

**TUGAS AKHIR**

**IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK UDARA DALAM RUANGAN  
SEKOLAH DI JALAN KOLEKTOR KOTA MAKASSAR**



**ANNISA FITRI MUSTAFA**

**D131181505**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2022**

**TUGAS AKHIR**

**IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK UDARA DALAM RUANGAN SEKOLAH DI  
JALAN KOLEKTOR KOTA MAKASSAR**



**ANNISA FITRI MUSTAFA**

**D131181505**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2022**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK**  
**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Judul : **Identifikasi Mikroplastik Udara dalam Ruang Sekolah di Jalan Kolektor Kota Makassar**

Disusun Oleh :

Nama : **Annisa Fitri Mustafa**                      **D131181505**

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 13 September 2022

Pembimbing I

**Prof.Ir.Sakti Adji Adisasmitha,Msi.M.Eng.SC.Ph.D**  
NIP. 196404221993031001

Pembimbing II

**Zarah Arwienny Hanami, S.T., M.T.**  
NIP. 199710272022044001

Menyetujui,  
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



**Dr. Eng. Mufalia Hustim, S.T., M.T.**  
NIP. 197204242000122001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Annisa Fitri Mustafa

Nim : D131181505

Program Studi : Teknik Lingkungan

Jenjang Studi : Strata I (S1)

Menyatakan bahwa karya tulis dengan judul:

*“Identifikasi Mikroplastik Udara dalam Ruang Sekolah di Jalan Kolektor Kota Makassar”*

Adalah karya tulis saya sendiri dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun. Adapun semua informasi yang tertulis dalam karya tulis ini yang bersumber dari penulis lainnya telah dicantumkan sumber dan tahun penerbitannya. Jika terdapat pihak yang merasa terdapat kesamaan judul atau hasil yang diperoleh dengan karya tulis ini maka saya siap untuk dimintai pertanggungjawaban mengenai hal tersebut.

Makassar, 14 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan



**Annisa Fitri Mustafa**

D131181505

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT Yang Maha Kuasa atas segala limpahan rahmat, karunia dan nikmat-Nya sehingga alhamdulillah saya dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Identifikasi Mikroplastik Udara dalam Ruang Sekolah di Jalan Kolektor Kota Makassar”** ini sebagai syarat penyelesaian studi S1 saya di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Shalawat serta salam dihaturkan pada Nabi Muhammad SAW sebagai junjungan dan teladan untuk umat manusia.

Dalam penyusunan tugas akhir ini maupun penyelesaian studi S1, saya menyadari bahwa terdapat banyak pihak yang turut serta berpartisipasi membantu pada serangkaian proses dalam studi S1 saya. Saya memanjatkan rasa syukur dan terima kasih setinggi-tingginya untuk Allah SWT yang telah memberikan saya kesempatan dan menghadirkan orang-orang yang penuh jasa hingga saya dapat berada pada titik ini. Terima kasih tak terhingga pada Allah SWT yang telah menghadirkan sosok manusia bernama Ramli Mustafa dan Nur Lombogia sebagai Bapak dan Ibu yang melahirkan, mendidik dan mengasuh saya selama ini. Terima kasih atas jeripayah keduanya yang telah berusaha sekuat tenaga untuk kami anak-anaknya dengan memberikan tidak hanya dorongan moral tetapi juga finansial agar kami dapat menempuh pendidikan dan hidup dengan layak. Terima kasih pula atas kerjasama yang baik antara keduanya sebagai sosok Bapak dan Ibu bagi kami, juga doa dan segala harapan baik yang dilangitkan. Selain itu, saya berterima kasih pula kepada Allah SWT telah menghadirkan kakak-kakak yang sangat mendukung saya dalam studi saya. Selain itu, saya ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
3. Ibu Dr. Eng. Muraliah Hustim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

4. Bapak Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng.Sc., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan masukan serta meluangkan waktu dalam proses asistensi Tugas Akhir ini berlangsung
5. Ibu Zarah Arwieny Hanami, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan masukan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini berlangsung.
6. Ibu Rasdiana Zakaria, S.T., M.T., sebagai dosen P.A., atas segala arahan dan nasihat selama masa perkuliahan juga pada saat penyusunan tugas akhir
7. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin atas semua bimbingan, ilmu, arahan dan masukan yang telah diberikan selama proses perkuliahan berlangsung
8. Bapak dan Ibu staf Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin atas semua bantuan yang telah diberikan selama saya menjadi mahasiswa di Departemen Teknik Lingkungan
9. Bapak Kepala Sekolah SMA Negeri 6 Makassar, SMP Negeri 8 Makassar dan UPT SPF SMP Negeri 17 Makassar, serta Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum dan Staf Tata Usaha, serta Bapak dan/Ibu Guru yang membimbing di lokasi penelitian Ibu Mutahharah dan Ibu Masni, juga tak lupa para Bapak Satpam dan Penjaga sekolah yang saya hormati yang telah membantu dan meluangkan waktu serta membimbing baik dalam perizinan penelitian maupun saat penelitian dilaksanakan, semoga Allah SWT membalas kebaikan Bapak dan/atau Ibu.
10. Andi Dania Triska Fiyanda sebagai *partner* penelitian yang telah berkontribusi besar selama perkuliahan dan penelitian dari awal hingga akhir yang senantiasa kebersamai selama ini.
11. Sahabat-sahabat saya sedari SMA yang sangat saya cintai dan sayangi yang telah meluangkan waktu untuk senantiasa tetap bertukar kabar dan keluh kesah walaupun jarak memisahkan, Jey, Sonia, Fadhilah, Estie, Wenda, Nana dan Bella. Semoga sehat selalu dan Bahagia menyertai.
12. Nur Khafifah Rusni dan Wulandari Ramadhani sebagai sahabat yang selalu kebersamai di setiap kesempatan dan setiap *moment* yang dilalui selama

perkuliahan baik suka-duka dan telah menjumpai segala sifat menjengkelkan saya tetapi telah memberikan banyak toleransi dan pelajaran berharga untuk saya dan insyaa Allah akan begitu seterusnya.

13. Teman-teman saya tercinta yang saya sayangi dan sangat syukuri telah hadir dan bersedia menjadi sahabat saya, yang tidak sedikit telah memberikan dorongan, dukungan, bantuan dan semangat selama ini, Savi, Kiki, Cica, Aurel. Ditunggu kabar-kabar baiknya, aamiin.
14. Teman Kos Menara Putri yang tercinta dan terkasih yang kebetulan merupakan senasib seperantauan, Safirah Putri H. Malik, yang juga berkontribusi besar dalam momen-momen perkuliahan. Semoga kita senantiasa bisa berbagi cerita hingga waktu yang tidak bisa ditentukan
15. Teman-teman perkuliahan yang senantiasa menjadi tempat untuk bertukar pendapat dan memberikan bantuan, Suarni, Tami, Nessa, Era.
16. Teman-teman mahasiswa Teknik Lingkungan Angkatan 2018 yang telah berpartisipasi dan berkontribusi besar selama perkuliahan berlangsung.
17. Teman-teman TRANSISI 2019 yang sudah dan masih sama-sama sampai saat ini.
18. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah turut serta membantu di setiap proses perkuliahan berlangsung.

Saya mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya, semoga keberkahan, kesehatan senantiasa melingkupi dan semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan ketulusan hati dari pihak-pihak yang tersebut diatas. Saya menyadari penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, maka saya berharap berbagai masukan dan saran yang membangun demi meningkatkan pengetahuannya. Besar harapan saya agar tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan bagi para pembaca.

Makassar, Agustus 2022

**Annisa Fitri Mustafa**

## DAFTAR ISI

|   | <b>halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>KATA PENGANTAR</b>                     | iv             |
| <b>ABSTRAK</b>                            | vii            |
| <i>ABSTRACT</i>                           | viii           |
| <b>DAFTAR ISI</b>                         | ix             |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                       | xii            |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                      | xiii           |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b>                    | xvi            |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                  | 1              |
| A. Latar Belakang                         | 1              |
| B. Rumusan Masalah                        | 4              |
| C. Tujuan Penelitian                      | 5              |
| D. Manfaat Penelitian                     | 5              |
| E. Ruang Lingkup                          | 5              |
| F. Sistematika Penulisan                  | 6              |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>            | 8              |
| A. Pencemaran Udara                       | 8              |
| 1. Pengertian Pencemaran Udara            | 8              |
| 2. Sumber Pencemar Udara                  | 9              |
| 3. Pencemaran Udara Dalam Ruangan         | 11             |
| B. Mikroplastik                           | 13             |
| 1. Pengertian Mikroplastik                | 13             |
| 2. Pembentukan Mikroplastik di Lingkungan | 13             |



|  |    |
|--|----|
| 3. Karakteristik Mikroplastik                              | 14 |
| 4. Sumber Mikroplastik                                     | 18 |
| 5. Paparan Mikroplastik Pada Manusia                       | 19 |
| 6. Mikroplastik Dalam Ruangan                              | 23 |
| C. Uji Normalitas  | 27 |
| D. Uji Anova   | 27 |
| E. Uji Kruskal-Wallis                                      | 28 |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>                       | 29 |
| A. Rancangan Penelitian                                    | 29 |
| B. Waktu Penelitian  | 31 |
| C. Lokasi Penelitian                                       | 31 |
| D. Alat dan Bahan  | 36 |
| 1. Alat dan Bahan Pengambilan Data                         | 36 |
| 2. Alat dan Bahan Analisis Data                            | 37 |
| E. Metode Pengumpulan Data                                 | 38 |
| F. Metode Analisis Data                                    | 41 |
| 1. Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik                    | 41 |
| 2. Analisis Data Karakteristik Mikroplastik                | 42 |
| 3. Analisis Data Statistik                                 | 44 |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                         | 46 |
| A. Karakteristik Ruang Kelas                               | 46 |
| B. Analisis Konsentrasi Mikroplastik Udara Dalam Ruangan   | 47 |
| C. Analisis Karakteristik Mikroplastik Udara Dalam Ruangan | 53 |

|   |    |
|---|----|
| D. Analisis Kecenderungan Hubungan Waktu Pengukuran dengan Jumlah Mikroplastik      | 68 |
| E. Analisis Kecenderungan Hubungan Karakteristik Ruangan dengan Jumlah Mikroplastik | 70 |
| <b>BAB V PENUTUP</b>  | 83 |
| A. Kesimpulan   | 83 |
| B. Saran  | 84 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>   | 85 |
| <b>LAMPIRAN</b>   | 89 |

## DAFTAR TABEL

|  | <b>halaman</b> |
|--|----------------|
| 1. Faktor yang Mempengaruhi Degradasi Plastik                            | 14             |
| 2. Jenis Mikroplastik Berdasarkan Rumus Kimia dan Densitasnya            | 16             |
| 3. Mikroplastik Berdasarkan Bentuknya                                    | 17             |
| 4. Karakteristik Sekolah Lokasi Penelitian                               | 32             |
| 5. Karakteristik Ruang Kelas   | 33             |
| 6. Karakteristik Lokasi Penelitian                                       | 46             |
| 7. Kelimpahan Mikroplastik di Tiap Lokasi Pengukuran                     | 47             |
| 8. Rekapitulasi Jenis Mikroplastik                                       | 58             |
| 9. Rekapitulasi Warna Mikroplastik                                       | 62             |
| 10. Rentang Ukuran Mikroplastik di Tiap Lokasi Pengukuran                | 64             |
| 11. Rekapitulasi Karakteristik Mikroplastik di Seluruh Lokasi Pengukuran | 66             |

## DAFTAR GAMBAR

|   | <b>halaman</b> |
|---|----------------|
| 1. Bentuk Mikroplastik: (a) Fiber (Widianarko, dkk. 2018), (b) Fragmen (Widianarko, dkk. 2018), (c) Film (Widianarko, dkk. 2018), (d) Granula (Faruqi, 2019)  | 16             |
| 2. Penyebaran Mikroplastik di Udara Perkotaan, (Sridharan, 2021)  | 19             |
| 3. Jalur Paparan Mikroplastik pada Manusia dan Resiko yang Ditimbulkannya   | 23             |
| 4. Diagram Alir Rancangan Penelitian  | 30             |
| 5. Titik Lokasi Pengambilan Sampel  | 34             |
| 6. Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian: (a) Tampak Depan SMAN 6 Makassar, (b) Ruang Kelas SMAN 6 Makassar, (c) Tampak Depan SMPN 8 Makassar, (d) Ruang Kelas SMPN 8 Makassar, (e) Tampak Depan UPT SPF SMPN 17 Makassar, (f) Ruang Kelas UPT SPF SMPN 17 Makassar | 35             |
| 7. Alat dan Bahan Pengambilan Data  | 36             |
| 8. Alat dan Bahan Analisis Data   | 38             |
| 9. Diagram Alir Metode Pengumpulan Data   | 40             |
| 10. Diagram Alir Analisa Data Mikroplastik  | 42             |
| 11. Menu <i>Input</i> Gambar Pada Aplikasi Image J  | 43             |
| 12. Menu Kalibrasi Skala  | 44             |

|   |    |
|---|----|
| 13. Menu pengukuran ukuran mikroplastik   | 44 |
| 14. Konsentrasi Mikroplastik SMA Negeri 6 Makassar  | 48 |
| 15. Konsentrasi Mikroplastik SMP Negeri 8 Makassar  | 49 |
| 16. Konsentrasi Mikroplastik UPT SPF SMP Negeri 17 Makassar   | 51 |
| 17. Rekapitulasi Konsentrasi Mikroplastik di Seluruh Lokasi Pengukuran  | 52 |
| 18. Jenis Mikroplastik SMA Negeri 6 Makassar  | 54 |
| 19. Contoh Jenis Mikroplastik SMA Negeri 6 Makassar: (a) Fiber, (b) film,<br>(c) fragmen, (d) granula           | 55 |
| 20. Jenis Mikroplastik SMP Negeri 8 Makassar  | 55 |
| 21. Contoh Jenis Mikroplastik SMP Negeri 8 Makassar (a) Fiber, (b) film,<br>(c) fragmen, (d) granula            | 56 |
| 22. Jenis Mikroplastik UPT SPF SMP Negeri 17 Makassar   | 57 |
| 23. Contoh Jenis Mikroplastik UPT SPF SMP Negeri 17 Makassar (a)<br>Fiber, (b) film, (c) fragmen, (d) granula   | 58 |
| 24. Kelimpahan Warna Mikroplastik SMA Negeri 6 Makassar   | 59 |
| 25. Kelimpahan Warna Mikroplastik SMP Negeri 8 Makassar   | 60 |
| 26. Kelimpahan Warna Mikroplastik UPT SPF SMP Negeri 17 Makassar  | 61 |
| 27. Grafik P-Plot Analisis Kecenderungan Hubungan antara Waktu<br>Pengukuran dan Kelimpahan Mikroplastik (MPs)  | 69 |
| 28. Grafik P-Plot Analisis Kecenderungan Hubungan antara Karakteristik<br>Ruangan dan Jumlah Mikroplastik (MPs) | 71 |

|   |    |
|---|----|
| 29. Box Plot Kecenderungan Hubungan Jumlah Penghuni Ruangan dan Jumlah Mikroplastik         | 73 |
| 30. Box Plot Kecenderungan Hubungan antara Jumlah Ventilasi Ruangan dan Jumlah Mikroplastik | 75 |
| 31. Box Plot Kecenderungan Hubungan antara Jumlah Kipas dan Jumlah Mikroplastik             | 77 |
| 32. Jumlah Pembersihan dan Jumlah Mikroplastik  | 79 |
| 33. Jumlah Taplak Meja dan Jumlah Mikroplastik  | 81 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   | <b>halaman</b> |
|---|----------------|
| 1. Data Karakteristik Tiap Ruang                    | 90             |
| 2. Kondisi Ruang Kelas Lokasi Pengambilan Sampel    | 90             |
| 3. Dokumentasi Pengambilan Sampel                   | 92             |
| 4. Dokumentasi Analisis Laboratorium                | 93             |
| 5. Dokumentasi Warna Mikroplastik                   | 95             |
| 6. <i>Hot Needle Test</i>                           | 96             |
| 7. Tabel Hasil Perhitungan Konsentrasi Mikroplastik | 97             |
| 8. Contoh Hasil Perhitungam Analisis Statistik      | 97             |

## ABSTRAK

ANNISA FITRI MUSTAFA. *Identifikasi Mikroplastik Udara Dalam Ruang Sekolah di Jalan Kolektor Kota Makassar* (dibimbing oleh Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng.Sc., Ph.D dan Zarah Arwienny Hanami, S.T., M.T.)

Penelitian terkait mikroplastik telah banyak dilakukan, terutama untuk sektor perairan. Akan tetapi untuk sektor udara, penelitian tentang mikroplastik udara masih terbatas terutama untuk dalam ruangan, sedangkan mayoritas aktivitas manusia dilakukan di dalam ruangan dan perabotan rumah tangga kebanyakan menggunakan bahan dasar plastik. Sehingga dapat dikatakan bahwa kontaminasi mikroplastik udara dalam ruangan hampir pasti terjadi. Adapun salah satu kategori bangunan dengan tingkat aktivitas yang tinggi adalah sekolah. Bahaya mikroplastik terhadap kesehatan manusia dapat menjadi salah satu faktor pentingnya dilakukan identifikasi terkait mikroplastik udara dalam ruangan, dimana mikroplastik dapat mengganggu kesehatan dan paparan mikroplastik terhadap manusia dapat melalui inhalasi, tertelan dan kontak kulit. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi, mengetahui karakteristik mikroplastik dan menganalisis hubungan antara jumlah mikroplastik dengan karakteristik ruang. Penelitian ini dilakukan pada sekolah di Jalan Kolektor Kota Makassar dengan karakteristik ruang yang hampir sama, yakni SMA Negeri 6 Makassar, SMP Negeri 8 Makassar dan UPT SPF SMP Negeri 17 Makassar dengan metode pengumpulan data menggunakan prinsip debu jatuh dan dianalisis di laboratorium. Analisis karakteristik mikroplastik dilakukan dengan menggunakan pengamatan secara visual dengan menggunakan mikroskop *Dino Lite* dan analisis karakteristik mikroplastik yang teridentifikasi dilakukan dengan menggunakan *software* Image J. Adapun analisis statistik dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS Statistik 26. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa konsentrasi mikroplastik yang ditemukan pada SMA Negeri 6 Makassar ada pada rentang 1182-3692 MPs/m<sup>2</sup>/hari, 964-7141 MPs/m<sup>2</sup>/hari untuk SMP Negeri 8 Makassar dan 1331-10786 MPs/m<sup>2</sup>/hari untuk UPT SPF SMP Negeri 17 Makassar, dimana fragmen adalah jenis yang paling banyak ditemukan untuk ketiga sekolah dan warna dominan yang teridentifikasi adalah hijau dan merah. Adapun analisis hubungan antara karakteristik ruang dan jumlah kelimpahan mikroplastik untuk ketiga lokasi tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan, dimana hal ini menunjukkan bahwa untuk karakteristik ruang yang hampir seragam, konsentrasi mikroplastik yang dihasilkan dapat beragam. Hal tersebut diindikasikan dapat disebabkan oleh banyak faktor lain yang dapat memicu kelimpahan mikroplastik, diantaranya adalah aktivitas dalam ruang seperti kebiasaan penggunaan kantong plastik, produk kebersihan, penggunaan bahan tekstil seperti masker, dll., juga transformasi dari jalan, dimana dimasa yang akan datang diperlukan penelitian lebih lanjut terkait hal tersebut.

**Kata Kunci:** Mikroplastik Udara, Dalam Ruang, Sekolah, Kota Makassar



## **ABSTRACT**

ANNISA FITRI MUSTAFA. *Identification of Air Microplastic in School Rooms on Collector Roads in Makassar City (Supervised by Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng.Sc., Ph.D dan Zarah Arwieny Hanami, S.T., M.T)*

*There is much research about microplastics has been carried out, especially in the aquatic sector. However, for the air sector, research on air microplastics is limited. Especially indoors, whereas the majority of human activities are carried out indoors and most home furnishings use plastic as a base material. Thus, microplastic contamination of indoor air is almost certain to occur. School is one of the buildings categories that has a high level of activity. The dangers of microplastics to human health can be one of the important factors in identifying indoor air microplastics. As microplastics can interfere with health and exposure of it to humans can be through inhalation, ingestion and skin contact. The purpose of this study was to identify, determine the characteristics of microplastics and analyze the relationship between the number of microplastics and the characteristics of the rooms. This research was conducted at schools on Collector roads Makassar City with almost the same rooms characteristics, namely SMA Negeri 6 Makassar, SMP Negeri 8 Makassar and UPT SPF SMP Negeri 17 Makassar with the data collection method using the fall dust principle and analyzed in the laboratory. Analysis of microplastic characteristics was carried out using visual observation using a Dino Lite microscope and analysis of microplastic characteristics was carried out using Image J software. Statistical analysis was carried out using SPSS 26 software. The results obtained showed that the concentration at SMA Negeri 6 Makassar was present in the range of 1182-3692 MPs/m<sup>2</sup>/day, 964-7141 MPs/m<sup>2</sup>/day for SMP Negeri 8 Makassar and 1331-10786 MPs/m<sup>2</sup>/day for UPT SPF SMP Negeri 17 Makassar, fragments were the most common type found for the three schools and the dominant colors are green and red. The analysis of the relationship between rooms characteristics and the number of microplastics for the three locations did not show a significant effect, which indicates that for the rooms with same characteristics, can have different concentration of microplastics. The different concentration of microplastic indoors is indicated to be caused by other factors such as the regular use of the plastic bag, cleaning products, and textile materials namely masks and transformation from roads. Further research will be needed for advanced analysis.*

**Keywords:** *Air Microplastic, Indoor, School, Makassar City*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Tercatat bahwa produksi plastik dunia meningkat dari 1,6 juta ton pada tahun 1950 dan menjadi lebih dari 320 juta ton pertahun (*Plastic Europe*, 2016 dalam Wang *et al.*, 2018). Jumlah ini meningkat dari tahun ke tahun seiring meningkatnya konsumsi plastik oleh masyarakat. Perubahan gaya hidup menyebabkan banyak penggunaan materi berbahan plastik dari sektor rumah tangga (konsumen) dan sektor industri (pelaku usaha) yang menyebabkan melimpahnya sampah plastik yang sulit terurai akibat memiliki ketahanan dan sifat presisten (Dewi dan Trisno, 2019).

Permasalahan sampah di Indonesia merupakan masalah besar yang belum terselesaikan hingga saat ini, sementara itu dengan bertambahnya jumlah penduduk maka akan mengikuti pula bertambahnya volume timbulan sampah yang bersumber dari aktivitas manusia. Sampah plastik merupakan sampah yang paling banyak kedua setelah sampah organik yang bersumber dari kegiatan manusia. Adapun jenis sampah plastik yang terbanyak yakni jenis kantong plastik atau kantong kresek selain plastik kemasan (Purwaningrum, 2016).

Plastik merupakan salah satu komponen terbesar dari sampah yang berada di lautan. Sampah plastik yang dibuang ke lingkungan akhirnya akan masuk ke wilayah perairan, terutama laut. Tercatat bahwa jumlah sampah plastik hampir mencapai 95% dari total sampah yang terakumulasi di sepanjang garis pantai, permukaan dan dasar laut (Galgani F, 2015 dalam Victoria, 2017). Hal ini selaras dengan yang disebutkan oleh Jambeck *et.al.* (2015) dalam Widianarko dan Inneke (2018) terkait kontribusi Indonesia dalam menghasilkan sampah plastik di lautan, yakni Indonesia merupakan negara kontributor sampah plastik ke laut terbesar di dunia setelah China, dengan besaran 0,48 – 1,29 juta metrik ton plastik/tahun.

Komposisi plastik yang ada di lingkungan dapat terdegradasi menjadi partikel berukuran lebih kecil yang disebut mikroplastik.

Kota Makassar sebagai salah satu kota besar di Indonesia dengan kepadatan penduduk yang tinggi yakni berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) sebanyak 1,5 juta jiwa pada tahun 2021 memiliki permasalahan sampah yang cukup memprihatinkan. Menurut UPTD TPA Tamangapa Tahun 2016 bahwa produksi sampah di Kota Makassar adalah sebanyak 700-800 ton/hari (Malina, dkk. 2017). Hal tersebut berkemungkinan besar menjadikan Kota Makassar sebagai penghasil mikroplastik di ekosistem lingkungan.

Mikroplastik secara umum didefinisikan sebagai polimer sintetik yang memiliki diameter di bawah 5 mm. Berdasarkan proses pembentukannya, mikroplastik dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer merupakan plastik yang sedari awal diproduksi memiliki ukuran mikro dan biasanya ditemukan dalam pembersih dan produk kosmetik. Mikroplastik sekunder adalah yang terbentuk dari degradasi plastik yang sudah ada di lingkungan dan terfragmentasi menjadi plastik yang lebih kecil menjadi mikroplastik (Ramadan dan Emenda, 2019).

Menurut Alam, dkk., 2021., penelitian tentang mikroplastik telah banyak dilakukan di dunia, baik di Eropa (Troyer, 2015; Leslie dkk., 2017), China (Wang dkk., 2017; Zhang dkk., 2017), hingga Antartika (Munari dkk., 2017). Penelitian tersebut dilakukan dengan didasarkan pada potensi paparan mikroplastik pada makhluk hidup melalui proses biomagnifikasi yang terjadi pada rantai makanan (Wang dkk., 2016). Ukuran mikroplastik yang berbentuk sangat kecil dapat menyebabkan mikroplastik tertelan oleh berbagai organisme laut atau perairan (Yudhantari dkk., 2019). Semakin kecil ukuran mikroplastik, maka tingkat bioavailibilitasnya semakin meningkat sehingga mikroplastik dapat berkemungkinan masuk ke dalam mikroorganisme seperti zooplankton (Avio dkk., 2016; Carbery dkk., 2018).

Secara umum, penelitian terkait mikroplastik di ekosistem yang paling banyak dilakukan adalah terkait mikroplastik di sektor perairan, sedangkan untuk studi mikroplastik di udara masih terbatas baik untuk luar maupun dalam ruangan.

Perkembangan penelitian mikroplastik baru-baru ini telah ditemukan di atmosfer perkotaan hingga daerah terpencil (Allen, *et al.*, Liu *et al.*, dalam Liao, dkk. 2021). Hal ini dapat membuktikan bahwa atmosfer merupakan jalur penting untuk transportasi mikroplastik ke lingkungan (Liao, dkk. 2021). Sektor transportasi merupakan salah satu sektor yang berkemungkinan besar adanya kontaminasi mikroplastik di udara, terutama yang bersumber dari gesekan ban kendaraan yang aus dengan badan jalan. Dimana berdasarkan fungsinya, kategori jalan dapat mempengaruhi kapasitas jalan dan volume kendaraan yang melintasinya. Adapun kategori jalan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah Jalan Kolektor, yakni merupakan kategori jalan yang menghubungkan antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Jalan Kolektor berdasarkan kecepatan rencananya didesain dengan kecepatan paling rendah 40 Km per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit sembilan meter (PerMen RI No. 34 tahun 2006).

Selain itu, perkembangan penelitian tentang mikroplastik telah ditemukan di dalam ruangan mengingat bahwa manusia menghabiskan 70%-90% dari waktu mereka di rumah dan di dalam ruangan (Soltani, dkk. 2021). Salah satu studi melaporkan bahwa konsentrasi serat dalam debu yang mengendap di dalam ruangan yang dikumpulkan dari alat penyedot debu lebih tinggi (1-60 serat/m<sup>3</sup>) daripada di luar ruangan. Serat tekstil dalam debu yang menempel pada permukaan di rumah-rumah di Norwegia ditemukan berasal dari ruang cuci dalam ruangan (ruang/area pengeringan merupakan sumber serat tekstil yang signifikan) (Sundt *et al.* 2014 dalam Bahrina, dkk. 2020). Kecenderungan bahan perabotan rumah tangga yang terbuat dari plastik memperbesar kemungkinan adanya produksi mikroplastik di dalam ruangan. Mikroplastik dalam ruangan diantaranya dapat disebabkan oleh hewan peliharaan, mobil, tekstil (tikar, furnitur, pakaian, gordena, kasur), mainan, karet, peralatan dapur (piring, gelas, peralatan makan, mangkuk, botol, talenan, dan lain sebagainya), kabel listrik, elektronik, cat dalam ruangan, bahan pembersih, dan barang-barang lainnya mengandung plastik (Macher 2001; Biro 2007; Webster dkk. 2009 dalam Bahrina, dkk. 2020). Hal ini menunjukkan

bahwa kontaminasi mikroplastik di udara dalam ruangan merupakan sebuah hal yang hampir pasti terjadi mengingat kadar aktivitas manusia di dalam ruangan yang tinggi. Disamping itu, mikroplastik sangat berbahaya bagi kesehatan, akumulasi mikroplastik yang dihirup manusia dapat menyebabkan inflamasi paru-paru hingga kanker. Paparan mikroplastik pada manusia dapat melalui inhalasi, tertelan dan kontak kulit (Ageel, dkk. 2022).

Tingginya aktivitas manusia di dalam ruangan, kemungkinan banyaknya konsentrasi mikroplastik dalam ruangan dan bahaya mikroplastik yang terpapar kepada manusia, juga minimnya penelitian terkait mikroplastik di udara terutama dalam ruangan merupakan landasan pentingnya dilakukan penelitian terkait mikroplastik di dalam ruangan. Salah satu kategori bangunan dengan tingkat aktivitas yang tinggi adalah gedung pendidikan (sekolah), sehingga dalam konteks ini, penelitian ini dilakukan untuk menyelidiki kontaminasi mikroplastik di udara dalam ruangan di sekolah dengan kategori sekolah yang berada di Jalan Kolektor. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukanlah penelitian sebagai Tugas Akhir dengan judul, **“Identifikasi Mikroplastik Udara Dalam Ruangan Sekolah di Jalan Kolektor Kota Makassar”**.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan diantaranya sebagai berikut:

- 1) Apakah terdapat mikroplastik udara di dalam ruangan sekolah di Jalan Kolektor Kota Makassar?
- 2) Bagaimana karakteristik fisik mikroplastik udara di dalam ruangan sekolah di Jalan Kolektor Kota Makassar?
- 3) Bagaimana hubungan antara karakteristik ruang dengan kelimpahan mikroplastik udara dalam ruangan sekolah di Jalan Kolektor Kota Makassar?

### **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi keberadaan mikroplastik udara dalam ruangan sekolah di Jalan Kolektor Kota Makassar
- 2) Menganalisis karakteristik fisik mikroplastik udara di dalam ruangan sekolah di Jalan Kolektor Kota Makassar
- 3) Menganalisis hubungan antara karakteristik ruangan dengan kelimpahan mikroplastik udara dalam ruangan sekolah di Jalan Kolektor Kota Makassar

### **D. Manfaat Penelitian**

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

- 1) Bagi Penulis  
Sebagai pemenuhan syarat untuk menyelesaikan studi Strata 1 (S1) dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST) di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
- 2) Bagi Universitas  
Dapat dijadikan sebagai tambahan arsip jumlah penelitian dan referensi bagi para peneliti selanjutnya, khususnya terkait Kualitas Udara.
- 3) Bagi Masyarakat  
Menambah pengetahuan masyarakat tentang mikroplastik dan dampaknya bagi kesehatan terutama untuk sektor dalam ruangan.

### **E. Ruang Lingkup**

Pembatasan penelitian yang akan dilakukan meliputi:

- 1) Mengidentifikasi keberadaan mikroplastik udara baik dari segi kelimpahan, bentuk, warna dan ukurannya menggunakan Mikroskop *Portable* Dino Lite

- 2) Menganalisis hubungan antara karakteristik ruang dengan kelimpahan mikroplastik udara dalam ruang yang teridentifikasi

## **F. Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan penelitian tugas akhir ini terdiri atas beberapa bab dengan masing-masing pembahasan tersendiri. Sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab I membahas terkait pengantar dan apa yang melatarbelakangi penelitian ini dilakukan. Selain itu, terdapat rumusan masalah, tujuan, manfaat dan ruang lingkup dari penelitian yang akan dilakukan

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini diuraikan terkait landasan teoritis terkait penelitian ini, rumus-rumus yang akan digunakan juga metode yang akan digunakan dalam penelitian ini. Selain itu, tercantum juga ketentuan dan peraturan yang berlaku yang menyangkut penelitian yang dilakukan.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini menguraikan terkait tata cara pengumpulan data dan prosedur analisis data yang memuat jenis penelitian, waktu penelitian, lokasi penelitian, bahan dan alat penelitian, populasi dan sampel, variabel penelitian, teknik pengumpulan data, pengolahan dan analisis data serta bagan alir penelitian yang dilakukan.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini membahas terkait data yang diperoleh saat penelitian dilakukan yang meliputi data hasil pengukuran dan pembahasan terkait analisis data yang diperoleh sesuai dengan metode penelitian.

## **BAB V KESIMPULAN**

Bab ini merupakan penutup dari laporan tugas akhir yang memuat simpulan berdasarkan analisis data dan hasil penelitian yang dilakukan serta saran terkait penelitian yang telah dilakukan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pencemaran Udara**

##### **1. Pengertian Pencemara Udara**

Pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya bahan-bahan atau zat-zat asing ke udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Zat-zat asing tersebut mengubah komposisi udara dari keadaan normalnya dan jika berlangsung lama akan mengganggu kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya yang membutuhkan dan menggunakan udara dalam aktifitas kehidupannya (Prabowo dan Burhan, 2018).

Menurut Chambers dalam Mukono (2008) dalam Prabowo dan Burhan (2018), pengertian pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia atau yang dapat dihitung dan diukur, serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi dan material.

Sedangkan menurut Kumar dalam Mukono (2008) dalam Prabowo dan Burhan (2018) pengertian pencemaran udara ialah adanya bahan polutan di atmosfer yang dalam konsentrasi tertentu akan mengganggu keseimbangan dinamik atmosfer dan mempunyai efek pada manusia dan lingkungannya.

Dari pengertian Pencemaran udara tersebut di atas, dapat diartikan bahwa pencemaran udara sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia. Bila keadaan seperti itu terjadi maka dapat dikatakan udara telah tercemar (Prabowo dan Burhan, 2018)

Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 menyatakan bahwa Pencemar Udara adalah zat, energi, dan/atau komponen lainnya yang menyebabkan terjadinya pencemaran udara. Sedangkan 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. Udara Ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan berpengaruh terhadap kesehatan manusia, makhluk hidup, dan unsur lingkungan hidup lainnya. (PP No. 22 Tahun 2021).

Pencemaran terjadi karena adanya beberapa faktor atau elemen pendukung terjadinya proses pencemaran. Elemen-elemen yang mendukung terjadinya proses pencemaran udara adalah adanya sumber bahan pencemar yang mengeluarkan emisi polutan, adanya interaksi bahan pencemar di atmosfer yang menyebabkan turunnya kualitas udara dan menimbulkan akibat negatif pada manusia dan lingkungan (Prabowo dan Burhan, 2018)

## **2. Sumber Pencemar Udara**

Sumber pencemar udara adalah setiap kegiatan manusia yang mengeluarkan pencemar udara ke dalam udara ambien (PP No. 22 tahun 2021). Masuknya zat pencemar ke dalam udara dapat secara alamiah, misalnya asap kebakaran hutan, akibat gunung berapi, debu meteorit dan pancaran garam dari laut; juga sebagian besar disebabkan oleh kegiatan manusia, misalnya akibat aktivitas transportasi, industri, pembuangan sampah, baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran serta kegiatan rumah tangga. Terdapat dua jenis sumber pencemar yaitu sebagai berikut (Prabowo dan Burhan, 2018):

1. Zat pencemar primer, yaitu zat kimia yang langsung mengkontaminasi udara dalam konsentrasi yang membahayakan. Zat tersebut bersal dari komponen udara alamiah seperti karbon dioksida, yang meningkat diatas konsentrasi normal, atau sesuatu yang tidak biasanya, ditemukan dalam udara, misalnya timbal.

2. Zat pencemar sekunder, yaitu zat kimia berbahaya yang terbentuk di atmosfer melalui reaksi kimia antar komponen-komponen udara.

Sumber pencemar primer di udara dapat digolongkan menjadi 2 yaitu sumber yang bersifat alamiah (natural) dan kegiatan manusia (antropogenik). Contoh sumber alami adalah akibat letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu, spora tumbuhan, dan lain sebagainya. Sedangkan pencemaran antropogenik banyak dihasilkan dari aktivitas transportasi, industri, rokok, dari persampahan, baik akibat dekomposisi ataupun pembakaran, dan rumah tangga (Prabowo dan Burhan, 2018)

1. Sumber Alamiah (Natural)

- a. Akibat Letusan Gunung Berapi

Kegiatan alam yang bisa menyebabkan pencemaran udara diantaranya adalah kegiatan gunung berapi. Salah satu gas pencemar yang di hasilkan oleh gunung berapi adalah SO<sub>x</sub>.

- b. Akibat Kebakaran Hutan

Beberapa bahan pencemar dari kebakaran hutan yang dapat mencemari udara, diantaranya adalah hidrokarbon, karbon dioksida, senyawa sulfur oksida, senyawa nitrogen oksida dan nitrogen dioksida. Adapun bahan pencemar berbentuk partikel adalah asap berupa partikel karbon yang sangat halus bercampur dengan debu hasil dari proses pemecahan suatu bahan.

2. Sumber Kegiatan Manusia (Antropogenik)

Sumber antropogenik diantaranya berhubungan dengan proses pembakaran berbagai jenis bahan bakar, diantaranya (Prabowo dan Burhan, 2018):

- a. Sumber tidak bergerak (*stationary source*)

- 1) Sumber titik, yaitu sumber pada titik tetap, seperti cerobong asap atau tangki penyimpanan yang memancarkan pencemar udara
- 2) Sumber area, merupakan serangkaian sumber-sumber kecil yang bersama-sama dapat mempengaruhi kualitas udara di suatu

daerah. Contohnya adalah: pembakaran bahan bakar di rumah tangga, TPA, kebakaran hutan (sumber alamiah), konstruksi pembangunan, jalan tidak beraspal.

- b. Sumber bergerak (*mobile source*) contoh: kendaraan bermotor, pesawat, dan/atau kapal laut
  - 1) Sumber *on-road* (bergerak di jalan), contohnya: mobil, motor, bis kota, metromini, dan lain-lain.
  - 2) Sumber *non-road* (bergerak bukan di jalan), contohnya: pesawat terbang, kapal laut, kereta api, dan lain-lain.
- c. Debu zat kimia maupun partikel-partikel sebagai hasil dari industri pertanian dan perkebunan
- d. Asap dari penggunaan cat, *hair spray*, dan jenis pelarut lainnya
- e. Gas yang dihasilkan dari proses pembuangan akhir di TPA, yang umumnya adalah gas metan
- f. Peralatan militer contoh: senjata nuklir, gas beracun, senjata biologis, maupun roket.

### **3. Pencemaran Udara Dalam Ruangan**

Sumber penyebab polusi udara dalam ruangan antara lain yang berhubungan dengan bangunan itu sendiri, perlengkapan dalam bangunan (karpet, AC, dan sebagainya), kondisi bangunan, suhu, kelembaban, pertukaran udara, dan hal-hal yang berhubungan dengan perilaku orang-orang yang berada di dalam ruangan, misalnya merokok. Sumber polusi udara dalam ruang dapat berasal dari bahan-bahan sintetis dan beberapa bahan alamiah yang digunakan untuk karpet, busa, pelapis dinding, dan perabotan rumah tangga (asbestos, formaldehid, VOC), juga dapat berasal dari produk konsumsi (pengkilap perabot, perekat, kosmetik, pestisida/insektisida) (Prabowo dan Burhan, 2018).

Kontaminasi yang berasal dari dalam ruang yaitu kelembaban antara 25-75%. Spora jamur akan meningkat dan terjadi kemungkinan peningkatan pertumbuhan jamur, dan sumber kelembaban adalah tandon air, bak air di kamar mandi. Penyakit yang berhubungan dengan bioaerosol dapat berupa penyakit infeksi seperti flu,

hipersensitivitas: asma, alergi, dan juga toxicoses yaitu toksin dalam udara di ruangan yang terkontaminasi sebagai penyebab gejala SBS (*Sick Building Syndrome*) (Prabowo dan Burhan, 2018).

'*Sick building syndrome*' adalah sindrom penyakit yang diakibatkan oleh kondisi gedung. SBS merupakan kumpulan gejala-gejala dari suatu penyakit. Definisi SBS, adalah gejala yang terjadi berdasarkan pengalaman para pemakai gedung selama mereka berada di dalam gedung tersebut. Gejala SBS antara lain: sakit kepala, kehilangan konsentrasi, tenggorokan kering, iritasi mata dan kulit. Beberapa bentuk penyakit yang berhubungan dengan SBS: iritasi mata dan hidung, kulit dan lapisan lendir yang kering, kelelahan mental, sakit kepala, ISPA, batuk, bersin- bersin, dan reaksi hipersensitivitas (Prabowo dan Burhan, 2018).

Sementara itu, *The National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) dalam penelitiannya menyebutkan ada lima sumber pencemaran di dalam ruangan yaitu (Prabowo dan Burhan, 2018):

1. Pencemaran dari alat-alat di dalam gedung seperti asap rokok, pestisida, bahan-bahan pembersih ruangan.
2. Pencemaran di luar gedung meliputi masuknya gas buangan kendaraan bermotor, gas dari cerobong asap atau dapur yang terletak di dekat gedung, dimana kesemuanya dapat terjadi akibat penempatan lokasi lubang udara yang tidak tepat.
3. Pencemaran akibat bahan bangunan meliputi pencemaran formaldehid, lem, asbes, *fibreglass* dan bahan-bahan lain yang merupakan komponen pembentuk gedung tersebut.
4. Pencemaran akibat mikroba dapat berupa bakteri, jamur, protozoa dan produk mikroba lainnya yang dapat ditemukan di saluran udara dan alat pendingin beserta seluruh sistemnya.
5. Gangguan ventilasi udara berupa kurangnya udara segar yang masuk, serta buruknya distribusi udara dan kurangnya perawatan sistem ventilasi udara.

## **B. Mikroplastik**

### **1. Pengertian Mikroplastik**

Plastik mengalami proses degradasi yang berbeda yang mengarah pada pembusukan produk dimana hasil degradasi plastik menjadi berukuran semakin kecil. Istilah 'mikroplastik' pertama kali digunakan oleh Thompson (2006) untuk fragmen, pelet dan serat dengan dimensi (panjang) antara 5 mm-1 mm (Soltani, dkk., 2021). Mikroplastik menurut Lusher & Peter (2017) dalam Widianarko, dkk. (2018) didefinisikan sebagai partikel plastik kecil berukuran 5 mm atau lebih kecil. Mikroplastik dapat ditemukan di udara, tanah, air tawar, laut. Mikroplastik merupakan partikel plastik yang berukuran kecil dan memiliki ukuran kurang dari 5 mm (Browne *et al.*, 2008 dalam Tuhumury, dkk. 2020).

Mikroplastik secara luas digolongkan menurut karakter morfologi yaitu ukuran, bentuk, warna. Ukuran menjadi faktor penting berkaitan dengan jangkauan efek yang terkena pada organisme. Luas permukaan yang besar dibandingkan rasio volume dari sebuah partikel kecil membuat mikroplastik berpotensi melepas dengan cepat bahan kimia (Velzeboer *et al*, 2014 dalam Lusher & Peter, 2017 dalam Widianarko, dkk. 2018).

### **2. Pembentukan Mikroplastik di Lingkungan**

Mikroplastik dapat terbentuk dari proses produksi plastik secara langsung dengan berukuran mikro, seperti untuk kegunaan pada produk kosmetik, dll. Selain itu, pembentukan mikroplastik dapat disebabkan oleh proses degradasi dari berbagai faktor di lingkungan, dimana plastik berukuran besar dapat terurai menjadi ukuran mikro melalui beberapa proses seperti menurut Weinstein, dkk., 2016 dalam Liao, dkk., 2021 yang menyatakan bahwa mikroplastik terus terurai secara fisik menjadi partikel yang lebih kecil dari waktu ke waktu.

Untuk lebih membedakan MP dari nanoplastik; Frias and Nash (2019) dalam Ageel, dkk., (2022) mendefinisikan MP sebagai “partikel padat sintetik atau matriks polimer, dengan bentuk teratur atau tidak beraturan dan dengan ukuran

mulai dari 1 mm hingga 5 mm, yang berasal dari manufaktur primer atau sekunder, yang tidak larut dalam air”

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi degradasi polimer plastik diantaranya ditampilkan pada Tabel 1. (Chiellini (2001) dalam Widianarko, dkk. (2018)):

**Tabel 1.** Faktor yang Mempengaruhi Degradasi Plastik

| <b>Biologis</b>             | <b>Kimia</b> | <b>Fisik/Mekanis</b> |
|-----------------------------|--------------|----------------------|
| Jamur, bakteri predator     | Hidrolisis   | Pencucian            |
| Organisme yang lebih tinggi | Oksidasi     | Sinar matahari       |
|                             |              | Iklim                |
|                             |              | Tekanan mekanis      |

*Sumber: Chiellini, 2001 dalam Widianarko dan Inneke, 2018*

Mikroplastik berserat juga dapat mengalami degradasi foto-oksitatif di lingkungan, bersama dengan geseran angin dan/atau abrasi terhadap partikulat ambien lainnya, yang akhirnya terfragmentasi menjadi partikel halus (Gasperi, dkk. 2018).

### 3. Karakteristik Mikroplastik

Karakteristik mikroplastik terbagi atas jenis, ukuran dan warna mikroplastik yang dijelaskan sebagai berikut:

#### (1) Jenis Mikroplastik

Menurut Zhang *et al.* 2017 dalam Tuhumury, dkk. 2020, berdasarkan proses terbentuknya terdapat dua tipe mikroplastik, yakni:

- a. Mikroplastik primer, yakni mikroplastik yang merupakan hasil produksi plastik yang dibuat dalam bentuk mikro, seperti *microbeads* pada produk perawatan kulit yang masuk ke dalam saluran air. Mikroplastik primer merupakan mikroplastik yang diperoleh dari kosmetik dan produk kesehatan yang mengandung *microbead* atau *microexfoliate* seperti polietilen (PE), polipropilen (PP) dan polistiren (PS) (Horton dkk., 2017 dalam Alam dan Mulki, 2020).

- b. Mikroplastik sekunder, yakni merupakan pecahan, bagian atau hasil fragmentasi dari plastik yang lebih besar. Mikroplastik sekunder diperoleh dari degradasi plastik melalui proses fisik, kimia dan biologi (Thompson, 2006; Ryan dkk., 2009 dalam Alam dan Mulki, 2020), misalnya plastik yang terkena radiasi sinar UV atau arus air yang deras yang menyebabkan plastik terdegradasi menjadi mikroplastik (Avio dkk., 2016 dalam Alam dan Mulki, 2020).

Mikroplastik dapat berbentuk serat (fiber), lapisan tipis, fragmen, atau granula. Mikroplastik terbagi menjadi dua jenis yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder (Arthur dkk., 2009 dalam Alam dan Mulki, 2020). Mikroplastik berdasarkan bentuknya dapat dibagi dalam *granules*, fragmen, fiber, film (Adila, 2021):

- a. Mikroplastik Fragmen

Mikroplastik fragmen berbentuk pecahan dari plastik (Ismail, dkk., 2019 dalam Adila, 2021). Mikroplastik fragmen dapat ditemukan pada hasil fragmentasi dari sampah makro yang disebabkan adanya radiasi sinar UV, gelombang air laut, bahan yang oksidatif terhadap plastik, sifat hidrolitik air laut, botol plastik, tali tambang, sisa-sisa toples yang terbuang, kepingan galon dan potongan-potongan kecil pipa paralon (Adila, 2021).

- b. Mikroplastik Fiber

Mikroplastik mempunyai bentuk serabut atau serat yang mudah terakumulasi pada sedimen (Pangandaran, 2018 dalam Adila, 2021). Mikroplastik fiber dapat ditemukan sampah makro yang dihasilkan dari kegiatan nelayan laut seperti dan jaring, botol plastik, tali tambang, potongan plastik, kain sintesis, limbah cucian

- c. Mikroplastik Film

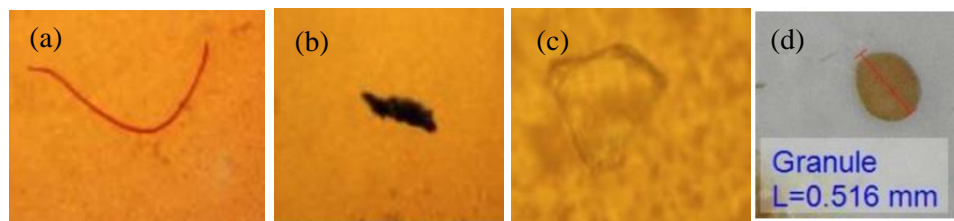
Mikroplastik film mempunyai bentuk lembaran (Pangandaran, 2018 dalam Adila, 2021). Mikroplastik film dapat ditemukan pada penguraian kantong plastik yang biasanya terlihat transparan, memiliki lapisan sangat tipis berbentuk lembaran dengan densitas yang rendah



d. Mikroplastik Granula

Mikroplastik granula adalah jenis mikroplastik yang berbentuk butiran. Jenis mikroplastik granula adalah jenis mikroplastik yang dapat digolongkan dalam mikroplastik primer dan sekunder. Sumber mikroplastik granula secara primer dapat berasal dari pembuatan bahan baku plastik dari industri produk kecantikan, pembersih badan serta *hand sanitizer* (Faruqi, 2019). Adapun sumbernya secara sekunder dapat berasal dari hasil fragmentasi perabot plastik seperti ember cucian, kursi plasti, dll. (Victoria, 2017)

Adapun beberapa gambaran bentuk mikroplastik disajikan dalam Gambar berikut:



**Gambar 1.** Bentuk Mikroplastik: (a) Fiber (Widianarko, dkk. 2018), (b) Fragmen (Widianarko, dkk. 2018), (c) Film (Widianarko, dkk. 2018), (d) Granula (Faruqi, 2019)

Jenis mikroplastik berdasarkan rumus kimia dan densitasnya disajikan pada **Tabel 2:**

**Tabel 2.** Jenis Mikroplastik Berdasarkan Rumus Kimia dan Densitasnya

| Type Plastik             | Densitas (g/cm <sup>-3</sup> ) |
|--------------------------|--------------------------------|
| <i>Polyethylene</i>      | 0,917-0,965                    |
| <i>Polypropylene</i>     | 0,9-0,91                       |
| <i>Polystyrene</i>       | 1,04-1,1                       |
| <i>Polyamide (nylon)</i> | 1,02-1,05                      |
| <i>Polyester</i>         | 1,24-2,3                       |
| <i>Acrylic</i>           | 1,09-1,2                       |
| <i>Polyoxymethylene</i>  | 1,41-1,61                      |

Lanjutan **Tabel 2.** Jenis Mikroplastik Berdasarkan Rumus Kimia dan Densitasnya

| <b>Tipe Plastik</b>               | <b>Densitas (g/cm<sup>3</sup>)</b> |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| <i>Polyvinyl Alcohol</i>          | 1,19-1,31                          |
| <i>Polyvinyl Chloride</i>         | 1,16-1,58                          |
| <i>Poly Methylacrylate</i>        | 1,17-1,2                           |
| <i>Polyethylene Terephthalate</i> | 1,37-1,45                          |
| <i>Alkyd</i>                      | 1,24-2,1                           |
| <i>Polyurethane</i>               | 1,2                                |

Sumber: Hidalgo-Ruz *et al.* (2012) dalam Widianarko, dkk. (2018)

Bentuk dominan mikroplastik atmosfer adalah serat (Dris *et al.*, 2017; Liu *et al.*, 2019 dalam Liao, dkk., 2021), fragmen (Allen *et al.*, 2019; Klein dan Fischer, 2019 dalam Liao, dkk., 2021) dan butiran (Dehghani *et al.*, 2017 dalam Liao, dkk., 2021). Bentuk mikroplastik tertentu dapat berkontribusi pada potensi risiko kesehatan bagi organisme, dengan serat yang rentan terjat di dalam saluran usus dan disimpan dalam organisme untuk durasi yang lebih lama (Rochman *et al.*, 2019 dalam Liao, dkk., 2021). Polimer yang paling banyak diproduksi (misalnya, polietilen (PE), polipropilen (PP), polistirena (PS), polietilen tereftalat (PET), polivinil klorida (PVC)) juga merupakan komposisi mikroplastik udara yang paling umum (Q. Zhang *et al.*, 2020; Y. Zhang dkk., 2020 dalam Liao, dkk., 2021)

## (2) Ukuran Mikroplastik

Secara umum, mikroplastik memiliki ukuran < 5 mm. Adapun ukuran Mikroplastik berdasarkan bentuknya disajikan dalam Tabel 3:

**Tabel 3.** Mikroplastik Berdasarkan Bentuknya

| <b>Klasifikasi Bentuk</b> | <b>Istilah Lain yang Digunakan</b>                                 | <b>Ukuran (mm)</b>  |
|---------------------------|--|---|
| Fragmen                   | Partikel tidak beraturan, kristal, bulu, bubuk, potongan, serpihan | 0,17212 – 2,51264<br>(Widianarko, dkk. 2018)                                |
| Serat                     | Filamen, <i>microfiber</i> , helaian, benang                       | 0,27549 – 5,79264<br>(Widianarko, dkk. 2018), 4,85<br>(Gasperi, dkk., 2018) |

Lanjutan **Tabel 3.** Mikroplastik Berdasarkan Bentuknya

|         |   |   |
|---------|---|---|
| Film    | Mikroplastik film mempunyai bentuk lembaran | 0.19055 - 1.39021 (Widianarko, dkk. 2018)                   |
| Butiran | Granula                                     | $\leq 1$ (Faruqi, 2019)), 0,25-0,5 mm (Dehgani, dkk., 2017) |

Sumber: Widianarko, dkk. 2018

Ukuran mikroplastik dikategorikan secara umum yakni  $< 5$  mm. Spesifikasi ukuran mikroplastik bervariasi setiap jenisnya, dimana dari setiap penelitian yang telah dilakukan, ukuran mikroplastik berbeda-beda dan belum terdapat standar yang menentukan ukuran dari jenis mikroplastik yang ada. Sehingga penentuan mikroplastik lebih banyak ditentukan berdasarkan bentuk dari jenisnya saja.

### (3) Warna Mikroplastik

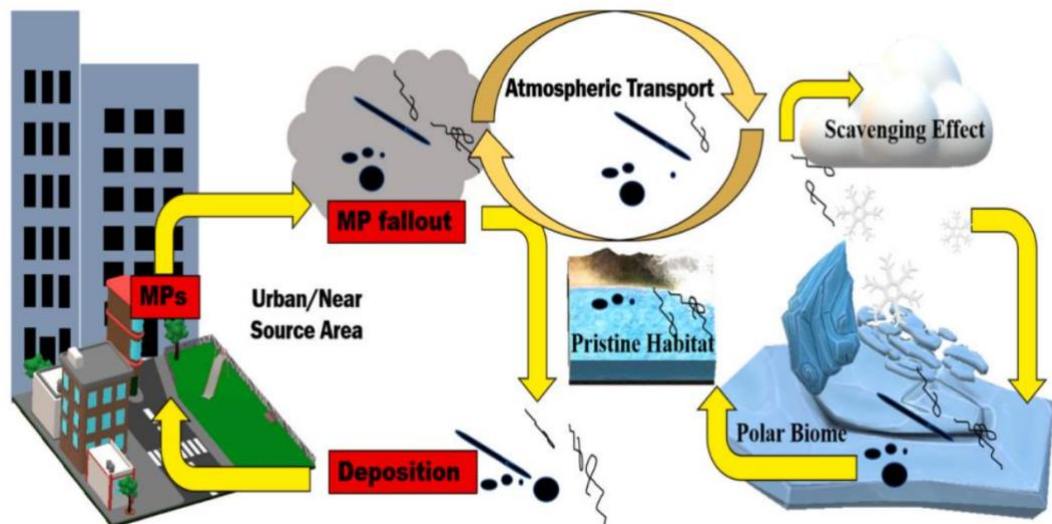
Setiap jenis mikroplastik memiliki banyak warna, diantaranya warna yang teridentifikasi dapat terdiri atas putih-transparan, kuning-oranye, merah-merah muda, biru-hijau, maupun abu-abu-hitam (Abbasi, dkk., 2019). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dehgani, dkk. (2017); Zhang, dkk. (2020); Liu, dkk. (2019); Catarino, dkk. (2018); Dris, dkk. (2017), warna mikroplastik terdiri atas transparan, merah, biru, hijau, kuning, oranye, merah muda, abu-abu, coklat dan ungu. Selain itu berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Dehgani, dkk. (2017); Zhang, dkk. (2020); Liu, dkk. (2019); Catarino, dkk. (2018); Dris, dkk. (2017), mikroplastik yang teridentifikasi terdiri atas biru, merah, kuning, transparan, oranye, merah muda, hijau dan ungu

## 4. Sumber Mikroplastik

Peningkatan sumber mikroplastik dikaitkan dengan kepadatan penduduk yang lebih tinggi. Setiap peningkatan jumlah penduduk di suatu kota mengakibatkan aktivitas yang semakin beragam (baik di luar ruangan maupun di dalam ruangan), yang dapat menyebabkan penurunan kualitas udara (Browne *et al.* 2011 dalam Bahrina, dkk. 2020). Partikel plastik di lingkungan dapat berasal dari beberapa sumber, antara lain kerusakan plastik alam, pembuangan langsung produk industri,

serat dari kain sintetis, ban bekas mobil atau motor, dan bahan yang digunakan untuk produk kosmetik. Kendaraan di setiap jalan menyebabkan ban kendaraan menjadi aus sehingga menimbulkan debu plastik. Jika dihembuskan ke udara, debu tersebut dapat berkontribusi terhadap penurunan kualitas udara (Asrin dan Arie, 2019)

Mikroplastik jenis fiber berasal dari kain sintetis yang dapat terlepas akibat pencucian pakaian, jala ikan, bahan baku industri, alat rumah tangga, kantong plastik yang dirancang untuk terdegradasi di lingkungan, atau akibat pelapukan produk plastik (Tuhumury, dkk. 2020). Adapun penyebaran mikroplastik di udara perkotaan dapat dilihat pada Gambar 2:



**Gambar 2.** Penyebaran Mikroplastik di Udara Perkotaan, (Sridharan, 2021)

## 5. Paparan Mikroplastik Pada Manusia

Paparan mikroplastik pada tubuh manusia dapat terjadi melalui beberapa jalur, diantaranya adalah sebagai berikut:

### a. Inhalasi

Inhalasi adalah rute utama paparan mikroplastik udara dan debu merupakan media yang signifikan untuk inhalasi manusia (Liu *et al.*, 2019a; Revel *et al.*, 2018 dalam Sridharan, 2021). Mikroplastik udara, ketika dihirup, berpotensi menyebabkan berbagai penyakit pada sistem pernapasan dan kardiovaskular,

atau bahkan kanker (Barboza *et al.*, 2018; Prata, 2018 dalam Sridharan, 2021). Di perkotaan Cina, paparan harian PET untuk anak-anak melalui debu dalam ruangan diperkirakan 17.300 ng/kg berat badan (Liu *et al.*, 2019 dalam Sridharan, 2021), yang tidak dapat diabaikan. Tapi Vianello dkk. (2019) dalam Sridharan (2021) menunjukkan melalui percobaan dalam ruangan di tiga apartemen perumahan (Denmark) bahwa paparan inhalasi manusia terhadap mikrofiber alami (91%) lebih besar daripada serat sintetis (plastik) (4%).

b. Tertelan

Paparan mikroplastik dengan cara tertelan umumnya dianggap lebih tinggi daripada inhalasi (Senathirajah *et al.*, 2021 dalam Sridharan, 2021). Paparan mikroplastik dengan cara tertelan dapat terjadi pada saat adanya aktivitas berbicara, makan, dll (Sridharan, 2021).

c. Kontak Kulit

Mikroplastik udara dapat menempel pada rambut, dan karenanya kontak kulit melalui kulit kepala merupakan sumber paparan yang potensial (Abbasi dan Turner, 2021 dalam Sridharan, 2021). Dalam sebuah penelitian yang dilakukan di Iran pada air liur, rambut, dan kulit penduduk (lokal), serat PE, PET, dan PP (bersumber dari pdalam dan luar ruangan) secara konsisten ada, terutama di semua sampel rambut (Abbasi dan Turner, 2021 dalam Sridharan, 2021). Studi tersebut menginterpretasikan bahwa rambut kepala manusia memiliki luas permukaan yang tinggi, dan berliku-liku, yang membuat mereka memperoleh muatan elektrostatis untuk menarik, menjebak, dan menampung mikroplastik udara, terutama serat yang dipancarkan dari pakaian, furnitur lembut, dll. Mikroplastik ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui kontak kulit dan penyerapan (kulit kepala) meskipun tetap tidak terbukti. Komposisi mikrofiber di udara berubah dengan kebutuhan pakaian yang berbeda menurut musim (Kaya *et al.*, 2018 dalam Sridharan, 2021).

Mikroplastik dengan partikel yang lebih kecil dari 5 mm (Dris *et al.* 2017 dalam Bahrina, dkk. 2020), dapat mengancam aktivitas dan kesehatan manusia (Eerkes-Medrano, Thompson, dan Aldridge 2015 dalam Bahrina, dkk. 2020). Partikel mikroplastik di udara dapat masuk ke dalam sistem pernapasan, di mana beberapa

partikel yang terhirup akan disimpan di saluran napas bagian atas, sementara yang lain akan disimpan di paru-paru sehingga menyebabkan respons biologis seperti peradangan (Gasperi *et al.* 2018 dalam Bahrina, dkk. 2020). Hasil satu studi mikroskopis paru-paru manusia menunjukkan bahwa 87% dari sampel yang diteliti mengandung serat (Pauly *et al.* 1998 dalam Bahrina, dkk. 2020)

Pekerja industri tekstil sintetis terpapar mikroplastik di udara seperti nilon, PE, PP, PS, PET, dll. (Kelly dan Fussell, 2020 dalam Sridharan, 2021). Sebuah penelitian menunjukkan bahwa mikrofiber yang dapat dihirup (serat tekstil poliester dan nilon) memperlambat perkembangan dan menghambat perbaikan sel organoid saluran napas paru (*in vitro*) pada sel manusia dan urin (Dijk *et al.*, 2021 dalam Sridharan, 2021). Sebuah studi baru-baru ini pada terkait mikroplastik dilakukan dengan mengamati efek toksikologi yang signifikan termasuk perubahan morfologis dan proliferasi sel alveolar manusia yang terhambat dalam 24 jam paparan (Goodman *et al.*, 2021 dalam Sridharan, 2021). Namun, penelitian *in vivo* lainnya menunjukkan tidak ada dampak inhalasi (paparan intra-trakea) yang signifikan dari PE pada tikus hamil (studi kehamilan dan neonatal) (Han *et al.*, 2021 dalam Sridharan, 2021).

Hampir semua studi toksisitas yang tersedia menunjukkan dampak yang tidak konsisten, terutama karena terbatasnya pengetahuan tentang paparan industri yang realistis terhadap mikroplastik udara. Administrasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (OSHA) (Amerika Serikat) tidak memasukkan paparan jangka panjang terhadap plastik dalam pedomannya (OSHA, 2016 dalam Sridharan, 2021). Sayangnya, tidak ada negara di dunia yang telah memiliki undang-undang aktif atau batas paparan pekerjaan untuk mikroplastik udara.

Ada 2 alasan utama kurangnya kerangka hukum: (1) Mikroplastik masih dianggap sebagai kontaminan yang menjadi perhatian baru dan ada keterbatasan dokumentasi mikroplastik udara di seluruh dunia; (2) Pengukuran pertama anggota mikroplastik udara baru dilakukan pada tahun 2015 dan karenanya metode karakterisasi standar belum tersedia. Tapi tetap saja, pekerja industri plastik dan karet India telah diamati secara konsisten mengembangkan kondisi kesehatan seperti karsinoma, kerusakan sitogenetik, tingkat stres oksidatif yang tinggi, dan

enzim hati, tingkat *glutathione*, hemoglobin yang rendah, dll. (Pedoman K3 India, 2018 dalam Sridharan, 2021).

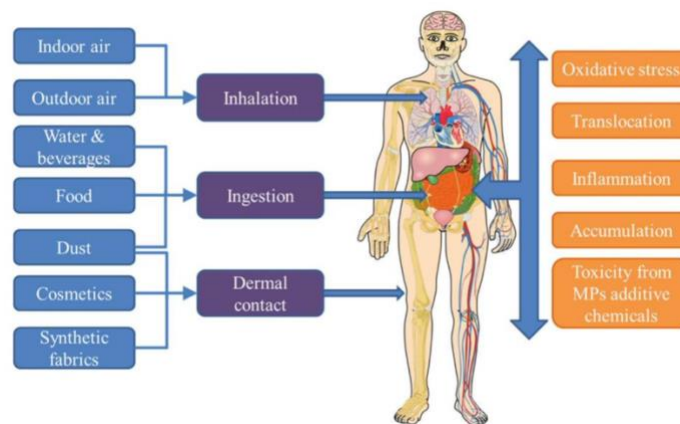
Banyak negara di dunia (Amerika Serikat, Inggris, Cina, dll.) telah memperbarui pedoman/peraturan mereka tentang PM luar ruangan (Pedoman EPA AQI, 2014 dalam Sridharan, 2021), dan mikroplastik dapat dianggap sebagai bagian dari PM. Namun, studi lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan kebijakan peraturan terbaru tentang bahaya pekerjaan dan paparan jangka panjang dan toksisitas PM. Tidak ada penelitian terbaru yang tersedia tentang bahaya dampak dari PM-Mikroplastik yang dapat dihirup/tidak dapat dihirup. Selain itu, pedoman PM yang tersedia berfokus terutama pada partikel yang dapat dihirup, sementara mikroplastik juga dapat menempel pada rambut (yang bisa menjadi rute paparan utama) dan kulit (Abbasi dan Turner, 2021 dalam Sridharan, 2021), dan hanya sedikit atau tidak ada informasi yang tersedia di paparan dermal (kulit kepala, wajah, tangan) jangka panjang dari mikroplastik udara mengenai pekerja industri. Pekerja di industri flock (serat dekoratif), tekstil sintetis, plastik, dan industri pengemasan rentan terhadap paparan tinggi mikroplastik di udara, yang dapat menyebabkan penyakit akibat kerja (Prata, 2018 dalam Sridharan, 2021), sedangkan masyarakat umum mungkin tidak.

Setelah terhirup, mikroplastik atau nanoplastik dapat memasuki jalan napas sentral dan paru distal (Levermore *et al.*, 2020 dalam Sridharan, 2021), dan menyebabkan kerusakan DNA, kerusakan sel, stres oksidatif, peradangan, sekresi sitokin, dll. (Vethaak dan Legler, 2021 dalam Sridharan, 2021). Beberapa studi *in vivo* dan *in vitro* telah memberikan bukti untuk toksisitas paru, permeabilitas seluler, dan teratogenisitas mikroplastik di udara (Lim *et al.*, 2021; Isinibilir *et al.*, 2020; Hwang *et al.*, 2019 dalam Sridharan, 2021). Paparan mikroplastik atmosfer dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan kekebalan, peradangan, dan degenerasi saraf (Prata *et al.*, 2020 dalam Sridharan, 2021).

Sebuah studi praklinis baru-baru ini telah mengidentifikasi mikroplastik dalam membran amniokorial, ibu dan janin dari plasenta manusia yang dikumpulkan selama persalinan dari sukarelawan wanita sehat (Ragusa *et al.*, 2021 dalam Sridharan, 2021), menyoroti kemungkinan teratogenisitas mikroplastik dan agen

pengganggu endokrin terkait seperti seperti BPA, ftalat, monomer, dll. (Rai *et al.*, 2021 dalam Sridharan, 2021). Pada hewan laut, mikroplastik yang dihirup dapat berinteraksi dengan jaringan epitel, dan membawa patogen, menyebabkan implikasi toksikologi, nutrisi, perkembangan, atau imunologi, yang tampaknya sangat mirip dengan konsumsi, menyebabkan peradangan jaringan, proliferasi/nekrosis sel, dan penekanan kekebalan (Wright dan Kelly, 2017 dalam Sridharan, 2021). Partikel berukuran nano dapat dengan mudah berinteraksi dengan protein, enzim, atau komponen biokimia sel, menyebabkan cedera, peradangan, dll. (Nho, 2020 dalam Sridharan, 2021).

Adapun jalur paparan mikroplastik pada manusia dan resiko yang ditimbulkannya dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini:



**Gambar 3.** Jalur Paparan Mikroplastik pada Manusia dan Resiko yang Ditimbulkannya

## 6. Mikroplastik Dalam Ruangan

Lingkungan dalam ruangan penting bagi kehidupan manusia modern karena sebagian besar waktu (hingga 90% atau lebih) yang dihabiskan orang di dalam ruangan (misalnya, rumah, kantor, transportasi, dll.). Selanjutnya, kualitas lingkungan dalam ruangan memiliki implikasi substansial bagi kesehatan dan kesejahteraan manusia. Ini semakin diperburuk oleh berbagai tindakan *lockdown* yang ditetapkan oleh beberapa negara di seluruh dunia untuk membatasi penyebaran COVID-19, yang dapat berkontribusi pada peningkatan paparan



kontaminan yang muncul, seperti anggota mikroplastik, di dalam ruangan (Ageel, dkk., 2022).

Mikroplastik di dalam ruangan dapat bersumber dari pakaian tekstil sintetis, furnitur seperti peralatan makan, bahan konstruksi seperti cat, dll. Selain itu, penelitian yang dilakukan *East Normal China University (Shanghai)* mengidentifikasi adanya partikulat plastik yang diidentifikasi (rayon, akrilik, poliester, PET) yang bersumber terutama dari pakaian, tempat tidur, dan tirai. Namun, 60% dari partikulat berserat yang dikumpulkan diidentifikasi sebagai serat alami (kapas, wol) (Zhang *et al.*, 2020 dalam Sridharan, 2021). Potensi sumber mikroplastik dalam debu dalam ruangan sangat melimpah karena plastik dapat ditemukan di perabotan rumah tangga seperti karpet, mainan, karet busa, peralatan dapur (piring, gelas, peralatan makan, mangkuk, botol, pemotong), papan, dan sebagainya), kabel listrik, tekstil (tikar, furnitur, pakaian, gordena, linen, kasur), cat dalam ruangan, bahan pembersih, dan barang-barang lainnya (Macher 2001; Biro 2007; Webster dkk. 2009 dalam Bahrina, dkk. 2020). Dengan kata lain, sumbernya hampir ada di mana-mana.

Debu dalam ruangan dianggap sebagai media penting bagi manusia untuk terpapar beberapa polutan seperti, bahan bangunan, produk pengecatan, mikroorganisme, logam berat seperti timbal, dan beberapa polutan kimia organik (misalnya penghambat api dan *plasticizer*). Adanya mikroplastik pada berbagai konsentrasi, bentuk dan ukuran dalam debu dalam ruangan baru-baru ini dilaporkan. Sebuah studi di tiga lokasi dalam ruangan yang berbeda di Paris termasuk dua apartemen pribadi dan satu kantor di Universitas Paris-Est-Creteil menunjukkan bahwa jumlah serat mikroplastik dalam sampel debu dari kantong penyedot debu berkisar antara 1 hingga 60 serat per m<sup>3</sup>. Konsentrasi ini melebihi jumlah mikroplastik yang terdeteksi pada debu di luar ruangan (0,3 hingga 1,5 serat per m<sup>3</sup>), dimana hal tersebut mengindikasikan potensi yang lebih tinggi untuk manusia terpapar mikroplastik dalam ruangan dibandingkan di luar ruangan (Ageel, dkk. 2022).

Dalam studi di seluruh dunia tentang mikroplastik dalam debu rumah dari 12 negara berbeda termasuk Cina, Kolombia, Yunani, Jepang, Kuwait, dan Arab

Saudi. Anggota mikroplastik terdeteksi di semua 286 sampel debu, pada konsentrasi 38-120.000  $\mu\text{g g}^{-1}$  (median: 5900  $\mu\text{g g}^{-1}$ ). Kehadiran mikroplastik di udara dalam ruangan dikaitkan dengan emisi dan distribusi dari berbagai sumber termasuk, furnitur, sampah, ipal kota, dan bahan konstruksi. Demikian juga, Webster *et al.*, (2009) mengidentifikasi beberapa sumber mikroplastik ke udara dalam ruangan seperti: tekstil (tikar, pakaian, gorden, kasur), mainan, karet, peralatan dapur (piring, gelas, peralatan makan, mangkuk, botol), kabel listrik, elektronik, cat dalam ruangan, dan bahan pembersih (Ageel, dkk. 2022).

Peran debu sebagai matriks penting untuk paparan manusia terhadap berbagai kelompok kontaminan kimia berbahaya merupakan sebuah perhatian penting yang disorot secara luas selama dua dekade terakhir. Hal tersebut mendorong beberapa penelitian terpadu terkait potensi paparan mikroplastik pada manusia melalui debu dalam ruangan. Sebuah studi tentang mikroplastik polietilen tereftalat (PET) dan polikarbonat (PC) dalam sampel debu dalam dan luar ruangan dari 39 kota di Cina melaporkan perkiraan asupan harian (*Estimated Daily Intake/EDI*) untuk kelompok usia yang berbeda turun antara 6500–89 700 ng/kg bb/hari. Anak-anak adalah kelompok usia terpapar tertinggi dengan rata-rata EDI 17.300 ng/kg bb/hari, sedangkan rata-rata EDI PET MP pada remaja dan dewasa masing-masing adalah 7.270 dan 6.500 ng/kg bb/hari (Ageel, dkk. 2022).

Perbandingan antara debu dalam ruangan dan luar ruangan melalui EDI anggota mikroplastik PET di semua kelompok usia yang diteliti mengungkapkan paparan yang lebih tinggi (hampir dua kali lipat) melalui debu dalam ruangan. Temuan serupa dilaporkan oleh penelitian terbaru pada mikroplastik dalam debu dalam ruangan dari 32 rumah di Australia dengan perkiraan tingkat konsumsi rata-rata 6,1 mg per kg bb per tahun (EDI 16.712 ng per kg bb per hari) untuk anak-anak dan 0,5 mg per kg bb per tahun (EDI 1370 ng per kg bb per hari) untuk dewasa (Ageel, dkk. 2022).

Zhang *et al.*, (2020) dalam Ageel, dkk., (2022) menyelidiki konsentrasi mikroplastik di udara dalam ruangan di tiga lingkungan mikro dalam ruangan yang berbeda, yaitu: kamar asrama, kantor, dan gedung kuliah di *East China Normal University*. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kelimpahan mikroplastik

tertinggi berada di asrama ( $9,9 \times 10^3$  mikroplastik per  $m^2$  per hari), diikuti oleh kantor ( $1,8 \times 10^3$  mikroplastik per  $m^2$  hari) dan koridor ( $1,5 \times 10^3$  mikroplastik per  $m^2$  hari). Hal ini menunjukkan bahwa aliran sirkulasi udara mempengaruhi distribusi mikroplastik di udara. Dari pengukuran yang dilakukan, jenis mikroplastik yang diperoleh yang paling banyak adalah jenis fiber yang memiliki komposisi polimer yang sama dengan produk tekstil. Hal ini menunjukkan bahwa kuantitas tekstil dalam ruangan adalah salah satu faktor utama yang mempengaruhi kelimpahan mikroplastik dalam ruangan, sedangkan turbulensi aliran udara yang tinggi dapat meningkatkan abrasi serat tekstil dan migrasi mikroplastik di lingkungan dalam ruangan.

Ada peningkatan limbah domestik dan medis di seluruh dunia selama pandemi COVID-19 karena kelangkaan tenaga kerja untuk menangani sampah yang menumpuk (You *et al.*, 2020 dalam Sridharan, 2021). Alat pelindung diri (APD) yang dibuang dan masker sekali pakai yang digunakan oleh tenaga medis telah menyebabkan akumulasi plastik yang masif di lingkungan (Adyel, 2020 dalam Sridharan, 2021). Selain itu, penutup kepala sintetis, penutup sepatu dan APD juga diperkirakan menjadi sumber mikroplastik udara. Tetapi tingkat kejatuhan mikroplastik di atmosfer dari limbah yang muncul ini belum jelas. Masker kain yang digunakan oleh orang-orang di seluruh dunia telah menjadi sumber paten untuk mikroplastik atmosfer (alami/sintetis) (Fadare *et al.*, 2020 dalam Sridharan, 2021). Mengenakan dan menggunakan kembali masker wajah sintetis meningkatkan paparan inhalasi (hidung/oral) mikroplastik, sementara masker lain yang umum digunakan (katun, kain *fashion*, bedah, karbon aktif) selain N95, yang dapat menyaring 95% partikel kecil di udara (mengurangi inhalasi virus secara efektif) menimbulkan risiko inhalasi mikroplastik atmosfer yang lebih tinggi (Li *et al.*, 2021 dalam Sridharan, 2021).

Namun, penelitian menarik menemukan bahwa memakai masker, bahkan untuk jangka panjang (720 jam), menurunkan risiko inhalasi partikulat (butiran, fragmen) mikroplastik di udara, sementara meningkatkan risiko inhalasi mikroplastik berserat (serat sintetis). Namun demikian, terlepas dari penggunaan masker, risiko inhalasi mikroplastik dan nanoplastik di udara (luar/dalam ruangan)

tinggi (Sridharan, 2021). Enyo dkk. (2020) dalam Sridharan (2021) mengemukakan bahwa permukaan mikroplastik yang terkontaminasi di udara dapat menjadi jalur transmisi potensial untuk COVID-19 tanpa harus bepergian atau kontak langsung dengan orang yang terinfeksi. Meskipun hal ini belum terbukti secara valid.

### **C. Uji Normalitas**

Uji normalitas adalah analisis statistik yang digunakan untuk mengetahui hasil data terdistribusi normal atau ada dalam sebaran normal. Distribusi normal adalah distribusi kontinyu dengan grafik fungsi probabilitasnya berbentuk lonceng atau disebut kurva lonceng atau kurva lonceng setangkup. Kesimpulan dari hasil uji normalitas dapat ditentukan dengan (Pratama dan Rita Intan, 2021):

- a. Signifikansi bernilai  $> 0,05$ , yang menandakan data terdistribusi normal.
- b. Signifikansi  $< 0,05$  menandakan data terdistribusi tidak normal

Uji normalitas dapat membuktikan bahwa sampel benar-benar representatif yang menandakan bahwa data hasil penelitian dapat digeneralisasikan pada populasi (Widana dan Putu Lia, 2020).

### **D. Uji ANOVA**

Uji Anova adalah uji statistik yang digunakan untuk data yang berjumlah lebih dari dua variabel uji. Anova merupakan salah satu uji statistik parametrik yang digunakan untuk menganalisis sampel data yang memiliki kriteria tertentu, dimana uji ini mempersyaratkan normalitas dan homogenitas data (Usmadi, 2020). Adapun syarat pengujian Anova adalah sebagai berikut:

- a. Jika signifikansi bernilai  $< 0,05$  menandakan bahwa hasil data sampel memiliki perbedaan yang signifikan
- b. Jika signifikansi bernilai  $> 0,05$  menandakan bahwa hasil data sampel memiliki perbedaan yang signifikan

## E. Uji Kruskal-Wallis

Uji Kruskal Wallis merupakan salah satu uji non parametrik untuk kelompok sampel independen yang digunakan untuk membandingkan dua variabel sampel yang tidak sama (bebas) dengan jenis kelompok yang dibandingkan dua atau lebih dari dua. Pengujian hipotesis dengan metode Kruskal-Wallis adalah sebagai berikut (Quraisy, dkk., 2021):

H0 = Tidak terdapat perbedaan nilai terhadap variabel yang diuji

H1 = Terdapat perbedaan nilai terhadap variabel yang diuji

Dimana penarikan kesimpulan dapat dilakukan dengan melihat nilai sig. yakni sebagai berikut (Quraisy, dkk., 2021):

- a. Apabila nilai Sig < 0,05 maka H0 ditolak dan H1 diterima
- b. Apabila nilai Sig > 0,05 maka H0 diterima dan H1 ditolak

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Rancangan Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan pertama-tama mempelajari literatur terkait mikroplastik yang telah dilakukan sebelumnya. Terdapat dua kelompok data yang digunakan dalam penelitian ini, yakni data primer yang diperoleh langsung saat pengukuran di lapangan dan data sekunder yang merupakan data tambahan untuk mendukung penelitian. Data primer yang akan digunakan dalam penelitian ini mencakup karakteristik dalam ruangan lokasi penelitian seperti jumlah penghuni ruang, jumlah ventilasi dan karakteristik ruang lainnya. Selain itu, data primer yang diperoleh adalah koordinat lokasi pengambilan sampel dan data jumlah kelimpahan mikroplastik dalam ruangan tempat dilakukannya penelitian.

Penelitian ini akan menghasilkan data konsentrasi dan kelimpahan mikroplastik dari tiga ruangan di tiga sekolah lokasi penelitian, yakni UPT SPF SMP Negeri 17 Makassar, SMP Negeri 8 Makassar dan SMA Negeri 6 Makassar. Ketiga sekolah tersebut merupakan sekolah yang berada pada klasifikasi Jalan Kolektor di Kota Makassar.

Adapun bagan alir penelitian ini dimulai dari penyusunan Bab I yang memuat pendahuluan, Bab II yang memuat tinjauan kepustakaan, Bab III yang memuat metodologi penelitian, Bab IV yang memuat hasil dan pembahasan terkait analisa data dan Bab V sebagai penutup. Adapun bagan alirnya dapat dilihat pada **Gambar 4**, sebagai berikut: