km/h)
12	Badai topan	>118

Sumber: Yushar & Ariastuti, 2017

2. Temperatur

Pengukuran temperatur mendukung dalam penilaian kualitas udara, modeling kualitas udara, dan aktivitas peramalan cuaca. Temperatur dan cahaya matahari (radiasi sinar matahari) memiliki peranan yang penting dalam reaksi kimia yang terjadi di atmosfer dalam membentuk kabut asap fotokimia dari polutan yang lain. Pada kondisi yang menguntungkan, dapat menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi kabut. Cara yang umumnya digunakan untuk mengukur temperatur adalah dengan menggunakan material yang tahan terhadap perubahan temperatur, misalnya dengan menggunakan kawat platinum. Sebuah sensor akan mengukur perubahan yang terjadi, dan mengkonversinya menjadi dalam satuan temperatur.

3. Kelembaban

Seperti temperatur dan radiasi sinar matahari, uap air memiliki peranan penting dalam banyak reaksi thermal dan reaksi fotokimia di atmosfer. Molekul air berukuran kecil dan bersifat sangat polar, mereka dapat mengikat secara kuat dengan berbagai zat. Apabila terikat dengan partikel tersuspensi di udara, mereka dapat meningkatkan jumlah Cahaya yang tersebar dari partikel yang ada secara signifikan. Apabila molekul air berikatan dengan gas yang bersifat korosif, misalnya sulfur dioksida, maka gas akan larut dalam air dan membentuk larutan asam yang dapat membahayakan kesehatan dan bangunan. Kandungan uap air di udara dapat dikatakan sebagai persentase dari tekanan uap jenuh air pada suhu tertentu. Hal ini disebut dengan kelembaban relatif. Jumlah uap air yang berada di udara sangat bervariasi, hal ini tergantung pada lokasi geografisnya, seperti berapa dekat dengan badan air, arah angin, dan temperatur udara, curah hujan. Kelembaban relatif umumnya berada pada tingkat tinggi pada saat musim panas, ketika temperatur dan curah hujan berada pada puncak



tertingginya. Pengukuran kelembaban dapat dilakukan dengan menggunakan alat polymer film yang bersifat menyerap. Film-nya akan menyerap atau kehilangan uap air ketika kelembaban relatif dari udara ambien berubah. Sebuah sensor akan mengukur perubahan ini dan membacanya pada pembacaan kelembaban.

4. Curah Hujan

Hujan memiliki efek membersihkan ketika berada di udara, dengan membersihkan partikel dari atmosfer dan melarutkan polutan gas. Menghilangkan partikel di udara dapat meningkatkan visibilitas. Ketika curah hujan berada pada frekuensi yang tinggi, kualitas udara umumnya berada dalam kondisi yang baik. Apabila hujan menyerap gas-gas polutan, seperti sulfur dioksida, maka akan membentuk hujan asam yang akan menyebabkan kerusakan pada material ataupun kerusakan pada vegetasi. Metode yang umumnya digunakan untuk mengukur curah hujan adalah dengan menggunakan alat pengukur hujan tipping-bucket.

5. Radiasi Sinar Matahari

Pengukuran radiasi sinar matahari penting dalam modeling peristiwa kabut fotokimia, yang dimana cahaya matahari mempunyai pengaruh penting dalam laju reaksi kimia yang menghasilkan kabut asap. Langit yang berawan, waktu siang, dan lokasi geografis semuanya mempengaruhi intensitas sinar matahari. Alat yang biasanya digunakan dalam pengukuran radiasi sinar matahari adalah alat pyranometer, yang mengukur radiasi sinar matahari dari keluaran suatu jenis sensor sel silikon.

6. Tekanan Udara

Tekanan udara memiliki peran penting sebagai unsur dan pengendali iklim bagi kehidupan makhluk di bumi. Hal ini dikarenakan tekanan udara mempengaruhi penyebaran curah hujan. Tekanan udara merupakan kekuatan yang beroperasi untuk menggerakkan massa udara dalam satuan luas tertentu.

ubahan dalam tekanan udara akan menyebabkan perubahan dalam kecepatan dan arah angin, yang pada gilirannya mempengaruhi suhu dan arah hujan. Angin yang bergerak dari arah yang berlawanan memiliki



pengaruh yang signifikan terhadap iklim, karena perbedaan suhu yang dihasilkan. Angin laut yang berasal dari lautan dan melewati perjalanan sebagian besar jalurnya cenderung membawa lebih banyak hujan karena mengandung uap air. Oleh karena itu, penyebaran curah hujan di seluruh permukaan bumi sangat terkait erat dengan sistem tekanan udara dan angin. Tekanan udara dipengaruhi oleh suhu, dan garis yang menghubungkan tempat-tempat dengan tekanan udara yang sama disebut isobar. Barometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara. Tekanan udara memiliki batasan dalam ruang dan waktu, artinya tekanan udara dapat bervariasi tergantung pada lokasi dan waktu. Semakin tinggi ketinggian suatu tempat, tekanan udara akan semakin rendah, sementara daerah dengan ketinggian yang sama memiliki tekanan udara yang dipengaruhi oleh suhu udara. Daerah dengan suhu udara tinggi akan memiliki tekanan udara yang rendah, sedangkan daerah dengan suhu udara rendah akan memiliki tekanan udara yang tinggi (Soewarno, 2000 dalam Prakoso, 2018).

2.5 Klasifikasi Jalan

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian Jalan, termasuk bangunan penghubung, bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel, jalan roli, dan jalan kabel.

Jalan sesuai dengan peruntukannya terdiri atas Jalan Umum dan Jalan Khusus. Jalan Umum dikelompokkan menurut sistem, fungsi, status, dan kelas. Jalan Khusus tidak diperuntukkan bagi lalu lintas umum, tetapi untuk kepentingan lalu lintas sendiri/tertentu yang disenggarakan oleh selain Penyelenggara Jalan.

Berikut pembagian klasifikasi Jalan Umum berdasarkan Undang-Undang

Tahun 2022 tentang Perubahan Kedua Atas Undang-Undang Nomor 38/2004 tentang Jalan.

Klasifikasi jalan berdasarkan fungsi jalan

Jalan arteri merupakan Jalan Umum yang berfungsi melayani angkutan



utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah Jalan masuk dibatasi secara efisien.

- b) Jalan kolektor merupakan Jalan Umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah Jalan masuk dibatasi.
 - c) Jalan lokal merupakan Jalan Umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah Jalan masuk tidak dibatasi.
 - d) Jalan lingkungan merupakan Jalan Umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.
2. Klasifikasi jalan berdasarkan status jalan
- a) Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar pusat kegiatan nasional, antara pusat kegiatan nasional dan pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan nasional dan/atau pusat kegiatan wilayah dengan bandar udara pengumpul dan Pelabuhan utama atau pengumpul, menghubungkan sistem transportasi nasional lainnya, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
 - b) Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota atau antar ibukota kabupaten/kota dan jalan strategis provinsi.
 - c) Jalan kabupaten merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi, jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang termasuk dalam wilayah kabupaten dan jalan strategis kabupaten.
 - d) Jalan kota merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder



yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, menghubungkan antarpusat pemukiman yang berada di dalam kota, serta jalan poros desa dalam wilayah kota.

- e) Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan Kawasan dan/atau antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan di dalam desa.
3. Klasifikasi jalan berdasarkan pelayanan jasa distribusi (PKJI, 2014)
 - a) Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional dengan semua simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud pusat-pusat kegiatan.
 - b) Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam Kawasan perkotaan.
 4. Klasifikasi jalan berdasarkan kelas jalan (Permen PUPR Nomor 5 Tahun 2018)
 - a) Jalan kelas I merupakan jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran tinggi tidak melebihi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan MST 10 (sepuluh) ton.
 - b) Jalan kelas II merupakan jalan arteri, kolektor, local, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran tinggi tidak melebihi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan MST 8 (delapan) ton.
 - c) Jalan kelas III merupakan jalan arteri, kolektor, local, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran tinggi tidak melebihi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan MST 8 (delapan) ton.



2.6 Kelimpahan Mikroplastik

Untuk mencegah kesalahan yang diakibatkan oleh sisa partikel pada permukaan jalan dan gangguan partikel terhadap udara ambien sepanjang operasi penyapuan, kelimpahan mikroplastik disajikan oleh jumlah mikroplastik kotor per massa debu, bukan jumlah mikroplastik per meter persegi permukaan jalan ((Patchaiyappan dkk., 2021); (Abbasi dkk., 2019)).

$$\text{Kelimpahan mikroplastik} = \frac{\text{jumlah mikroplastik}}{n \text{ gr (massa debu)}}$$

2.7 Titik Leleh Plastik

Plastik memiliki titik leleh dan sumber yang berbeda-beda. Di bawah ini merupakan titik leleh dan sumber dari jenis plastik

Tabel 3. Titik Leleh Plastik

Tipe	Titik Leleh	Sumber
LDPE (<i>low density polyethylene</i>)	110-120	Botol minum air mineral dan <i>soft drink</i>
HDPE (<i>high density polyethylene</i>)	130	Botol plastik dan kemasan
PP (<i>polypropylene</i>)	145-165	Pipet, furniture, dan industri pembungkus
PVC (<i>polyvinyl chloride</i>)	160-210	Pipa plumbing
PET (<i>polyethylene terephthalate</i>)	260	Botol air dan <i>soft drink</i>
PS (<i>polystyrene</i>)	210-249	Piring dan gelas pakai ulang, container makanan
EVA (<i>ethylene vinyl acetate</i>)	65-80	Kabel
ABS (<i>acrylonitrile butadiene</i>)	Tidak ada titik pasti	Perangkat elektronik
PE (<i>polyethylene</i>)	Tidak ada titik pasti	Matras dan furniture, sepatu, mobil, perangkat kedokteran, bangunan, dan peralatan teknis

Xu dkk, 2021



2.8 Uji Normalitas

Uji normalitas adalah prosedur yang digunakan untuk mengetahui apakah distribusi data mengikuti atau mendekati distribusi normal, biasanya berbentuk seperti lonceng (*bell shaped*) jika dibentuk menjadi sebuah histogram. Data yang baik biasanya membentuk pola seperti distribusi normal yang tidak menceng ke kiri ataupun ke kanan (Singgih, 2018).

Selain itu, uji normalitas diperlukan sebelum melakukan uji beda *One Way ANOVA* karena salah satu persyaratan untuk melakukan uji beda *One Way ANOVA* adalah data tersebut harus berdistribusi normal. Uji normalitas data bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi, variable dependen dan independent memiliki distribusi yang normal. Model regresi yang baik adalah distribusi data normal atau mendekati normal. Untuk mendeteksi normalitas dapat dilakukan dengan uji statistic Kolmogorov – Smirnov test (K-S).

Kapo, dkk (2020) menyatakan nilai signifikansi tersebut telah memenuhi persyaratan, dengan dasar pengambilan keputusan sebagai berikut.

- Jika probabilitas nilai signifikansi (sig) $> 0,05$ maka data penelitian dikatakan telah terdistribusi normal,
- Jika probabilitas nilai signifikansi (sig) $< 0,05$ maka data penelitian dikatakan tidak terdistribusi normal

Apabila data tidak normal, maka teknik statistic parametris tidak dapat digunakan untuk melakukan analisis data dan harus menggunakan statistic nonparametris. Analisis Chi Kuadrat atau analisis nonparametris merupakan analisis statistic yang sesuai untuk skala pengumpulan data dengan bentuk nominal dan ordinal saja.

2.9 Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk melihat apakah dua kelompok data atau lebih memiliki varians yang sama (homogen) atau tidak (Marhawati, 2021). Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang diolah awalnya berada dalam kondisi yang sama (Ahmad, 2019). Uji homogenitas merupakan salah satu syarat untuk melakukan uji beda *One Way ANOVA* karena hanya digunakan satu



penduga (estimate) untuk varians. Pengujian homogenitas ini menggunakan *software* SPSS dan dengan nilai signifikansi 5%. Dasar pengambilan keputusan dilakukan Berdasarkan:

- Jika probabilitas nilai probabilitas (p-value) $> 0,05$ maka data penelitian dikatakan telah homogen atau nilai varian dari kedua kelompok populasi data adalah sama,
- Jika probabilitas nilai probabilitas (p-value) $< 0,05$ maka data penelitian dikatakan tidak homogen atau nilai varian dari kedua kelompok populasi data adalah tidak sama.

2.10 Uji One Way ANOVA (*Analysis of Variance*)

Prinsip Uji ANOVA adalah melakukan analisis variabilitas data menjadi dua sumber variasi yaitu variasi di dalam kelompok (*within*) dan variasi antar kelompok (*between*). Bila variasi *within* dan *between* sama (nilai perbandingan kedua varian mendekati angka satu), maka berarti tidak ada perbedaan efek dari intervensi yang dilakukan, dengan kata lain nilai mean yang dibandingkan tidak ada perbedaan. Sebaliknya bila variasi antar kelompok lebih besar dari variasi di dalam kelompok, artinya intervensi tersebut memberikan efek yang berbeda, dengan kata lain nilai mean yang dibandingkan menunjukkan adanya perbedaan.

Alasan menggunakan uji beda ini karena sampel penelitian terdiri dari dua titik. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji beda untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan dari masing-masing variable dan variable apa saja yang terbukti berbeda antara sampel Titik 1 dan Titik 2. Pengujian *One Way ANOVA* ini menggunakan *software* SPSS dan dengan nilai signifikansi 5%. Dasar pengambilan keputusan dilakukan Berdasarkan:

- Jika probabilitas nilai probabilitas (p-value) $> 0,05$ menunjukkan bahwa rata-rata sampel sama.
- Jika probabilitas nilai probabilitas (p-value) $< 0,05$ menunjukkan bahwa rata-rata sampel berbeda.



Jika hasil uji beda *One Way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan variable antara sampel Titik 1 dan Titik 2, maka perlu dilakukan regresi terpisah untuk masing-masing Titik. Sebaliknya jika semua nilai rata-rata variable terbukti sama, maka tidak perlu dilakukan regresi secara terpisah antara sampel Titik 1 dan Titik 2.

2.11 Analisis Regresi

Analisis regresi pada dasarnya adalah studi mengenai ketergantungan variabel dependen (terikat) dengan satu atau lebih variabel independen (bebas) dengan tujuan untuk mengestimasi dan/atau memprediksi rata-rata populasi atau nilai rata-rata variabel dependen berdasarkan nilai variabel independen yang diketahui. Terbagi atas dua juga yaitu analisis regresi linier sederhana dan analisis regresi berganda (Ghozali, 2013).

Analisis regresi merupakan analisis ketergantungan dari satu atau lebih variabel bebas terhadap satu variabel terikat, dengan tujuan untuk menduga atau memprediksi nilai rata-rata populasi berdasarkan nilai-nilai variabel bebasnya.

Analisis regresi yang digunakan untuk memprediksi satu variabel terikat berdasarkan pada satu variabel bebas disebut dengan analisis regresi sederhana, sedangkan analisis regresi yang digunakan untuk memprediksi satu variabel terikat berdasarkan satu atau lebih variabel bebas disebut dengan analisis regresi berganda. Selain itu, regresi juga dapat untuk mengukur kekuatan hubungan antar dua variabel atau lebih, analisis regresi juga digunakan untuk menunjukkan arah hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat (Sofita, 2015).

Dalam hal ini regresi digunakan untuk mengukur besarnya pengaruh satu atau lebih variabel bebas terhadap variabel terikat. Syarat kelayakan yang harus terpenuhi saat kita menggunakan regresi untuk linear sederhana adalah:

- a) Jumlah sampel yang digunakan sama.
- b) Nilai residual harus berdistribusi normal.
- c) Hubungan yang linear variabel bebas dengan variabel tergantung.
- d) Tidak terjadi gejala heteroskedastisitas.
- e) Tidak terjadi gejala autokorelasi (untuk data time series)



Adapun kriteria untuk menilai berpengaruh atau tidaknya variabel X dengan variabel Y, yaitu:

- Jika nilai signifikansi (Sig.) $> 0,05$ maka kesimpulannya adalah tidak adanya pengaruh signifikan
- Jika nilai signifikansi (Sig.) $< 0,05$ maka kesimpulannya adalah adanya pengaruh signifikan

Untuk melihat seberapa erat hubungan antara dua variable, dapat dilihat dari pedoman derajat hubungan seperti **Tabel 4** di bawah ini:

Tabel 4. Interpretasi Koefisien Korelasi

No	Nilai Korelasi Pearson	Keterangan
1	0,00 s/d 0,20	Tidak ada Korelasi
2	0,21 s/d 0,40	Korelasi Lemah
3	0,41 s/d 0,60	Korelasi Sedang
4	0,61 s/d 0,80	Korelasi Kuat
5	0,81 s/d 1,00	Korelasi Sempurna

Sumber: Sugiyono (2014)

