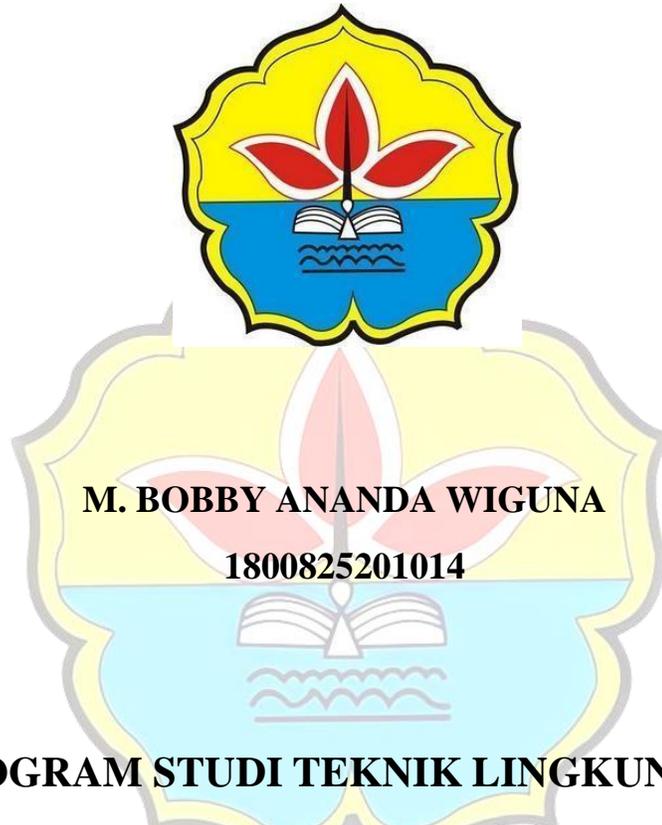


**ANALISIS KONTAMINASI MIKROPLASTIK PADA AIR
MINUM DALAM KEMASAN DENGAN POLIMER PET**

TUGAS AKHIR



M. BOBBY ANANDA WIGUNA

1800825201014

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BATANGHARI

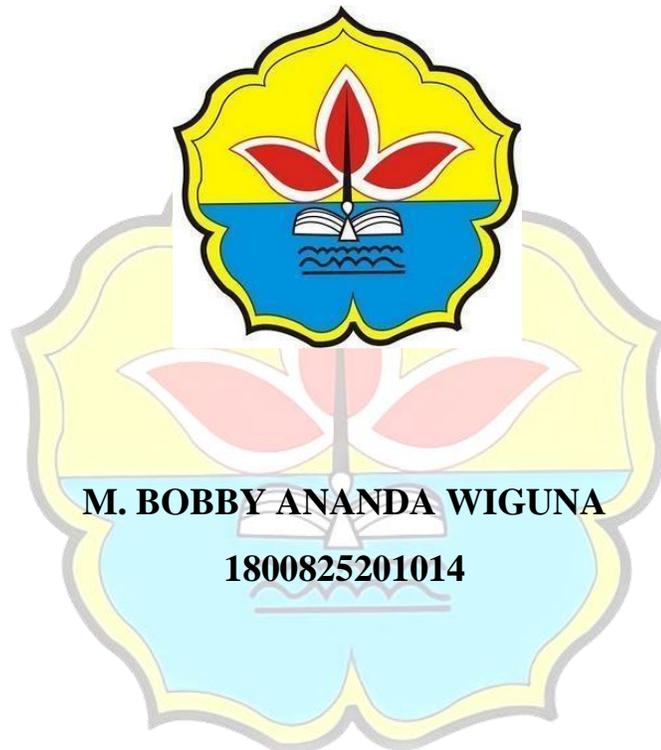
JAMBI

2023

ANALISIS KONTAMINASI MIKROPLASTIK PADA AIR MINUM DALAM KEMASAN DENGAN POLIMER PET

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BATANGHARI

JAMBI

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS KONTAMINASI MIKROPLASTIK PADA AIR MINUM DALAM KEMASAN DENGAN POLIMER PET

TUGAS AKHIR

Oleh

M. Bobby Ananda Wiguna

1800825201014

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi, menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan Judul dan Penyusun sebagaimana tersebut diatas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku pada Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Jambi,

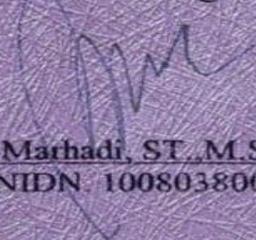
2023

Pembimbing I



Siti Umi Kalsum, ST., M.Eng
NIDN. 1027067401

Pembimbing II



Marhadi, ST., M.Si
NIDN. 1008038002

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KONTAMINASI MIKROPLASTIK PADA AIR MINUM DALAM KEMASAN DENGAN POLIMER PET

Tugas Akhir ini telah dipertahankan pada Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Nama : M. Bobby Ananda Wiguna
NPM : 1800825201014
Hari/Tanggal : Selasa, 23 Mei 2023
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik
Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua

1. Peppy Herawati, ST, MT
NIDN. 1012027402

Sekretaris

2. Marhadi, ST, M.Si
NIDN. 100803800

Anggota

3. Asih Suzana, ST, MT
NIDN. 1016068408
4. Hendri Wibowo, ST, ME
NIDN. 9910003868
5. Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng
NIDN. 1027067401

Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



Dr. H. Fakhru Rozi Yamali, ME
NIDN. 10151128501



Marhadi, ST, M. Si
NIDN. 1008038002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN



yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Bobby Ananda Wiguna

NPM : 1800825201014

Judul : Analisis Kontaminasi Mikroplastik Pada Air Minum
Dalam Kemasan Dengan Polimer PET

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Batanghari Jambi sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



M. Bobby Ananda Wiguna

ABSTRAK

ANALISIS KONTAMINASI MIKROPLASTIK PADA AIR MINUM DALAM KEMASAN DENGAN POLIMER PET

M. Bobby Ananda Wiguna; Dibimbing Oleh Pembimbing I Siti Umi Kalsum, ST.,M.Eng dan Pembimbing II Marhadi, ST.,M.Si.

xiv + 53 halaman, 11 tabel, 7 gambar, 13 lampiran

ABSTRAK

Mikroplastik merupakan polutan baru yang saat ini menjadi masalah global yang mengkhawatirkan bagi lingkungan. Faktor utamanya yaitu karena sampah plastik tidak mudah terurai ketika masuk ke badan lingkungan dan memerlukan waktu hingga ratusan tahun lamanya untuk dapat terdegradasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan dan karakteristik pada AMDK produk lokal di Kota Jambi. Dari 8 merek Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang tersebar di Kota Jambi bahwa ditemukan karakteristik mikroplastik dengan jenis, bentuk, dan ukuran yang bervariasi. Jumlah karakteristik mikroplastik yang terbanyak terdapat pada merek H dengan jenis fiber sejumlah 34 partikel dan berjenis fragmen 1 partikel selain warna, jenis, bentuk, dan ukuran mikropalstik pun sangat beragam. Ditemukan ukuran terpanjang dari mikroplastik yang terdapat dalam 8 merek yang sudah diteliti yaitu terdapat pada merek C dengan jenis fiber berwarna transparan berukuran 4,953 mm. selain itu terdapat juga ukuran mikroplastik yang terpendek terdapat pada merek G dengan jenis filamen berwarna transparan dan memiliki ukuran 0,098 mm. Untuk kelimpahan mikroplastik dari tertinggi sampai terkecil secara berurut merek H,A,G,D,E,C,F dan B.

Kata kunci : Mikroplastik, AMDK, Jambi

ABSTRACT

ANALYSIS OF MICROPLASTIC CONTAMINATION IN BOTTLED DRINKING WATER WITH PET POLYMER

M. Bobby Ananda Wiguna; Supervised by Supervisor I Siti Umi Kalsum, ST.,M.Eng and Advisor II Marhadi, ST., M.Sc.

xiv + 53 pages, 11 tables, 7 images, 13 attachment

ABSTRACT

Microplastic is a new pollutant which is currently a global problem that is worrying for the environment. The main factor is that plastic waste is not easily decomposed when it enters the environmental agency and takes up to hundreds of years to be degraded. This study aims to determine the abundance and characteristics of local bottled drinking water in Jambi City. Of the 8 brands of Bottled Drinking Water spread across Jambi City, microplastic characteristics were found with varying types, shapes and sizes. The highest number of microplastic characteristics is found in the H brand with 34 fiber types and 1 particle type of fragment besides the color, type, shape, and size of the microplastics which are very diverse. The longest size of microplastic found in the 8 brands that have been studied is found in brand C with a type of transparent colored fiber measuring 4.953 mm. besides that there is also the shortest size of microplastic found in the G brand with a transparent colored filament type and has a size of 0.098 mm. For the abundance of microplastics from highest to smallest in order of brands H, A, G, D, E, C, F and B.

Keywords: Microplastics, AMDK, Jambi

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas karunia dan rahmatnya, penulis dapat menyelesaikan laporan Proposal Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Kontaminasi Mikroplastik Pada Air Minum Dalam Kemasan Dengan Polimer PET**” ditulis dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program Strata-1 di program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari Jambi. Dengan setulus hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

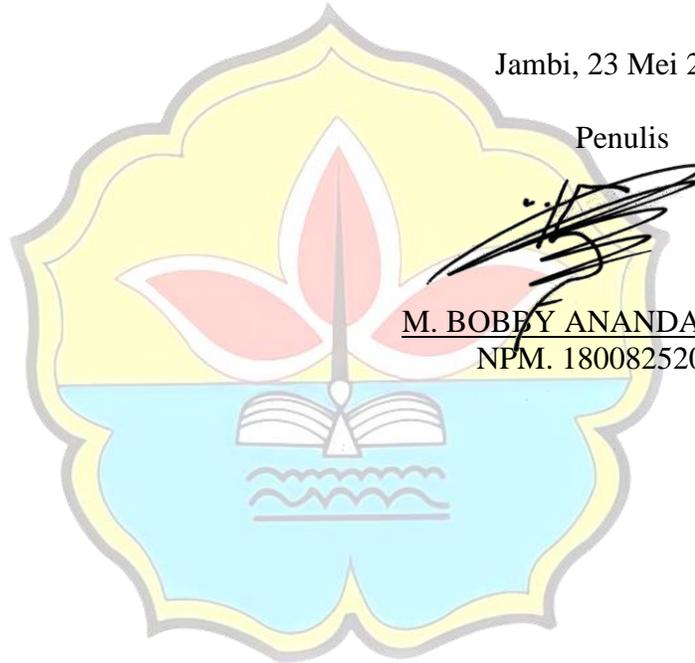
1. Prof. Dr. Herri, S.E.,M.B.A selaku PJ Rektor Universitas Batanghari Jambi;
2. Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, M.E selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi;
3. Marhadi, S.T.,M.Si selaku ketua Program Studi Teknik Lingkungan serta Pembimbing II;
4. Siti Umi Kalsum, S.T.,M.Eng selaku Pembimbing I yang selalu memberikan arahan dan bimbingan;
5. Tim Penguji yang telah memberikan saran serta masukan selama sidang Tugas Akhir
6. Kedua orang tua penulis Bapak Sawaludin, S.E dan Ibu Ratna Mustika Dewi. A.Md serta keluarga yang memberikan do'a dan semangat yang berarti sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan laporan ini;
7. 19140024 dan 20230001 yang telah memberikan arahan maupun masukan sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan tugas akhir;

8. Rekan – rekan Progam Teknik Lingkungan Universitas Batanghari Jambi yang tidak bisa disebutkan satu persatu serta semua pihak yang ikut memberikan semangat dukungan dan saran.

Akhir kata Penulis berharap agar laporan Tugas Akhir bermanfaat untuk bahan pembelajaran maupun sebagai refrensi semua pihak. Penulis mohon semoga Allah SWT selalu melimpahkan taufiq, rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, Aamiin.

Jambi, 23 Mei 2023

Penulis



M. BOBBY ANANDA WIGUNA
NPM. 1800825201014

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

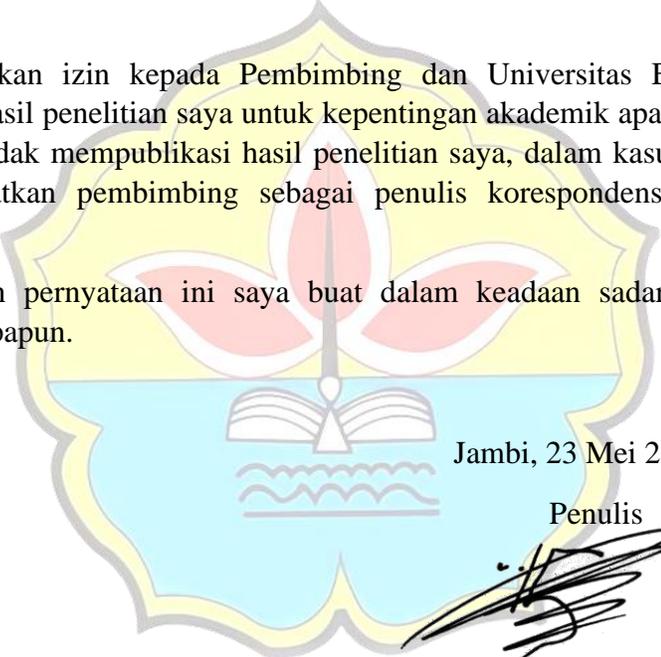
Nama : M. Bobby Ananda Wiguna

NPM : 1800825201014

Judul : Analisis Kontaminasi Mikroplastik Pada Air Minum Dalam Kemasan
Dengan Polimer PET

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Batanghari untuk mempublikasi hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasi hasil penelitian saya, dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding Author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Jambi, 23 Mei 2023

Penulis

M. BOBBY ANANDA WIGUNA

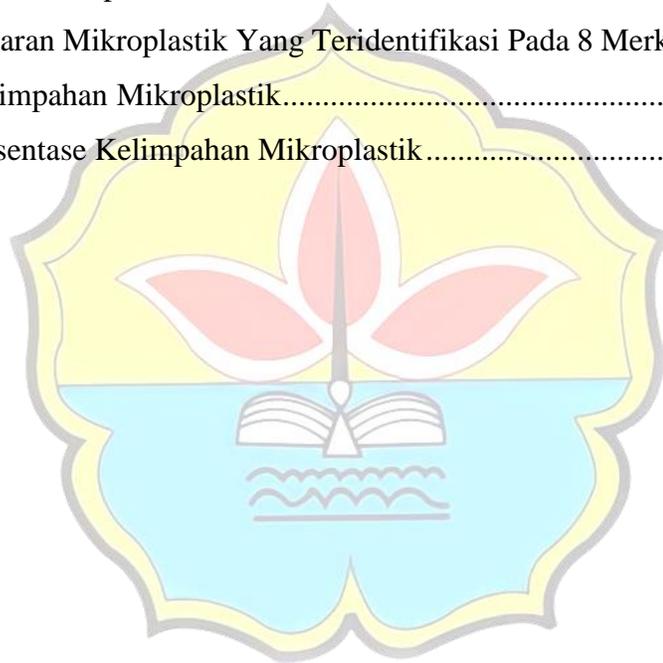
DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN | iv |
| ABSTRAK | v |
| PRAKATA | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| DAFTAR ISTILAH | xv |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Batasan Masalah | 4 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | 5 |
| BAB II | 6 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Air | 6 |
| 2.2 Sumber Air | 7 |
| 2.3 Pencemaran Air | 8 |
| 2.4 Mikroplastik | 9 |
| 2.5 Mikroplastik dalam AMDK | 11 |
| 2.6 Jenis Polimer Mikroplastik Dalam AMDK | 12 |
| 2.7 Sifat Mikroplastik | 13 |

| | | |
|------------------------------------|---|-----------|
| 2.8 | Morfologi Mikroplastik | 13 |
| 2.10 | Polyethylene Terephthalate (PET)..... | 14 |
| 2.11 | Dampak Mikroplastik Untuk Kesehatan | 15 |
| 2.12 | Proses Pengambilan Merek | 16 |
| 2.13 | Penelitian Terdahulu..... | 168 |
| BAB III..... | | 20 |
| METODOLOGI PENELITIAN | | 20 |
| 3.1 | Jenis penelitian | 20 |
| 3.2 | Lokasi dan waktu penelitian..... | 20 |
| 3.3 | Teknik pengumpulan data | 20 |
| 3.4 | Alur penelitian | 22 |
| 3.5 | Populasi dan merek..... | 23 |
| 3.5.1. | Variabel Penelitian | 24 |
| 3.5.2. | Alat dan bahan..... | 25 |
| 3.6 | Analisis Data | 26 |
| BAB IV | | 27 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | | 27 |
| 4.1. | Karakteristik Mikroplastik..... | 27 |
| 4.2. | Kelimpahan Mikroplastik..... | 41 |
| 4.3. | Pembahasan | 42 |
| 4.3.1. | Pembahasan Karakteristik Mikroplastik | 42 |
| 4.3.2. | Pembahasan Kelimpahan Mikroplastik | 45 |
| 4.3.3. | Sifat dan Mekanisme Kemasan Plastik..... | 47 |
| BAB V..... | | 50 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | | 50 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 50 |
| 5.2 | Saran..... | 51 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 52 |

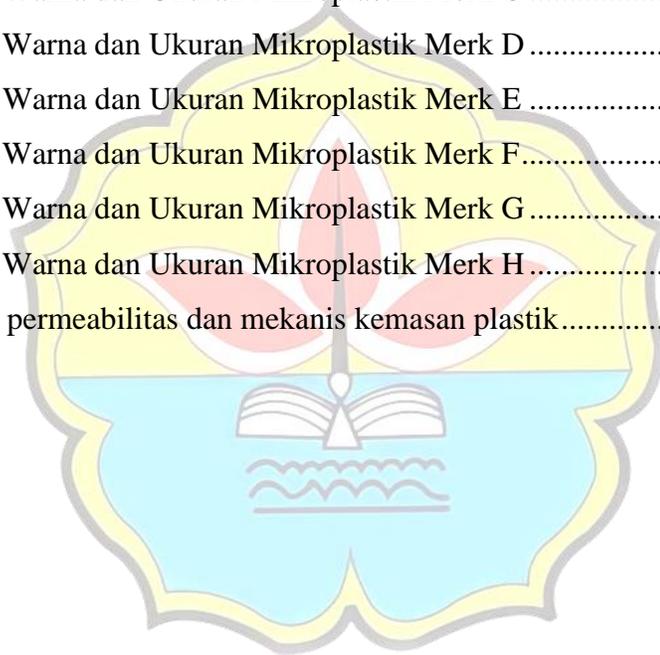
DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Klasifikasi Mikroplastik..... | 11 |
| Gambar 2.2 Simbol Polyethylene Terephthalate (PET)..... | 15 |
| Gambar 3.1 Alur Penelitian..... | 22 |
| Gambar 4.1 Jenis dan Jumlah Mikroplastik..... | 27 |
| Gambar 4.2 Jumlah dan Warna Mikroplastik | 28 |
| Gambar 4.3 Jenis Mikroplastik | 29 |
| Gambar 4.4 Sebaran Mikroplastik Yang Teridentifikasi Pada 8 Merk AMDK..... | 37 |
| Gambar 4.5 Kelimpahan Mikroplastik..... | 41 |
| Gambar 4.6 Presentase Kelimpahan Mikroplastik..... | 41 |



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1 Daftar Penelitian Terdahulu | 18 |
| Tabel 4.1 Jenis dan Jumlah Mikroplastik..... | 27 |
| Tabel 4.2 Jenis, Warna dan Ukuran Mikroplastik Merk A | 32 |
| Tabel 4.3 Jenis, Warna dan Ukuran Mikroplastik Merk B | 33 |
| Tabel 4.4 Jenis, Warna dan Ukuran Mikroplastik Merk C | 33 |
| Tabel 4.5 Jenis, Warna dan Ukuran Mikroplastik Merk D | 34 |
| Tabel 4.6 Jenis, Warna dan Ukuran Mikroplastik Merk E | 35 |
| Tabel 4.7 Jenis, Warna dan Ukuran Mikroplastik Merk F..... | 35 |
| Tabel 4.8 Jenis, Warna dan Ukuran Mikroplastik Merk G | 36 |
| Tabel 4.9 Jenis, Warna dan Ukuran Mikroplastik Merk H..... | 37 |
| Tabel 4.10 Sifat permeabilitas dan mekanis kemasan plastik..... | 43 |



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Peta Pengambilan Sampel Air Minum Dalam Kemasan di Kota Jambi

Lampiran 2 : Surat Keputusan Tugas Akhir

Lampiran 3 : Halaman Asistensi Tugas Akhir

Lampiran 4 : Surat Penunjukan Dosen Penguji

Lampiran 5 : Berita Acara Sidang Tugas Akhir

Lampiran 6 : Hasil Uji Mikroplastik



DAFTAR ISTILAH

| | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| AMDK | : Air Minum Dalam Kemasan |
| LDPE | : <i>Low Density Polyethylene</i> |
| PA | : <i>Poliamid</i> |
| PE | : <i>Polietilen</i> |
| PET | : <i>Polyethylene Terephthalate</i> |
| PP | : <i>Polipropilen</i> |
| PU | : <i>Poliuretan</i> |
| PVC | : <i>Polivinil Klorid</i> |
| HDPE | : <i>High Density Polyethylene</i> |
| H ₂ O ₂ | : <i>Hidrogen Proksida</i> |
| Fe ₂ SO ₄ | : <i>Feri Sulfat</i> |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mikroplastik merupakan polutan baru yang saat ini menjadi masalah global yang mengkhawatirkan bagi lingkungan. Faktor utamanya yaitu karena sampah plastik tidak mudah terurai ketika masuk ke badan lingkungan dan memerlukan waktu hingga ratusan tahun lamanya untuk dapat terdegradasi. Ketika terkena sinar ultraviolet, sampah plastik akan mengalami oksidatif polimer dan menghasilkan partikel kecil yang disebut mikroplastik. (Fauziah dkk., 2018)

Plastik merupakan bahan yang diproses berdasarkan polimer dan diproses dengan serangkaian aditif kimia untuk membuatnya menjadi bahan-bahan yang cocok dengan tujuan plastik itu dibuat (Bergman dkk., 2015). Plastik juga disebut sebagai bahan sintetik atau semi sintetik yang dibentuk menjadi produk film dan filamen. Dalam pembentukan produk film dan filamen ini, bahan plastik tersebut terlebih dahulu diproses dalam bentuk polimer termoplastik atau termoset dengan berat molekul yang tinggi. Polimer plastik tersusun dari beberapa monomer. Untuk menjadi polimer, beberapa monomer tersebut harus melalui reaksi polimerisasi. Sebagian besar plastik terdiri atas 500-20.000 monomer, misalnya polietilen yang dibuat dari etilen (Kamsiati dkk., 2017). Nasution (2015) menambahkan bahwa plastik tidak hanya berbahan dasar monomer saja, melainkan juga terdapat kandungan bahan aditif yang umum disebut sebagai komponen *non plastic* yang berfungsi untuk

memperbaiki sifat fisiko – kimia pada plastik tersebut.

Kandungan berbahaya yang terdapat dalam plastik tidak serta merta membuat masyarakat menghindari pemakaian bahan tersebut. Hal ini dikarenakan plastik sangat mudah didapatkan. Menurut Kapo dkk.(2020), Kementerian Perindustrian dan Perdagangan mengatakan bahwa pada tahun 2019 produksi plastik mencapai 1,9 juta ton dengan rata-rata produksi pabriknya sebanyak 1,65 juta ton/tahun. Produksi plastik kemudian meningkat begitu pesat mencapai 3,2 juta ton/tahun pada tahun 2021 (Astuti, 2021). Selain itu plastik termasuk bahan yang relatif murah, praktis, kuat, ringan, dan mudah dibentuk serta dimodifikasi sehingga menjadikan plastik sebagai bahan yang sangat sulit untuk dihindari sehingga produksi sampah berbahan plastik juga sangat sulit dikendalikan.

Air minum dalam kemasan (AMDK) merupakan salah satu pilihan air minum yang banyak dikonsumsi di seluruh dunia. Salah satu alasan pemilihan AMDK ialah karena dianggap lebih higienis daripada konsumsi air keran atau dari sumber air minum lainnya (Kankanige & Babel, 2020). Meskipun dianggap lebih higienis, AMDK tidak luput dari kontaminasi mikroplastik. Hal ini dibuktikan dengan beberapa studi yang meneliti keberadaan mikroplastik dalam AMDK di berbagai negara. Salah satu alasan pemilihan AMDK ialah karena dianggap lebih higienis daripada konsumsi air keran atau sumber air minum lainnya (Kankanige & Babel, 2020). Hasil penelitian Fauziah (2022) menyebutkan bahwa terdapat kandungan

mikroplastik yang terdapat pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) di Kecamatan Gunung Anyar Surabaya sebanyak 25 merek mengandung mikroplastik jenis *High Density Polyethylene* (HDPE), 13 merek mengandung mikroplastik dengan jenis *Polyvinyl Chloride* (PVC) dan 11 merek mengandung mikroplastik jenis *Polyethylene* (PVC). Menurut (Cindy, 2022) dalam penelitiannya disebutkan bahwasanya barang konsumsi harian yang paling banyak mengandung mikroplastik adalah air minum kemasan, dengan estimasi rata-rata kandungan sebanyak 94,37 partikel mikroplastik per gram/liter/meter kubik.

Adanya temuan mikroplastik pada air minum dalam kemasan yang ditemukan oleh peneliti Amerika Serikat sebanyak 93% dari 259 botol dari 11 merek yang dijual di beberapa negara termasuk Indonesia. (Mason, dkk, 2018), waktu itu menjadi hal yang sangat penting untuk diperhatikan sehingga kajian akan keberadaan mikroplastik yang terkandung pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) sangat diperlukan sebagai informasi kepada masyarakat mengenai adanya polutan mikroplastik.

Jika ditinjau dari tipe daerah maka terdapat perbedaan pemakaian air minum rumah tangga dimana pada daerah perkotaan lebih banyak menggunakan sumber air minum dalam kemasan/isi ulang sebesar 46,19%, sedangkan pada daerah pedesaan paling banyak 32,7%. (Ayu, 2021). Ada beberapa alasan mereka menggunakan air kemasan. Menurut riset (Daniel, 2022) alasan mereka mengkonsumsi AMDK adalah karena asumsi bahwa AMDK lebih aman dari sumber air minum lain, lebih mudah diperoleh, nyaman digunakan, dan juga lebih murah. Faktor lainnya yang jarang

dilihat dalam peningkatan penggunaan air kemasan adalah beberapa produsen besar yang rutin memasang iklan air kemasan secara besar-besaran di media massa dan media luar ruang. Melalui iklan, mereka menanamkan nilai-nilai baru seperti air kemasan lebih sehat, lebih aman, dan praktis, sehingga menarik konsumen untuk membeli produk mereka.

Berdasarkan permasalahan di atas maka perlu adanya kajian kandungan mikroplastik pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Produksi Kota Jambi. Menurut data dari BPS Provinsi Jambi Kota Jambi memiliki luas sekitar 205,38 km² dengan jumlah penduduk tahun 2021 sebanyak 621.365 jiwa. Pada penelitian ini terfokus pada Kota Jambi yang sebagian besar masyarakat masih menggunakan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) untuk konsumsi sehari-hari. Masyarakat cenderung menggunakan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dikarenakan dinilai lebih higienis dalam proses produksinya yang telah sesuai standar yang berlaku. Berdasarkan data BPOM terdapat 8 merek AMDK yang tersebar di Kota Jambi dan yang terdata di LPPOM dari 8 merek tersebut hanya ada 6 merek AMDK. Hal ini yang menjadi acuan dasar peneliti dalam pengambilan merek.

Tingginya jumlah masyarakat yang mengkonsumsi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) ini mendorong diperlukannya pengujian kandungan mikroplastik dengan tujuan agar air minum yang dikonsumsi masyarakat aman dari pencemaran mikroplastik dan dapat memberikan edukasi serta informasi kepada masyarakat terkait tentang ancaman penyebaran mikroplastik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik mikroplastik yang terkandung dalam Air Minum Dalam Kemasan (AMDK);
2. Bagaimana kelimpahan mikroplastik pada Air Minum dalam Kemasan (AMDK);
3. Bagaimana sifat dan mekanisme kemasan plastik pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK).

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui karakteristik mikroplastik yang terkandung dalam Air Minum Dalam Kemasan (AMDK);
2. Mengetahui kelimpahan mikroplastik pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK);
3. Untuk mengetahui sifat dan mekanisme kemasan plastik pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Merek AMDK yang diambil pada penelitian adalah seluas populasi yang terdata di BPOM, merek AMDK tidak disebutkan dalam penelitian ini;
2. Peneliti tidak mengkaji proses pengolahan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang dilakukan oleh perusahaan;
3. Pengujian mikroplastik dilakukan di laboratorium Ecoton Gresik;

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan Tugas Akhir, maka sistematika laporan ini disusun sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab I, menguraikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II, menguraikan tentang teori – teori yang berhubungan dengan penelitian mengenai Air Minum Dalam Kemasan (AMDK).

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab III, menjelaskan tentang metode penelitian yang akan digunakan, alur penelitian dan pengambilan sampling analisis data.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV, berisi hasil penelitian dan pembahasan sesuai dengan topik penelitian. Hasil dan pembahasan disajikan dalam bentuk narasi, tabel dan gambar.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab V, memberikan kesimpulan dan saran penelitian terhadap hasil yang telah di dapatkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air adalah cairan H₂O dimana memiliki kandungan zat fisik yang menyangkut kehidupan. Air dibutuhkan manusia dalam jumlah yang memadai. Penggunaan air minum untuk kesehatan manusia adalah *fluktuatif* dan berkelanjutan. Untuk itu diperlukan sumber air baku yang memadai dalam jumlah banyak sehingga dapat berguna untuk jangka panjang. (Sarwoko, 2012)

Air merupakan bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman yaitu sebagai media pengangkutan zat – zat makanan, juga merupakan sumber energi serta berbagai keperluan lainnya. (Arsyad, 1989). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang menyebutkan bahwa kebutuhan air rata – rata secara wajar adalah 60 l/orang/hari untuk segala keperluannya. Kebutuhan akan air bersih dari tahun ke tahun diperkirakan terus meningkat. Menurut Suripin (2002), pada tahun 2000 dengan jumlah penduduk dunia sebesar 6,121 miliar diperlukan air bersih sebanyak 367 km³ per hari, maka pada tahun 2025 diperlukan air bersih sebanyak 492 km³ per hari, dan pada tahun 2100 diperlukan air bersih sebanyak 611 km³ per hari.

Adapun yang menjadi masalah utama yang dihadapi berkaitan dengan sumber daya air adalah kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang

terus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik yang semakin menurun dari tahun ke tahun. Kegiatan lain berdampak negatif terhadap sumber daya air, termasuk penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air. (Effendi, 2003)

Penyediaan air bersih untuk masyarakat mempunyai peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kesehatan lingkungan bagi masyarakat itu sendiri. Sampai saat ini, penyediaan air bersih untuk masyarakat Indonesia masih dihadapkan pada beberapa permasalahan yang cukup kompleks dan sampai saat ini belum dapat diatasi sepenuhnya. Salah satu masalah yang masih dihadapi sampai saat ini yakni masih rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat. (Ibrahim, 2016)

2.2 Sumber Air

Sumber air merupakan salah satu komponen utama pada suatu sistem penyediaan air bersih. Karena tanpa air maka suatu sistem penyediaan air bersih tidak akan berfungsi (Asmadi dkk, 2018). Air yang berada dipermukaan bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya air dapat dibagi menjadi 4, yaitu :

1. Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada dibawah permukaan tanah. Air tanah dibagi menjadi dua, yaitu air tanah preatis dan air tanah artesis. Air tanah preatis adalah air tanah yang letaknya tidak jauh dari permukaan tanah serta berada di atas lapisan kedap air/impebiael. Sedangkan air tanah artesis

adalah air tanah yang letaknya sangat jauh di dalam tanah serta berada diantara dua lapis kedap air yaitu lapisan akuifer.

2. Air Laut

Air laut mempunyai sifat asin karena mengandung garam NaCL. Garam NaCL dalam air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum.

3. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir dipermukaan bumi. Pada umumnya air permukaan mendapatkan pengotoran selama pengaliran, misalnya oleh lumpur, batang kayu, daun – daun, kotoran industri kota dan sebagainya. Jenis pengotoran ini dinamakan pengotoran fisik, kimia dan bakteriologis.

4. Air Atmosfer

Air atmosfer ini dalam keadaan murni, sangat bersih karena dengan adanya pengotoran udara disebabkan oleh kotoran – kotoran industri atau debu dan lain sebagainya. Air hujan juga mempunyai sifat lunak sehingga boros terhadap pemakaian sabun. (Achmad, 2018)

2.3 Pencemaran Air

Pencemaran air didefinisikan sebagai perubahan langsung atau tidak langsung terhadap keadaan air yang dapat berpotensi menyebabkan penyakit bagi kehidupan makhluk hidup. Perubahan langsung dan tidak langsung ini dapat berupa perubahan fisik, kimia termal, biologi, atau radioaktif. Beberapa indikator terhadap pencemaran air dapat diamati dengan melihat perubahan keadaan air dari keadaan yang normal, diantaranya :

1. Adanya perubahan pada suhu air;
2. Adanya perubahan pada tingkat keasaman, basa dan garam (salinitas) air;
3. Adanya perubahan pada warna, bau, dan rasa pada air;
4. Terbentuknya endapan, koloid dari bahan terlarut;
5. Terdapat mikroorganisme di dalam air;
6. Meningkatnya radioaktivitas air lingkungan (Situmorang, 2007)

Pencemaran air umumnya disebabkan oleh pembuangan limbah industri, sampah rumah tangga, limbah rumah sakit, sisa –sisa pupuk dan pestisida dari daerah pertanian, limbah deterjen yang merupakan unsur – unsur polutan sehingga mutu air berkurang. (Muslimah, 2015)

Adapun yang menjadi perbincangan hangat pada pencemaran air yaitu terdapat mikroplastik sebagai pencemar baru. Fragmen dari plastik yang terdegradasi sering disebut dengan mikroplastik, yang memiliki ukuran partikel kurang dari 5 mm. mikroplastik dapat terakumulasi dalam jumlah yang tinggi pada air laut dan sedimen. (Hidalgo-Ruz dkk, 2012)

2.4 Mikroplastik

Mikroplastik merupakan jenis sampah plastik yang berukuran lebih kecil dari 5 mm. dan dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer diartikan sebagai mikro partikel yang sengaja diproduksi seperti untuk kebutuhan kosmetik atau serat pakaian sintetis, sedangkan mikroplastik ukuran lebih kecil secara fisik tetapi molekulnya tetap sama berupa polimer (Ekosafitri, dkk 2015). Mikroplastik terdapat bermacam – macam jenis dan

bentuk, bervariasi termasuk dalam hal ukuran, bentuk, warna, komposisi, massa jenis, dan sifat – sifat lainnya. (Browne, 2015)

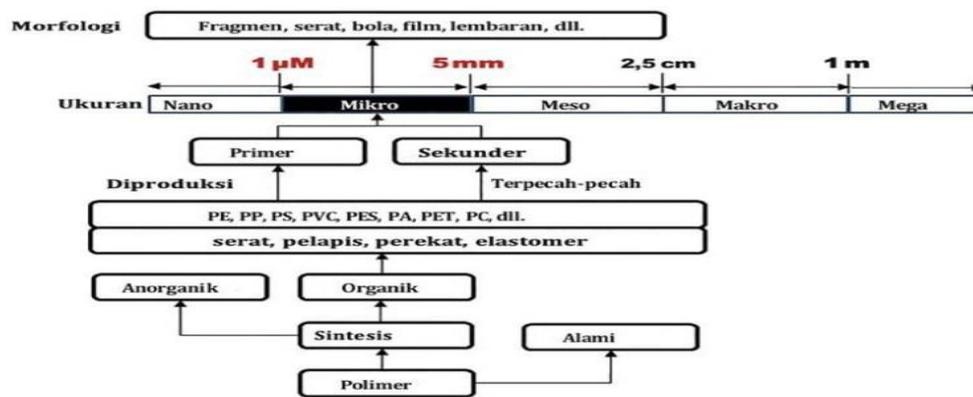
Plastik merupakan bahan yang diproses berdasarkan polimer dan diproses dengan serangkaian aditif kimia untuk membuatnya menjadi bahan-bahan yang cocok dengan tujuan plastik itu dibuat (Bergman, dkk., 2015). Plastik juga disebut sebagai bahan sintetik atau semi sintetik yang dibentuk menjadi produk film dan filamen. Dalam pembentukan produk film dan filamen ini, bahan plastik tersebut terlebih dahulu diproses dalam bentuk polimer termoplastik atau termoset dengan berat molekul yang tinggi. Polimer plastik tersusun dari beberapa monomer. Untuk menjadi polimer, beberapa monomer tersebut harus melalui reaksi polimerisasi. Sebagian besar plastik terdiri atas 500-20.000 monomer, misalnya polietilen yang dibuat dari etilen (Kamsiati dkk., 2017). Nasution (2015) menambahkan bahwa plastik tidak hanya berbahan dasar monomer saja, melainkan juga terdapat kandungan bahan aditif yang umum disebut sebagai komponen non plastic yang berfungsi untuk memperbaiki sifat fisiko-kimia pada plastik tersebut.

Kandungan berbahaya yang terdapat dalam plastik tidak serta merta membuat masyarakat menghindari pemakaian bahan tersebut. Hal ini dikarenakan plastik sangat mudah didapatkan. Menurut Kapo dkk. (2020), Kementrian Perindustrian dan Perdagangan mengatakan bahwa pada tahun 2019 produksi plastik mencapai 1,9 juta ton dengan rata-rata produksi pabriknya sebanyak 1,65 juta ton/tahun. Produksi plastik kemudian meningkat begitu pesat mencapai 3,2 juta ton/tahun pada tahun 2021 (Astuti, 2021). Selain itu plastik termasuk bahan yang relatif murah, praktis, kuat, ringan, dan mudah dibentuk serta dimodifikasi sehingga menjadikan plastik

sebagai bahan yang sangat sulit untuk dihindari sehingga produksi sampah berbahan plastik juga sangat sulit dikendalikan

Polutan plastik tersebar di ekosistem dalam berbagai bentuk atau morfologi dengan variasi ukuran yang berbeda seperti mega plastik, mikroplastik, meso plastik, mikroplastik dan nano plastik (Thushari & Senevirthna, 2020). Dapat dilihat pada gambar 2.1

Gambar. 2.1 Klasifikasi Mikroplastik



Sumber : Data Sekunder (Shim, dkk, 2018)

2.5 Mikroplastik dalam AMDK

Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) merupakan salah satu pilihan air minum yang banyak dikonsumsi di seluruh dunia. Salah satu alasan pemilihan AMDK ialah karena dianggap lebih higienis daripada konsumsi air keran atau dari sumber air minum lainnya (Kankanige & Babel, 2020). Meskipun dianggap higienis, AMDK tidak luput dari kontaminan mikroplastik. Hal ini dibuktikan dengan beberapa studi yang meneliti keberadaan mikroplastik dalam AMDK di berbagai negara. Meskipun studi mikroplastik dalam AMDK masih sangat terbatas, namun sebanyak 456 merek AMDK dari 7 studi mikroplastik dalam AMDK dapat dikumpulkan.

Merek AMDK yang diproduksi dari 9 negara (China, USA, Brazil, Indonesia, India, Meksiko, Lebanon, Thailand, Jerman) dari 19 lokasi berbeda dengan berbagai merek diuji sebanyak 259 merek (Mason, dkk, 2018). Merek AMDK yang diuji di Iran sebanyak 11 merek (Makhdoumi, dkk, 2021) dan di negara bagian Amerika sebanyak 9 merek (Ali, 2019). Merek air minum dalam kemasan plastik sekali pakai yang diuji sebanyak 86 merek, kemasan plastik yang dapat digunakan berulang sebanyak 23 merek, kemasan karton 3 merek, dan kemasan gelas sebanyak 49 merek (Kankanige & Babel, 2020).

2.6 Jenis Polimer Mikroplastik Dalam AMDK

Plastik merupakan bahan polimer yang dibentuk pada suhu dan tekanan tertentu (Lusher & Peter, 2017). Plastik terbagi menjadi 3 kategori yaitu termoplastik, termosets dan elastomer. Termoplastik melunak saat dipanaskan dan mengeras saat didinginkan (contoh: polietilen (PE), polipropilen (PP), politetrafloro-etilen, poliamid (PA), polivinil klorid (PVC) dan polistirin (PS)). Termoset tidak dapat melunak setelah dibentuk (contoh: resin epoksi, poliuretan (PU), resin poliester, bakalit). Elastomer adalah polimer elastis yang dapat kembali ke bentuk awal setelah ditarik (contoh: karet dan neopren).

Plastik ukuran besar dibentuk dari lelehan dan pembentukan pre-produksi resin atau serabut serat yang dimodifikasi. Plastik berukuran kecil contohnya seperti *microbeads* berupa butiran - butiran halus terbuat dari pertikel plastik yang digunakan pada produksi kosmetik, scrub, gel rambut. Plastik ukuran nano juga dibuat untuk bidang biomedis, farmasi. (Koelmans, dkk, 2015)

2.7 Sifat Mikroplastik

Mikroplastik sangat tahan terhadap biodegradasi dan dapat bertahan di lingkungan selama ratusan tahun dengan potensi yang dapat menyebabkan kerusakan ekologi dan biologis. Mikroplastik dapat menyerap bahan kimia yang beracun seperti PBTs (*Persistent, bioaccumulative and toxic substances*) dan POP (*Persistent organic polutan*). (Faujiah, 2022)

2.8 Morfologi Mikroplastik

Morfologi mikroplastik terdiri dari pecahan, serat, bola, film, lembaran, dan lain – lain (Angnunavuri, dkk 2020). Fragmen berbentuk tidak beraturan, pinggirannya tajam dari plastik kaku dengan warna yang bervariasi. Filamen bisa pendek atau panjang atau tipis dan memiliki warna berbeda. Film adalah plastik tipis dan lembut yang biasanya transparan. Pelet berbentuk bulat dan ukurannya agak lebih besar dengan diameter sekitar 5 mm. Busa merupakan bahan lunak yang sebagian besar berasal dari Styrofoam (Athawuda, dkk, 2020). Serat dan fragmen adalah bentuk dan jenis plastik yang paling sering dilaporkan yang umumnya sejalan dengan permintaan plastik dunia (Zhang, dkk., 2020).

2.9 Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

Air minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Setiap produsen/penyedia/penyelenggara wajib memastikan air minum siap saji yang diproduksi memenuhi SBMKL dan persyaratan kesehatan. (Permenkes, 2023)

Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) adalah air baku yang telah melalui proses dan dikemas serta aman untuk diminum. Air minum dalam kemasan dilakukan

proses melalui 5 tahapan, yaitu penyediaan air baku, penyaringan, desinfeksi, pengisian dan penyimpanan. (Agustini, 2003)

Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia), definisi air minum dalam kemasan adalah air yang telah diolah dengan perlakuan khusus dan dikemas dalam botol atau kemasan lain dan memenuhi persyaratan air minum. Sistem air minum dalam kemasan adalah suatu proses produksi dengan standar tertentu sehingga menghasilkan kualitas air yang lebih terstandar dari waktu ke waktu. Memiliki syarat dan pengawasan yang jauh lebih ketat. Berikut teknologi yang seharusnya diterapkan oleh perusahaan air minum dalam kemasan :

1. Untuk menyaring partikel air lebih besar dari 25 mikron;
2. Mematikan bakteri yang terdapat dalam sumber air
3. Menghilangkan bau, waktu, dan rasa;
4. Menghilangkan partikel yang lebih kecil dari 2 mikron;
5. Menghentikan pertumbuhan jamur, menghilangkan resiko terkontaminasi;
6. Memastikan pemusnahan bakteri yang mungkin lolos ketika proses sterilisasi awal berlangsung;
7. Penggunaan pipa *food grade* di seluruh proses produksi.

2.10 Polyethylene Terephthalate (PET)

Secara umum, plastik memiliki densitas yang rendah, bersifat isolasi terhadap listrik, mempunyai kekuatan mekanik yang bervariasi, ketahanan suhu terbatas, serta ketahanan bahan kimia yang bervariasi. Selain itu, plastik juga ringan mudah dalam perancangan dan biaya pembuatan murah. Sayangnya dibalik kelebihan itu terdapat

masalah yang ditimbulkan bagi lingkungan. Penyebabnya yaitu sifat plastik yang tidak dapat diuraikan dalam tanah. Plastik adalah polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. (Ferry, 2018)



Gambar 2.2 Simbol Polyethylene Terephthalate (PET)

2.11 Dampak Mikroplastik Untuk Kesehatan

Karena ukurannya yang sangat kecil, mikroplastik dapat dengan mudah ditelan oleh biota laut dan berpotensi memberikan dampak negatif jika terakumulasi di dalam tubuh manusia atau biota lainnya melalui rantai makanan (S. Mintening, 2019). Adapun dampak yang ditimbulkan dari mengonsumsi plastik yaitu dapat memicu terjadinya penyakit kanker (Yura, dkk., 2021). Dan ditemukan pula plastik berjenis fiber pada jaringan paru manusia. Dampak yang ditimbulkan antara lain stimulasi stres oksidatif berkepanjangan yang mencetuskan kondisi inflamasi kronis, mutasi gen, dan keganasan. Anak – anak sebagai individu yang lebih banyak terpapar mikroplastik ditemukan lebih rentan terhadap paparan mikroplastik. Gejala yang dapat muncul pada anak yaitu reaksi alergi, gangguan saluran nafas, gangguan saluran cerna, gangguan hormonal seperti obesitas, diabetes, dan tiroid bahkan dapat menyebabkan penyakit kardiovaskuler. (De-la TGE, 2020)

2.12 Proses Pengambilan Merek

proses pengambilan merek merupakan cara - cara kita dalam memilih merek untuk studi tertentu. proses terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Tahap 1 : Memilih Populasi

Proses awal ialah menentukan populasi yang menarik untuk dipelajari. suatu populasi yang baik ialah mencakup rancangan eksplisit semua *element* yang terlibat biasanya meliputi empat komponen, yaitu: element, unit sampling, keluasan skop dan waktu.

2. Tahap 2 : Memilih Unit - Unit Sampling

Unit - unit sampling adalah unit analisis dari mana merek harus dilakukan dengan seksama.

3. Tahap 3 : Memilih Kerangka Sampling

Pemilihan kerangka sampling merupakan tahap yang penting karena jika kerangka sampling yang dipilih secara memadai tidak mewakili populasi, maka generalisasi hasil penelitian meragukan. kerangka sampling dapat berupa daftar nama populasi seperti buku telepon atau data base nama lainnya.

4. Tahap 4 : memilih Desain Merek

Desain merek merupakan tipe metode atau pendekatan yang digunakan untuk memilih unit - unit analisis studi. desain merek sebaiknya dipilih sesuai dengan tujuan penelitian.

5. Tahap 5 : Memilih Ukuran Merek

- a. Homogenitas unit - unit merek: secara umum semakin mirip unit - unit merek dalam suatu populasi maka semakin kecil merek yang dibutuhkan untuk memperkirakan parameter - parameter populasi.
 - b. Kepercayaan: kepercayaan mengacu pada suatu tingkatan tertentu dimana peneliti ingin merasa yakin bahwa yang bersangkutan memperkirakan secara nyata parameternya populasi yang benar.
 - c. Presisi: presisi mengacu pada ukuran kesalahan standar estimasi.
 - d. Kekuatan Statistik: istilah ini mengacu pada adanya kemampuan mendeteksi perbedaan dalam situasi pengujian hipotesis. untuk mendapatkan kekuatan yang tinggi.
 - e. Prosedur Analisis: tipe prosedur analisis yang dipilih untuk analisis data dapat juga mempengaruhi seleksi ukuran merek.
 - f. Biaya, Waktu dan Personil: pemilihan ukuran merek juga harus mempertimbangkan biaya, waktu dan personil. merek besar akan menuntut biaya besar, waktu banyak dan personil yang besar juga.
6. Tahap 6 : Memilih Rancangan Sampling
- Rancangan sampling menentukan prosedur operasional jika dirancang dengan baik, rancangan sampling akan menuntun peneliti dalam memilih merek yang digunakan dalam studi, sehingga kesalahan yang akan muncul dapat ditekan sekecil mungkin.
7. Tahap 7 : Memilih Merek
- Tahap akhir dalam proses ini ialah penentuan merek untuk digunakan pada proses penelitian. (Sarwono, 2006)

2.13 Penelitian Terdahulu

Daftar penelitian terdahulu yang digunakan sebagai rujukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Daftar Penelitian Terdahulu

| Nama | Judul | Variabel | Metode Analisis | Hasil Analisis |
|------------------------|---|--|---|--|
| Isma Nur Faujiah, 2022 | Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik pada Air Minum Serta Potensi Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia | Mikroplastik, kelimpahan, karakteristik, air minum kemasan, air minum isi Ulang | Data kualitatif deskriptif | Keberadaan mikroplastik pada air minum kemasan dan air minum isi ulang telah ditemukan. Dimana pada air minum dalam kemasan (AMDK) ditemukan mikroplastik berbentuk fragmen dengan jenis <i>Polypropylene</i> (PP), <i>Polystyrene</i> (PS), <i>Polyethylene – terephthalate</i> (PET), dan <i>Polyethylene</i> (PE). Sementara itu pada (AMIU) ditemukan mikroplastik berbentuk <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE), <i>Polyvinyl Chloride</i> (PVC), dan <i>Polyethylene</i> (PE). |
| Elsa Elsi, dkk, 2019 | Karakteristik Rumah Tangga Pengguna Air Minum Kemasan dan Isi Ulang Di Indonesia | Sumber air minum utama rumah tangga, air kemasan, air minum isi ulang, air layak | Dilakukan menggunakan uji regresi multinomial logistik untuk melihat variabel yang saling berhubungan | Rumah tangga dengan sumber air utama layak lebih banyak yang menggunakan air minum kemasan/isi ulang (7,6%), dibandingkan rumah tangga dengan sumber air utama belum layak (1,8%). Secara statistik disimpulkan bahwa rumah tangga lebih cenderung menggunakan air minum dalam kemasan/air isi ulang sebagai sumber air minum. |

| | | | | | |
|----------------------------|--|--------------------------------|--|---|---|
| Firdha Cahya Alam, 2020 | Perkembangan Mikroplastik di Indonesia | Penelitian Mikroplastik | Mikroplastik, distribusi, perkembangan, penelitian | Menggunakan metode <i>Systematic Review</i> | Penelitian Mikroplastik di Indonesia telah banyak dilakukan dan terus berkembang hingga sekarang, namun rata – rata penelitian yang dilakukan memiliki ruang lingkup terkait persebaran dan distribusi dari mikroplastik, dengan lokasi penelitian dominan berada di Pulau Jawa. Walaupun demikian telah bermunculan ragam penelitian baru tetapi masih relatif sedikit dibandingkan dengan penelitian di merek air atau sedimen. |
| M. Andi Irfan, 2022 | Identifikasi Sungai Batanghari Nipah Panjang Tanjung Jabung Timur | Mikroplastik Wilayah Kabupaten | Kelimpahan mikroplastik, volume sampah, dan jenis sampah plastik | Deskriptif kuantitatif | Volume sampah yang teridentifikasi pada pengambilan sampah di Wilayah Nipah Panjang sebesar 0,00214 m ³ . Adapun jenis sampah yang dominan berupa sampah plastik LDPE atau PE-LD (<i>Low Density Polyethylene</i>) dan HDPE (<i>High – Density Polyethylene</i>). |
| Lutfiah Putri Jasmin, 2022 | Identifikasi Mikroplastik Pada Air Olahan Depot Air Minum Isi Ulang Berdasarkan Sumber Air Baku dan Jenis Pengolahan | Mikroplastik Pada Air Minum | Kelimpahan Mikroplastik, Parameter sifat fisik, kimia, biologi | Data Kuantitatif Deskriptif | Ditemukan mikroplastik pada merek sungai mahakam dengan tipe fiber dan fragment. Jenis polimer yang ditemukan antara lain PS dan PVC. Nilai kelimpahan mikroplastik diketahui menurut dan terdaoat juga yang naik dilihat dari pengaruh sumber air baku dan jenis pengolahan depot air minum isi ulang. |

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif menguji kandungan, jenis, bentuk, ukuran, jumlah dan warna mikroplastik yang terdapat di Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) merek produksi lokal di Kota Jambi pengujian mikroplastik dilakukan di Laboratorium Ecoton Gresik.

3.2 Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang dijual di Kota Jambi merek lokal. Dengan lamanya penelitian selama 5 (bulan), dimulai dari bulan November s/d Maret 2023. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada lampiran 1.

3.3 Teknik pengumpulan data

1. Data Primer

Menurut Sugiyono (2017), data primer adalah sumber data penelitian diperoleh secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara, jejak pendapat dari individu atau kelompok (orang) maupun hasil observasi dari suatu objek, kejadian atau hasil pengujian (benda). Data primer pada penelitian ini adalah peta sebaran lokasi, titik lokasi pengambilan merek dan hasil analisis mikroplastik yang terdapat di Kota Jambi. Merek air minum dalam kemasan yang digunakan adalah 8 merek yang diproduksi secara lokal.

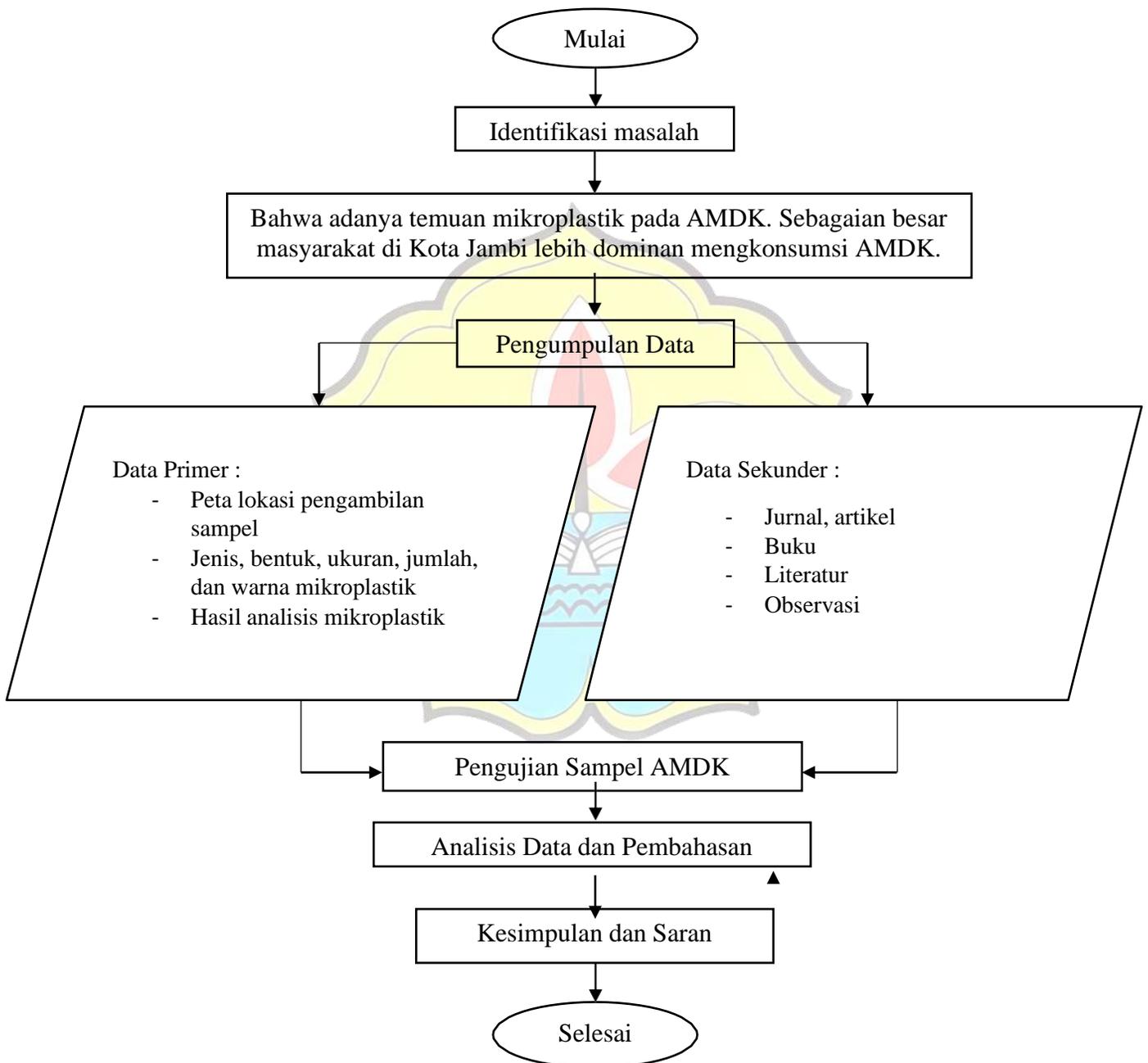
2. Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2017), data sekunder adalah sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data. Artinya sumber penelitian diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung yang berupa buku catatan, bukti yang telah ada atau arsip baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan secara umum. Adapun data sekunder pada penelitian ini berupa jurnal, buku, literatur, dan observasi sebagai acuan dalam metode penelitian.



3.4 Alur penelitian

Alur penelitian dibuat untuk mendapatkan langkah-langkah terstruktur dalam melakukan penelitian ini. Alur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini



Sumber : Penulis, 2023

3.5 Populasi dan merek

Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) merupakan salah satu pilihan air minum yang banyak dikonsumsi di seluruh dunia. Salah satu alasan pemilihan AMDK ialah karena dianggap lebih higienis dari pada konsumsi air keran atau dari sumber air minum lainnya (Kankanige & Babel, 2020). Meskipun dianggap higienis, AMDK tidak luput dari kontaminan mikroplastik.

Adapun penentuan lokasi pengambilan merek untuk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dilakukan secara *cluster random sampling* dimana populasi dibagi terlebih dahulu atas kelompok berdasarkan area atau *cluster*, lalu kemudian beberapa *cluster* dipilih sebagai merek, dari *cluster* tersebut bisa diambil seluruhnya atau sebagian saja untuk dijadikan merek. Anggota populasi di setiap *cluster* tidak perlu homogen. (Siregar, 2017)

Cluster Sampling adalah teknik sampling daerah yang digunakan untuk menentukan merek apabila objek yang diteliti atau sumber data sangat luas. Misalnya penduduk dari suatu negara, provinsi atau kabupaten. Untuk menentukan penduduk mana yang dijadikan sumber data, maka pengambilan mereknya berdasarkan daerah populasi yang ditetapkan. (Sarwono, 2006)

Penelitian ini mengkaji tentang kandungan mikroplastik pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) di Kota Jambi. Populasi air Minum Dalam Kemasan (AMDK) produk lokal yang tersebar di Kota Jambi sampai saat ini hanya terdapat 8 merek. Seluruh populasi tersebut tercatat di BPOM dan hanya 2 merek merek yang tidak terdata di LPPOM.

Adapun faktor yang mempengaruhi pengambilan merek yaitu homogenitas dimana secara umum semakin mirip unit merek dalam suatu populasi maka semakin kecil merek yang dibutuhkan untuk memperkirakan parameter – parameter populasi (Sarwono, 2006). Merek yang diambil pada penelitian ini adalah keseluruhan dari jumlah populasi. Untuk kelimpahan mikroplastik pada merek air dapat dihitung berdasarkan jumlah (Noaa, 2013).

$$C = \frac{n}{v} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.1)}$$

Keterangan :

C : Kelimpahan mikroplastik (partikel/ml);

n : Jumlah mikroplastik yang ditemukan (partikel);

v : Volume air (100ml)

3.5.1. Variabel Penelitian

Adapun variabel dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu :

1. Variabel Bebas
 - a. Jenis Mikroplastik;
 - b. Bentuk Mikroplastik;
 - c. Ukuran Mikroplastik;
 - d. Jumlah Mikroplastik;
 - e. Warna Mikroplastik.
2. Variabel Terikat
 - a. Air Minum Dalam Kemasan (AMDK).

3.5.2. Alat dan bahan

1. Alat
 - a. Alat Tulis
 - b. GPS
 - c. Botol kaca gelap 100ml
2. Bahan
 - a. Air Minum Dalam Kemasan (AMDK);
3. Proses Persiapan Botol
 - a. Siapkan botol kaca gelap 100ml dengan tutup plastik, digunakan untuk wadah merek;
4. Proses Pengambilan Merek
 - a. Pengambilan merek dilakukan 1x;
 - b. Setelah pengambilan merek dilakukan pelabelan nama pada setiap botol yang telah diisi merek.
5. Pengujian merek mikroplastik dilakukan di Laboratorium Ecoton Gresik
6. Proses dalam pengujian di laboratorium
 - a. Merek air ditambahkan dengan larutan destruksi;
 - b. Tambahkan H_2O_2 30% dan Fe_2SO_4 5 tetes pada setiap merek;
 - c. Merek di inkubasi pada suhu ruang $20^\circ C$ selama 24 jam untuk mendegradasi bahan organik;
 - d. Merek di *waterbath* dengan suhu $70^\circ C$ selama 30 menit;
 - e. Diamkan merek hingga dingin;
 - f. Saring merek menggunakan *filter monly 300 mesh*;

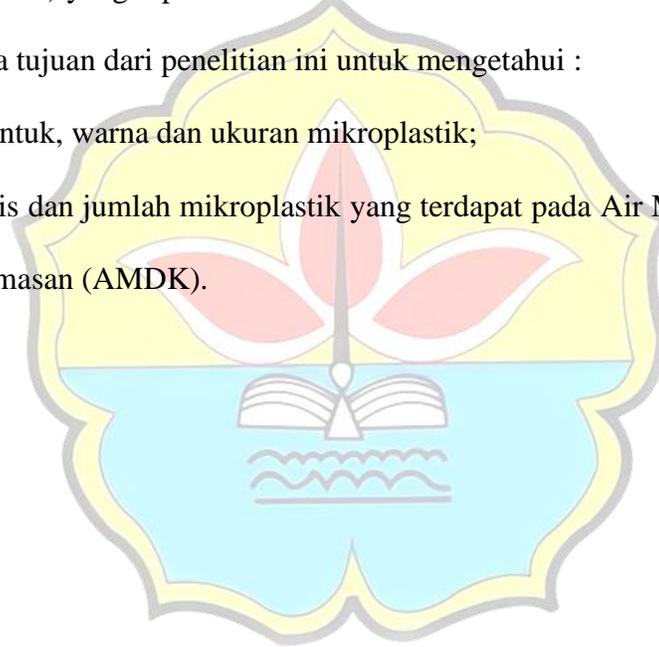
- g. Turunkan hasil saring ke cawan petri menggunakan NaCL;
 - h. Merek ini diidentifikasi menggunakan mikroskop stereo.
7. Hasil dari penelitian ini berupa morfologi mikroplastik yaitu berupa bentuk, warna, ukuran, jenis, dan kelimpahannya.

3.6 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif. Adapun kajian yang difokuskan berupa mikroplastik pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang diproduksi di Kota Jambi.

Dimana tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui :

1. Bentuk, warna dan ukuran mikroplastik;
2. Jenis dan jumlah mikroplastik yang terdapat pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK).



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

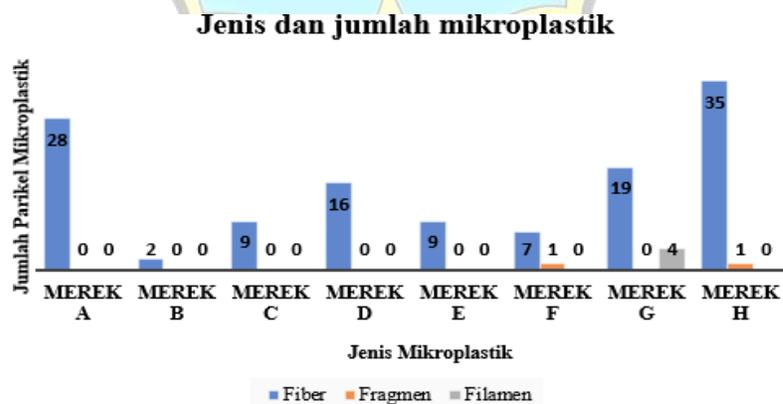
4.1. Karakteristik Mikroplastik

Karakteristik mikroplastik terdiri dari ukuran, warna, bentuk, dan jumlah. Hasil uji jenis dan jumlah disajikan pada Tabel 4.1 sedangkan bentuk dan warna mikroplastik disajikan pada Gambar 4.1.

Tabel 4.1 Jenis dan jumlah mikroplastik

| No. | Merek | Jenis Mikroplastik | | | Jumlah |
|--------------|---------|--------------------|----------|----------|------------|
| | | Fiber | Filamen | Fragmen | |
| 1 | Merek A | 28 | 0 | 0 | 28 |
| 2 | Merek B | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 3 | Merek C | 9 | 0 | 0 | 9 |
| 4 | Merek D | 16 | 0 | 0 | 16 |
| 5 | Merek E | 9 | 0 | 0 | 9 |
| 6 | Merek F | 6 | 0 | 1 | 7 |
| 7 | Merek G | 15 | 4 | 0 | 19 |
| 8 | Merek H | 34 | 0 | 1 | 35 |
| Total | | 119 | 4 | 2 | 125 |

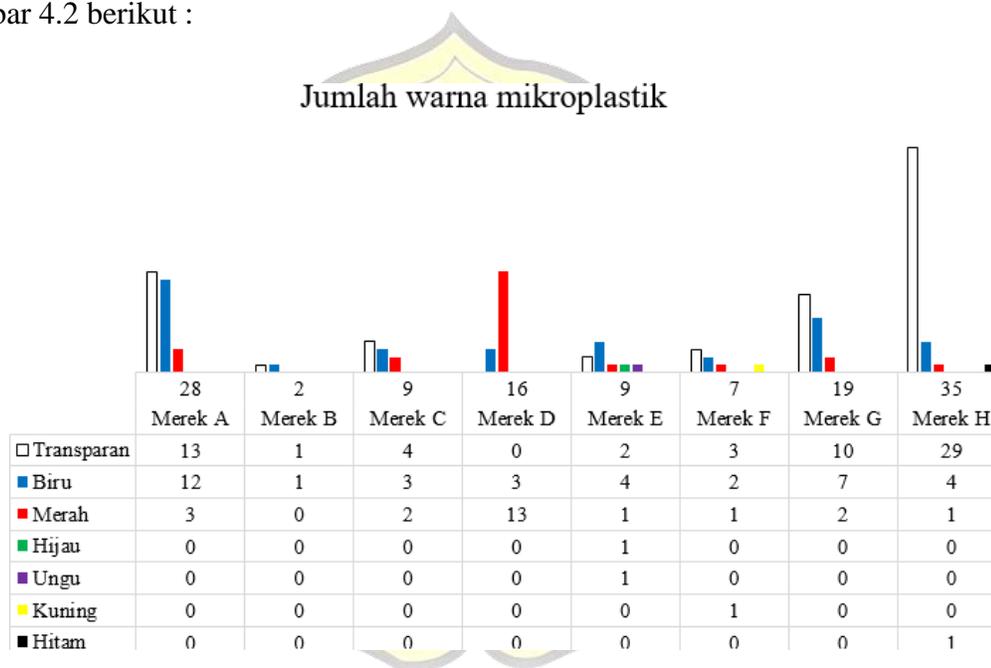
Sumber : Hasil Laboratorium Ecoton Gresik (2023)



Gambar 4.1 Jenis dan Jumlah Mikroplastik
Sumber : Data Hasil Penelitian (2023)

Dari Gambar 4.1 bahwa merek yang memiliki partikel terbanyak pada merek H 35 partikel terdiri dari 34 partikel berjenis fiber dan 1 partikel berjenis fragmen. Sedangkan merek yang memiliki nilai kecil yaitu pada merek B dengan jumlah 2 partikel, yaitu partikel berjenis fiber. Selain itu adapun mikroplastik yang terdapat di Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) produk lokal yang dijual di Kota Jambi berupa fiber, fragmen, dan filamen. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.1 :

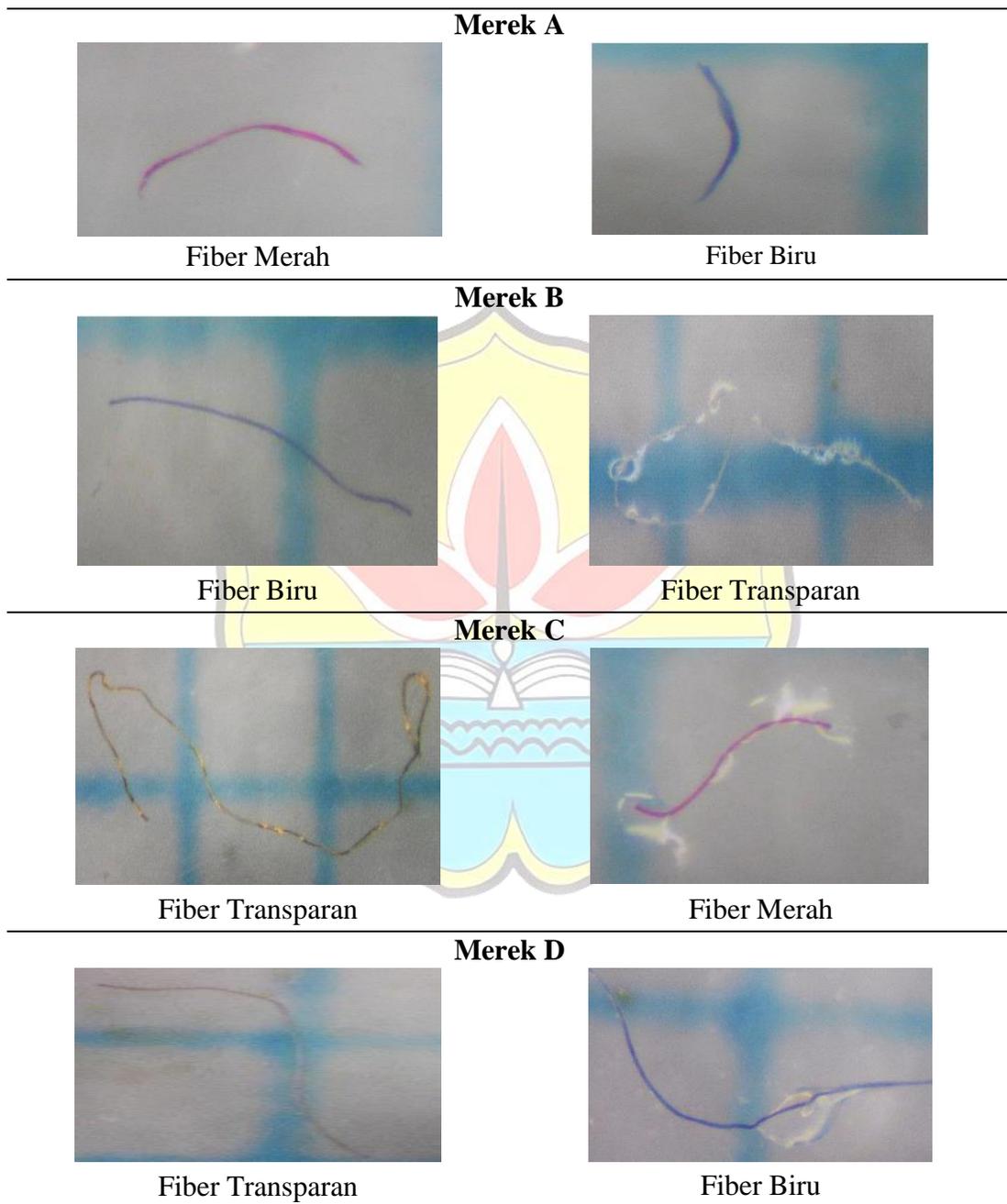
Sebaran jumlah dan warna mikroplastik pada beberapa merk disajikan pada gambar 4.2 berikut :



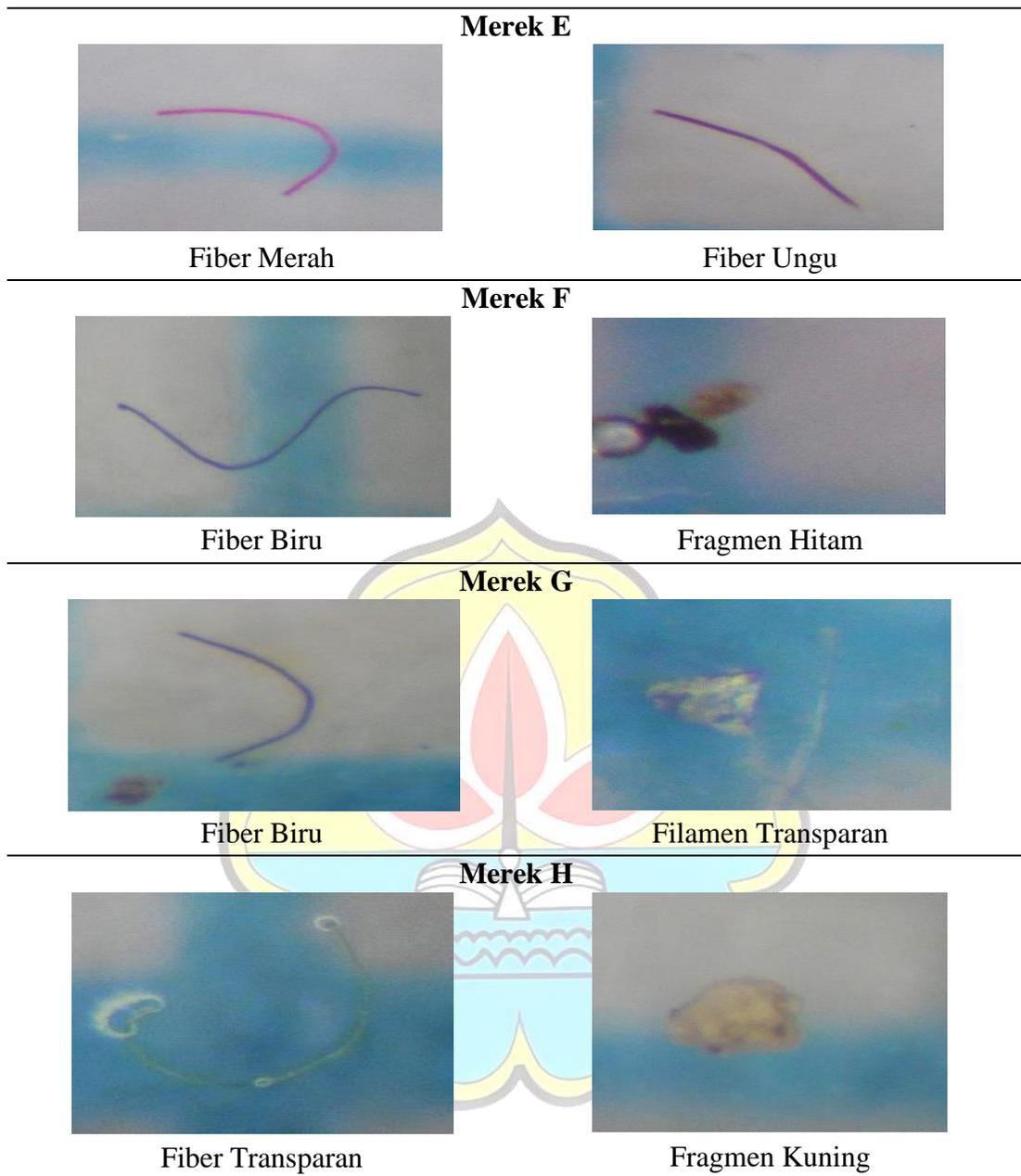
Gambar 4.2 Jumlah dan warna mikroplastik
Sumber : Data Hasil Penelitian (2023)

Dari Gambar 4.2 dapat dilihat merek E merupakan merek yang mempunyai warna terbanyak dengan variasi warna yaitu transparan, biru, merah, hijau dan ungu. Sedangkan merek B dan D memiliki variasi warna yang terkecil yang masing-masing terdiri dari dua variasi warna yaitu transparan dan biru serta biru dan merah. Dari

keseluruhan hasil didapatkan warna dominan pada seluruh merek yaitu warna transparan dengan jumlah 62 partikel. Selanjutnya untuk bentuk dan warna dapat dilihat pada gambar 4.3 :



Gambar 4.3 Jenis Mikroplastik
Sumber : Hasil Laboratorium Ecoton Gresik (2023)



Gambar 4.3 Jenis Mikroplastik (Lanjutan)
 Sumber : Hasil Laboratorium Ecoton Gresik (2023)

Berdasarkan gambar 4.3 merek A mikroplastik yang ditemukan berjenis fiber dengan bentuk garis seperti serat ataupun untaian dan berwarna merah, biru dan transparan. Sedangkan merek B mikroplastik yang ditemukan berjenis fiber dengan bentuk seperti serat ataupun untaian dan berwarna biru dan transparan. Selanjutnya merek C mikroplastik yang ditemukan berjenis fiber dengan bentuk seperti serat ataupun untaian dan memiliki warna transparan, biru, dan merah. Kemudian merek D mikroplastik yang ditemukan berjenis fiber dengan bentuk berupa garis seperti serat ataupun untaian dan berwarna biru dan transparan.

Pada merek E mikroplastik yang ditemukan berjenis fiber dengan bentuk menyerupai garis seperti serat ataupun untaian dan memiliki warna biru, hijau, ungu, transparan dan merah. Selanjutnya merek F memiliki 2 jenis mikroplastik dimana mikroplastik berjenis fiber seperti garis memiliki warna biru, transparan dan merah. Sedangkan mikroplastik berjenis fragmen berbentuk seperti serpihan yang memiliki warna hitam. Kemudian merek G ditemukan 2 jenis mikroplastik dimana mikroplastik berjenis fiber yang menyerupai garis berwarna biru, merah, dan transparan. Sedangkan mikroplastik berjenis filamen yang berbentuk lembaran berwarna transparan. Pada merek H ditemukan 2 jenis mikroplastik dimana mikroplastik berjenis fiber memiliki bentuk garis berwarna transparan dan biru. Sedangkan mikroplastik yang berjenis fragmen berbentuk serpihan yang berwarna kuning.

Selanjutnya akan dipaparkan mengenai karakteristik mikroplastik pada Tabel 4.3 berupa jenis, warna dan ukuran :

Tabel 4.2 Jenis, warna dan ukuran mikroplastik merek A

| Merek A | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Transparan | 0.821 |
| 2 | | Transparan | 0.345 |
| 3 | | Transparan | 0.641 |
| 4 | | Transparan | 0.666 |
| 5 | | Transparan | 0.589 |
| 6 | | Transparan | 0.579 |
| 7 | | Transparan | 0.854 |
| 8 | | Transparan | 2.803 |
| 9 | | Transparan | 2.696 |
| 10 | | Transparan | 2.501 |
| 11 | | Transparan | 0.777 |
| 12 | | Transparan | 2.049 |
| 13 | | Transparan | 0.581 |
| 14 | | Biru | 1.844 |
| 15 | | Biru | 0.907 |
| 16 | | Biru | 0.498 |
| 17 | | Biru | 2.497 |
| 18 | | Biru | 0.689 |
| 19 | | Biru | 1.282 |
| 20 | | Biru | 1.542 |
| 21 | | Biru | 0.672 |
| 22 | | Biru | 0.490 |
| 23 | | Biru | 0.903 |
| 24 | | Biru | 0.755 |
| 25 | | Biru | 0.784 |
| 26 | | Merah | 0.622 |
| 27 | | Merah | 0.651 |
| 28 | | Merah | 0.716 |

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Ecoton Gresik (2023)

Dapat dilihat pada tabel 4.3 diatas pada merek A terdapat jenis mikroplastik fiber dengan tiga warna yaitu transparan, biru, dan merah. Adapun pada warna transparan terdapat sebanyak 13 partikel dengan partikel terpanjang yaitu 2,803 mm dan partikel yang terkecil yaitu sebesar 0,345 mm. Selanjutnya pada warna biru terdapat sebanyak 12 partikel dengan partikel terpanjang yaitu 1,844 mm dan partikel

yang terkecil yaitu sebesar 0,490 mm. Dan pada warna merah terdapat 3 partikel dimana partikel yang terpanjang memiliki ukuran 0,716 mm partikel yang terkecil yaitu berukuran 0,622 mm.

Identifikasi selanjutnya pada merek B dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini :

Tabel 4.3 Jenis, warna dan ukuran mikroplastik merek B

| Merek B | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Biru | 1.032 |
| 2 | | Transparan | 2.571 |

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Ecoton Gresik (2023)

Dapat dilihat pada Tabel 4.3 merek B terdapat satu jenis mikroplastik berjenis fiber berwarna biru dan transparan. Adapun ukuran terpanjang berwarna transparan dengan panjang 2,571 mm, sedangkan ukuran terkecil berwarna biru berukuran 1,032 mm.

Identifikasi selanjutnya pada merek C dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.4 Jenis, warna dan ukuran mikroplastik merek C

| Merek C | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Transparan | 1.081 |
| 2 | | Transparan | 4.953 |
| 3 | | Transparan | 0.630 |
| 4 | | Transparan | 3.729 |
| 5 | | Biru | 4.328 |
| 6 | | Biru | 0.783 |
| 7 | | Biru | 2.726 |
| 8 | | Merah | 0.798 |
| 9 | | Merah | 1.712 |

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Ecoton Gresik (2023)

Dapat dilihat pada Tabel 4.4 merek C terdapat satu jenis mikroplastik berjenis fiber berwarna transparan yang berjumlah 4 partikel dengan ukuran terpanjang yaitu 4,954 mm dan terkecil berukuran 0,630 mm. sedangkan berwarna biru terpanjang berukuran 4,328 mm dan yang terkecil berukuran 0,783 mm. Adapun berwarna merah berukuran terpanjang 1,712 mm sedangkan terkecil berukuran 0,798 mm.

Identifikasi selanjutnya pada merek D dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini :

Tabel 4.5 Jenis, warna dan ukuran mikroplastik merek D

| Merek D | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Biru | 1.323 |
| 2 | | Biru | 0.763 |
| 3 | | Biru | 0.817 |
| 4 | | Transparan | 0.790 |
| 5 | | Transparan | 4.886 |
| 6 | | Transparan | 0.943 |
| 7 | | Transparan | 0.893 |
| 8 | | Transparan | 0.869 |
| 9 | | Transparan | 0.802 |
| 10 | | Transparan | 0.616 |
| 11 | | Transparan | 0.730 |
| 12 | | Transparan | 1.385 |
| 13 | | Transparan | 0.676 |
| 14 | | Transparan | 0.691 |
| 15 | | Transparan | 0.792 |
| 16 | | Transparan | 0.829 |

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Ecoton Gresik (2023)

Dapat dilihat Tabel 4.5 merek D terdapat satu jenis mikroplastik dan memiliki dua varian warna yaitu biru dan transparan. Pada warna biru terpanjang berukuran 1,323 mm dan terkecil berukuran 0,763 mm. Sedangkan pada warna transparan terpanjang berukuran 4,886 mm dan terkecil berukuran 0,616 mm.

Identifikasi selanjutnya pada merek E dapat dilihat pada Tabel 4.6 dibawah ini :

Tabel 4.6 Jenis, warna dan ukuran mikroplastik merek E

| Merek E | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Biru | 4.831 |
| 2 | | Biru | 0.802 |
| 3 | | Biru | 1.359 |
| 4 | | Biru | 0.813 |
| 5 | | Ungu | 0.583 |
| 6 | | Hijau | 0.724 |
| 7 | | Transparan | 1.127 |
| 8 | | Transparan | 0.746 |
| 9 | | Merah | 0.527 |

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Ecoton Gresik (2023)

Dapat dilihat pada Tabel 4.6 merek E terdapat satu jenis mikroplastik berjenis fiber memiliki lima varian warna yang berbeda yaitu biru, ungu, hijau, transparan dan merah. Adapun mikroplastik berwarna biru berukuran terpanjang 4,831 mm dan terkecil berukuran 0,802 mm. Kemudian berwarna ungu memiliki ukuran 0,583 mm dan berwarna hijau berukuran 0,728 mm. Selanjutnya berwarna transparan memiliki ukuran terpanjang 1,127 mm dan yang terkecil berukuran 0,746 mm. Lalu berwarna merah berukuran 0,527 mm.

Identifikasi selanjutnya pada merek F dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini :

Tabel 4.7 Jenis, warna dan ukuran mikroplastik merek F

| Merek F | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Biru | 0.852 |
| 2 | | Biru | 1.408 |
| 3 | | Transparan | 0.577 |
| 4 | | Transparan | 0.777 |
| 5 | | Transparan | 2.481 |
| 6 | | Merah | 3.715 |
| 7 | Fragmen | Hitam | 0.424 |

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Ecoton Gresik (2023)

Dapat dilihat pada Tabel 4.8 merek F terdapat dua jenis mikroplastik berupa fiber dan fragmen dan memiliki warna yang berbeda. Adapun mikroplastik berjenis fiber mempunyai varian warna biru, transparan dan merah. Mikroplastik berjenis fiber berwarna biru memiliki ukuran terpanjang 1,408 mm dan terkecil memiliki ukuran 0,852 mm. Sedangkan berwarna transparan berukuran terpanjang 2,481 mm dan terkecil yaitu 0,577 mm. Dan berwarna merah terdapat satu partikel berukuran 3,715 mm. Adapun mikroplastik berjenis fragmen mempunyai satu partikel berwarna hitam berukuran 0,424 mm.

Identifikasi selanjutnya pada merek G dapat dilihat pada Tabel 4.8 dibawah ini :

Tabel 4.8 Jenis, warna dan ukuran mikroplastik merek G

| Merek G | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Biru | 1.170 |
| 2 | | Biru | 4.639 |
| 3 | | Biru | 1.445 |
| 4 | | Biru | 0.545 |
| 5 | | Biru | 2.075 |
| 6 | | Biru | 0.765 |
| 7 | | Biru | 0.843 |
| 8 | | Merah | 0.808 |
| 9 | | Merah | 0.717 |
| 10 | | Transparan | 0.781 |
| 11 | | Transparan | 2.390 |
| 12 | | Transparan | 0.802 |
| 13 | | Transparan | 0.893 |
| 14 | | Transparan | 0.980 |
| 15 | | Transparan | 1.087 |
| 16 | Filamen | Transparan | 0.098 |
| 17 | | Transparan | 0.153 |
| 18 | | Transparan | 0.169 |
| 19 | | Transparan | 0.912 |

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Ecoton Gresik (2023)

Dapat dilihat pada Tabel 4.8 merek G terdapat dua jenis mikroplastik berupa fiber dan filamen. Pada jenis fiber ditemukan tiga varian warna yaitu biru, merah, dan transparan. Warna biru memiliki berukuran terpanjang 4,639 mm dan terkecil berukuran 0,545 mm. Pada warna merah terdapat dua partikel dimana yang terpanjang berukuran 0,808 mm dan terkecil berukuran 0,717 mm. Adapun warna transparan memiliki ukuran terpanjang 2,90 mm dan terkecil berukuran 0,781 mm. Pada jenis filamen hanya ditemukan berwarna transparan dengan ukuran terpanjang 0,912 mm dan terkecil 0,098 mm.

Identifikasi selanjutnya pada merek H dapat dilihat pada Tabel 4.9 dibawah ini :

Tabel 4.9 Jenis, warna dan ukuran mikroplastik merek H

| Merek H | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Transparan | 1.703 |
| 2 | | Transparan | 0.779 |
| 3 | | Transparan | 0.534 |
| 4 | | Transparan | 0.7 |
| 5 | | Transparan | 0.607 |
| 6 | | Transparan | 0.525 |
| 7 | | Transparan | 0.794 |
| 8 | | Transparan | 0.954 |
| 9 | | Transparan | 0.858 |
| 10 | | Transparan | 1.286 |
| 11 | | Transparan | 0.739 |
| 12 | | Transparan | 0.918 |
| 13 | | Transparan | 1.365 |
| 14 | | Transparan | 1.704 |
| 15 | | Transparan | 1.615 |
| 16 | | Transparan | 0.736 |
| 17 | | Transparan | 0.826 |
| 18 | | Transparan | 0.777 |
| 19 | | Transparan | 0.795 |
| 20 | | Transparan | 0.564 |
| 21 | | Transparan | 0.996 |
| 22 | | Transparan | 0.829 |

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Ecoton Gresik (2023)

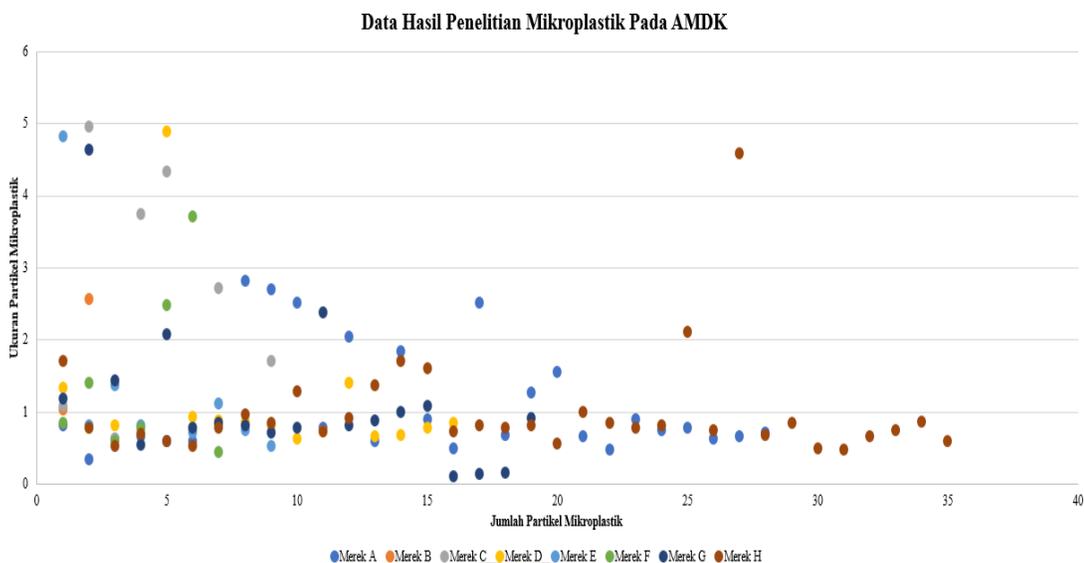
Tabel 4.9 Jenis, warna dan ukuran mikroplastik merek H

| Merek H | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 23 | | Transparan | 0.775 |
| 24 | | Transparan | 0.816 |
| 25 | | Transparan | 2.124 |
| 26 | | Transparan | 0.749 |
| 27 | | Transparan | 4.593 |
| 28 | | Transparan | 0.692 |
| 29 | | Transparan | 0.842 |
| 30 | | Biru | 0.504 |
| 31 | | Biru | 0.49 |
| 32 | | Biru | 0.675 |
| 33 | | Biru | 0.757 |
| 34 | | Merah | 0.868 |
| 35 | Fragmen | Kuning | 0.587 |

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Ecoton Gresik (2023)

Dapat dilihat Tabel 4.9 merek H ditemukan dua jenis mikroplastik yang berjenis fiber dan fragmen. Adapun berjenis fiber ditemukan beberapa varian warna yaitu transparan, biru, dan merah. Pada warna transparan berukuran terpanjang 4,593 mm dan terkecil berukuran 0,525 mm. Sedangkan yang berwarna biru terpanjang 0,757 mm dan terkecil berukuran 0,490 mm. Dan yang berwarna merah hanya ditemukan satu partikel yang berukuran 0,868 mm. Pada jenis fragmen hanya ditemukam satu partikel yang berukuran 0,587 mm.

Berikut akan disajikan Gambar 4.4 persebaran hasil penelitian mikroplastik dari keseluruhan merek sebagai berikut :



Gambar 4.4 Sebaran mikroplastik yang teridentifikasi pada delapan merek AMDK
 Sumber : Data Hasil Penelitian (2023)

Berdasarkan data yang sudah diperoleh dengan mengidentifikasi 8 merek Air Dalam Kemasan (AMDK) yang dijual di Kota Jambi dapat dilihat pada gambar 4.4. Pada gambar tersebut menjelaskan tentang penyebaran dan variasi mikroplastik yang ditemukan pada 8 merek AMDK. Mikroplastik yang ada biasanya berbentuk fiber, fragmen, dan filamen. Jenis mikroplastik fiber biasa ditemukan di daerah pingir pantai, karena sampah mikroplastik ini bersal dari pemukiman penduduk yang bekerja sebagai nelayan. Karena mikrpolastik fiber berasal dari tali atau alat tangkap seperti karung plastik yang digunakan nelayan untuk menangkap ikan. Tidak hanya berasal dari tali atau karung plastik, mikroplastik fiber juga bisa berasal dari limbah pembuatan pakaian, tali, alat pancing, dan jaring (Nor, NHM & Obbard, J.P, 2014).

Menurut Kingfisher (2011), mikroplastik berbentuk filamen memiliki berat densitas lebih rendah dari kedua bentuk mikroplastik yang lain, karena berasal dari polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik

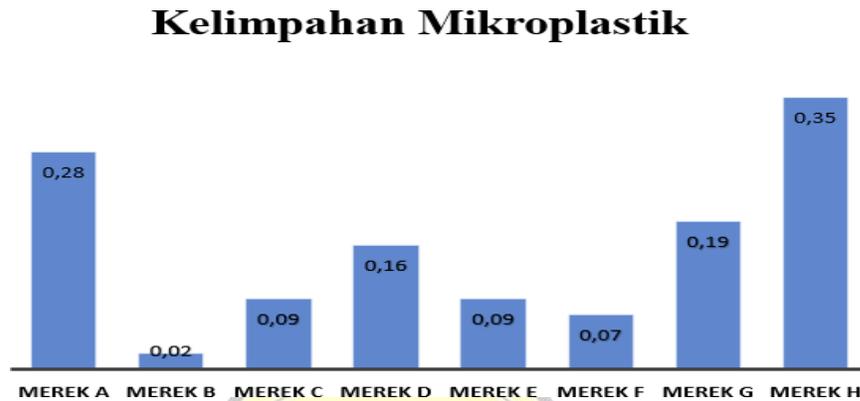
kemasan dan memiliki densitas rendah. Mikroplastik filamen mudah terbawa oleh gelombang arus, karena densitasnya yang rendah. Mikroplastik dengan bentuk filamen dapat berasal dari produk plastik yang memiliki densitas rendah sehingga sangat mudah robek dan terpecah-pecah. Mikroplastik jenis ini berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik makanan. Sedangkan Fragmen adalah jenis mikroplastik yang terbentuk dari perubahan fragmentasi mikroplastik melalui proses fotolisis, fisik, termo-degradasi, termoksidasi, dan degradasi (Andrady, dkk. 2011). Mikroplastik jenis fragmen memiliki polimer yang sangat kuat yang terbentuk dari produk berbahan plastik. Dalam kehidupan sehari - hari penggunaan produk plastik yang memiliki polimer yang kuat sangat diminati dan pada umumnya produk plastik tersebut memiliki relatif besar. Mikroplastik bentuk fragmen berasal dari hasil aktivitas manusia seperti fragmentasi dari botol minuman, toples, galon, map mika, dan pipa paralon

Variasi warna pada mikroplastik yang ditemukan juga beragam. Hal ini terjadi karena warna pada mikroplastik berasal dari penggunaan produk plastik berwarna dalam kehidupan sehari-hari. Namun, warnanya bisa berubah karena cuaca (Lestari P. dkk 2020). Selain itu, Mikroplastik transparan berhubungan dengan wadah makanan transparan (Wicaksono EA, dkk, 2021). Selain pada setiap partikel yang ditemukan memiliki ukuran yang beragam. Hal ini dikarenakan pengaruh waktu proses fragmentasi mikroplastik di perairan, apabila semakin lama waktu fragmentasi mikroplastik di perairan maka ukuran mikroplastik akan semakin kecil. Hal lain yang dapat mempengaruhi ukuran mikroplastik adalah radiasi sinar UV. (Classense, dkk. 2011).

4.2. Kelimpahan Mikroplastik

Dari hasil yang didapatkan kelimpahan mikroplastik dapat dilihat pada gambar

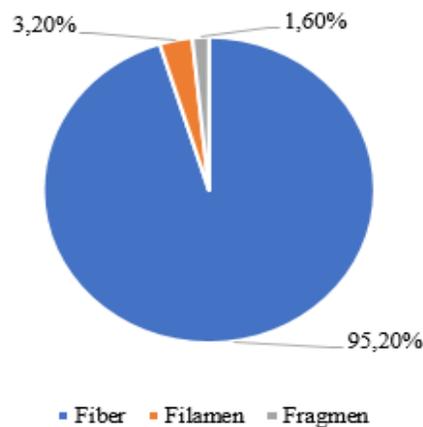
4.5. Sedangkan persentase kelimpahan mikroplastik pada gambar 4.6 :



Gambar 4.5 Kelimpahan mikroplastik
Sumber : Data Hasil Penelitian (2023)

Berdasarkan Gambar 4.5 diketahui kelimpahan yang terbanyak terdapat pada merek H 0,35 partikel/100ml. Sedangkan yang terkecil terdapat pada merek B 0,2 partikel/100ml. Rata-rata partikel dari seluruh merek yaitu 0,16 partikel/100ml.

Persentase Kelimpahan Mikroplastik



Gambar 4.6 Persentase kelimpahan mikroplastik
Sumber : Data Hasil Penelitian (2023)

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.6. Persentase kelimpahan mikroplastik secara berurut dari yang terbesar ke yang terkecil yaitu berjenis fiber dengan jumlah 95,20%, kemudian jenis filamen dengan jumlah 3,20%, dan yang terakhir berjenis fragmen dengan jumlah 1,60%.

4.3. Pembahasan

4.3.1. Pembahasan Karakteristik Mikroplastik

Ratusan juta ton diproduksi setiap tahun telah menyebabkan sampah plastik besar-besaran di seluruh dunia. Bahan plastik telah dirancang untuk berbagai kegunaan selama beberapa dekade terakhir, sayangnya banyak produk digunakan sebagai bahan sekali pakai. Kemasan adalah pasar terbesar untuk plastik. Polutan yang berasal dari plastik terdapat dalam berbagai ukuran. Potongan plastik kecil dan mikroskopis secara luas dikenal sebagai mikroplastik. Kehadirannya di lingkungan telah menimbulkan bahaya karena efek kesehatan lingkungan yang telah diketahui maupun yang masih potensial. Mikroplastik umumnya didefinisikan sebagai partikel polimer sintetik dengan diameter kurang dari 5 mm dan dianggap sebagai kontaminan yang ditemukan di darat dan di perairan.

Secara umum, mikroplastik menurut karakteristik morfologi dapat digolongkan menjadi 3 yaitu ukuran, warna dan jenis. Ukuran mikroplastik merupakan faktor yang sangat penting yang berkaitan terhadap jangkauan pengaruh yang berdampak pada organisme. Mikroplastik berpotensi melepas dengan cepat apabila memiliki permukaan yang lebih luas dan lebih besar daripada volume rasio dari partikel kecil (Lusher dan Peter, 2017). Mikroplastik memiliki beragam jenis dapat berupa pelet,

fragment, fiber, film, filament, dan foam (Juaos Frias,dkk. 2018). Joao Frias ,dkk. (2018) menyebutkan bahwa warna mikroplastik terdapat berbagai macam warna seperti hitam, biru, putih, transparan, merah, dan multicolour.

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan 8 buah merek Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang tersebar di Kota Jambi di temukan keberadaan mikroplastik dengan variasi warna, bentuk dan jenis yang berbeda. Seperti yang terdapat pada merek A, terdapat jenis fiber dengan warna transparan, biru, dan merah sejumlah 28 partikel. Begitu juga pada merek B ditemukan jenis fiber dengan warna biru dan transparan sejumlah 2 partikel. Selanjutnya pada merek C ditemukan jenis fiber dengan warna transparan, biru, dan merah. Selanjutnya merek D ditemukan mikroplastik berjenis fiber dengan warna biru dan transparan sejumlah 16 partikel. Adapun pada merek E ditemukan mikroplastik berjenis fiber dengan warna terbanyak yaitu biru, ungu, hijau, transparan dan merah dengan jumlah 9 partikel. Lalu pada merek F ditemukan dua jenis mikroplastik yaitu berjenis fiber dengan warna biru, transparan, merah dan mikroplastik berjenis fragmen berwarna hitam adapun jumlah yang ditemukan pada merek F berjumlah 7 partikel. Selanjutnya pada merek G ditemukan dua jenis mikroplastik yaitu fiber dengan warna biru, merah, transparan, dan mikroplastik berjenis filamen ditemukan berwarna tranparan dengan jumlah 19 partikel. Dan merek terakhir yaitu H terdapat dua jenis mikroplastik yaitu fiber dengan warna transparan, biru, dan merah sedangkan mikroplastik berjenis fragmen ditemukan berwarna kuning pada merek ini terdapat 35 partikel.

Seperti yang diketahui bahwa ukuran mikroplastik merupakan faktor yang sangat penting yang berkaitan terhadap jangkauan pengaruh yang berdampak pada organisme. Mikroplastik berpotensi terlepas dengan cepat apabila memiliki permukaan yang lebih luas dan lebih besar daripada volume rasio dari partikel kecil. Selain ukuran, mikroplastik dengan jenis fiber bersumber dari tali perahu yang bersandar pada daerah pasang surut yang mengalami gesekan kemudian terurai menjadi partikel plastik dengan ukuran yang sangat kecil di dalam perairan. Sesuai dengan yang dikemukakan Browne, Dkk. (2011), 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. Hal ini sesuai dengan lokasi pengambilan merek yang sangat dekat dengan pemukiman warga. Seperti diketahui, pemukiman penduduk berpotensi besar untuk menghasilkan sampah plastik khususnya kantong plastik dan kemasan makanan atau minuman berupa plastik (Tuhumury&Kaliky,Garcia, dkk., 2019). Hal ini menjadi alasan kenapa lebih banyak ditemukannya mikroplastik jenis fiber pada 8 merek AMDK yang sudah diteliti.

Meningkatnya konsumsi dan daya beli masyarakat juga meningkatkan konsumsi produk dengan kemasan plastik. Industri makanan maupun minuman pada umumnya menggunakan bahan dan kemasan berbahan plastik untuk pembungkus produknya karena praktis, memiliki sifat yang fleksibel, ringan dan memiliki harga yang murah. Plastik yang digunakan sebagai pembungkus dalam kenyataan tidak dapat terurai secara hayati atau nonbiodegradable. Sehingga kemasan plastik yang tidak dimanfaatkan lagi akan menjadi sampah yang dapat merusak dan mencemari

perairan dan tanah serta dapat mengancam kehidupan bagi tumbuhan, hewan, dan manusia. Plastik memiliki umur yang sangat lama dan sangat sulit untuk terdegradasi apabila sudah masuk ke dalam perairan.

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa keberadaan mikroplastik pada setiap merek sangat beragam dan bervariasi. Jumlah karakteristik mikroplastik yang terbanyak terdapat pada merek H dengan jenis fiber sejumlah 34 partikel dan berjenis fragmen 1 partikel. Selain warna, jenis, bentuk, dan ukuran mikroplastik pun sangat beragam. Ditemukannya ukuran terpanjang dari mikroplastik yang terdapat dalam 8 merek yang sudah diteliti yaitu terdapat pada merek C dengan jenis fiber berwarna transparan berukuran 4,953 mm. selain itu terdapat juga ukuran mikroplastik yang terpendek terdapat pada merek G dengan jenis filamen berwarna transparan dan memiliki ukuran 0,098 mm. Adanya perbedaan ukuran mikroplastik ini dipengaruhi oleh waktu proses fragmentasi mikroplastik di perairan, apabila semakin lama waktu fragmentasi mikroplastik di perairan maka ukuran mikroplastik akan semakin kecil. Hal lain yang dapat mempengaruhi ukuran mikroplastik adalah radiasi sinar UV. (Classense, dkk., 2011).

4.3.2. Pembahasan Kelimpahan Mikroplastik

Berdasarkan pemaparan Cordova, dkk. (2019) pencemaran mikroplastik di lingkungan perairan berasal dari dua sumber utama. Sumber utama yang pertama adalah sampah plastik yang bersumber dari plastik berukuran besar seperti plastik kemasan makanan, minuman, dan sedotan yang hancur berkeping – keping di perairan. Kemudian sumber utama yang kedua adalah produk perawatan kosmetik yang mengandung microbeads. Microbeads merupakan butiran – butiran kecil yang

terbuat dari plastik yang memiliki ukuran mikro atau kecil dan memiliki diameter kurang dari 5 mm. Setelah melalui proses pencampuran dengan bahan kosmetik lainnya, microbeads akan berubah menjadi butiran scrub yang sering kita temui pada produk pasta gigi, sabun mandi, skincare dan produk kosmetik lainnya.

Peneliti dari Fakultas Kelautan dan Perikanan (FKP) Universitas Hassanudin (Unhas) Makassar yang bekerja sama dengan FMCG Insights mengungkapkan mikroplastik paling banyak mengkontaminasi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Berdasarkan penelitian tersebut umumnya mikroplastik yang ditemukan adalah fiber dan fragmen. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan di Kota Jambi yang melibatkan 8 merek AMDK dengan jenis paling banyak ditemukan adalah berjenis fiber.

Mikroplastik dapat memasuki lingkungan air tawar melalui berbagai cara seperti berasal dari sampah plastik yang terdegradasi, limbah industri, air limbah dan deposisi atmosfer. Keberadaan mikroplastik pada air minum dalam kemasan (AMDK) sebagian berasal dari kemasan dan atau proses pembotolan itu sendiri. Atau sumber kontaminasi lainnya dapat berasal dari sumber air baku, bahan kemasan, mesin pencuci maupun rangkaian dalam proses pengisian air kedalam kemasan. Kontaminasi mikroplastik dapat terjadi di botol sekali pakai atau botol yang dapat digunakan kembali, karton minuman atau bahkan dalam botol kaca.

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa keberadaan mikroplastik pada setiap merek sangat beragam dan bervariasi adapun kelimpahan mikroplastik dari yang terbanyak ke paling terendah secara berurut yaitu merek H 0,35 partikel, A 0,28

partikel, G 0,19 partikel, D 0,16 partikel, E 0,09 partikel, C 0,09 partikel, F 0,07 partikel, dan B 0,02 partikel.

4.3.3. Sifat dan Mekanisme Kemasan Plastik

Pada umumnya, bahan yang dipakai untuk membuat botol adalah HDPE (*High Density Polyethylene*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), PET (*Polyethylene Terephthlene*), PC (*Polycarbonate*), PVC (*Polyvinyl Chloride*) dan PS (*Polystyrene*). Di Indonesia, sejak tahun 2017 sudah ada industri kemasan yang memproduksi kemasan plastik dari bahan PET daur ulang sebesar 80% . Selain itu, pada tahun 2018 juga sudah ada industri pangan yang menggunakan kemasan plastik dari 100% PET daur ulang. (Widyaningrum, 2019)

Dibandingkan dengan LDPE, HDPE, PP, PVC, dan PS, plastik PET juga memiliki permeabilitas gas oksigen yang paling rendah sehingga dapat memberikan perlindungan yang baik terhadap produk pangan dari kerusakan oksidatif. (Mason, 2018)

Kemasan plastik PET banyak digunakan untuk botol minuman, botol minyak goreng, selai, botol kecap, botol saus, sambal, dan gelas plastik. Kinerja plastik dapat dilihat berdasarkan laju transmisi uap air (*Water Vapor Transmission Rate/WVTR*), laju transmisi gas oksigen (*Oxygen Transmission Rate/OTR*), kekuatan tarik (*Tensile Strength*) dan aroma barrier. Aroma barrier merupakan penilaian terhadap perlindungan akan kehilangan aroma atau pencemaran aroma dari luar. Semakin banyak jumlah bintang semakin tinggi sifat perlindungan terhadap aromanya.

Tabel 4.10 Sifat, permeabilitas dan mekanis kemasan plastik

| Jenis Plastik (Tebal 25 μ m) | WVTR (g/m ² .hari) | OTR (cm ³ /m ² .hari) | Tensile Strength (MPa) | Aroma Barrier (g/cm ³) |
|-------------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------|---------------------------------------|
| PET | 15-20 | 100-150 | 60-80 | ***** |
| HDPE | 7-10 | 1600-2000 | 20-40 | *** |
| PVC | 30-40 | 150-350 | 40-60 | ** |
| LDPE | 15-20 | 6500-8500 | 5-16 | ** |
| PP | 10-12 | 2500-4500 | 20-40 | *** |
| PS | 70-115 | 4500-6000 | 35-60 | * |

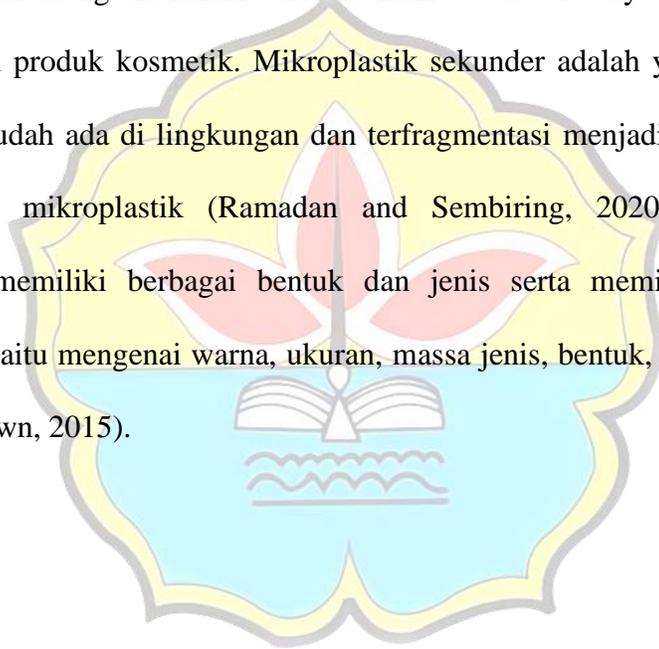
Sumber : Kirwan and Strawbridge, (2003)

Dalam beberapa tahun terakhir dengan adanya kemajuan teknologi yang semakin meningkat, khususnya di bidang dekontaminasi mengakibatkan banyaknya industri yang mengembangkan proses pendaur – ulangan plasti *Post-Consumer* dari botol minuman PET. Hal ini memungkinkan dilakukan upaya pembersihan dan rekondisi dalam mendaur ulang PET sehingga diperoleh kembali kemasan pangan berbahan PET yang berkualitas sama dengan bahan dasar alami (virgin). (Widyaningrum, 2019)

Mikroplastik primer diproduksi sebagai potongan-potongan kecil. Bersama dengan serat mikro sintetis, mikroplastik primer merupakan kategori mikroplastik yang paling melimpah. Ketika mekanisme alami seperti fotolisis dan kekuatan mekanik menyebabkan fragmentasi dan degradasi lambat bahan plastik menjadi potongan-potongan yang lebih kecil, mikroplastik sekunder terbentuk. Indonesia merupakan kontributor polutan plastik ke laut terbesar di dunia setelah China dengan besaran 0,48 – 1,29 juta metrik ton plastik/tahun (Widianarko and Hantoro, 2018).

Plastik mengandung monomer beracun dan zat adiktif seperti bisphenol A dan phthalates dapat larut kedalam air laut dan mempengaruhi organisme air yang ada

(Mohamed Nor and Obbard, 2014). Plastik umumnya bersifat persisten dan tahan lama tetapi degradasi oksidatif yang disebabkan oleh paparan radiasi ultraviolet dalam waktu lama dan abrasi fisik mampu memecah puing-puing plastik menjadi partikel yang lebih kecil berukuran micrometer sampai dengan nanometer (Widianarko and Hantoro, 2018). Polimer plastik yang memiliki ukuran kurang dari 5 mm disebut mikroplastik (Alam dkk., 2019). Mikroplastik berdasarkan proses pembentukannya dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu primer dan sekunder. Mikroplastik primer adalah plastik yang memang memiliki ukuran mikro dan biasanya ditemukan dalam pembersih dan produk kosmetik. Mikroplastik sekunder adalah yang terbentuk dari plastik yang sudah ada di lingkungan dan terfragmentasi menjadi plastik yang lebih kecil menjadi mikroplastik (Ramadan and Sembiring, 2020). Pada dasarnya, mikroplastik memiliki berbagai bentuk dan jenis serta memiliki variasi dalam beberapa hal yaitu mengenai warna, ukuran, massa jenis, bentuk, komposisi dan lain – lainnya (Brown, 2015).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

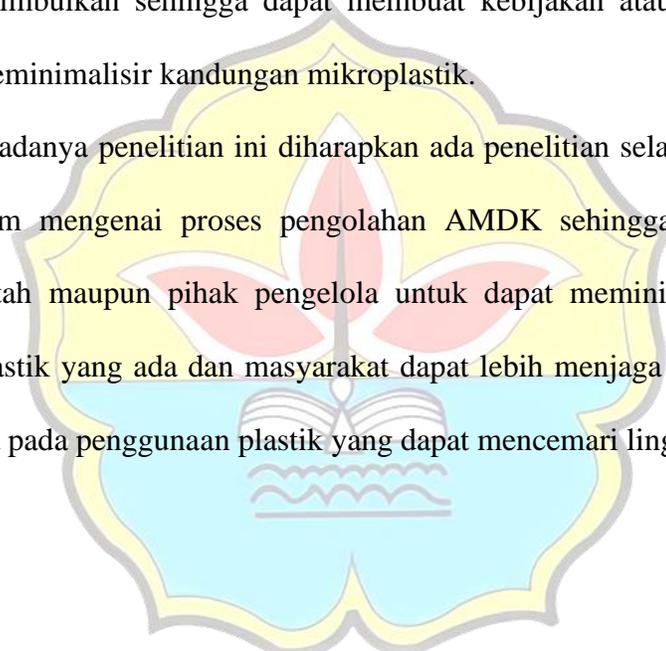
1. Karakteristik mikroplastik dari delapan merek Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) produk lokal yang tersebar di Kota Jambi terdapat kandungan mikroplastik dengan jenis, bentuk dan ukuran yang bervariasi. Jumlah partikel yang terbanyak terdapat pada merek H dengan jenis fiber sebanyak 34 partikel dan berjenis fragmen 1 partikel. Selain warna, jenis, bentuk dan ukuran mikroplastik yang ditemukan sangat beragam. Adapun ukuran mikroplastik yang terpanjang ditemukan pada merek C berjenis fiber berwarna transparan berukuran 4,953 mm. selain itu ditemukan pula ukuran mikroplastik yang terpendek terdapat pada merek G berjenis filamen berwarna transparan berukuran 0,098 mm.
2. Kelimpahan mikroplastik dari yang tertinggi sampai terendah dari delapan merek Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang diuji antara lain merek H 0,35 partikel>A 0,28 partikel>G 0,19 partikel>D 0,16 partikel>E 0,09 partikel>C 0,09 partikel>F 0,09 partikel>B 0,02 partikel.
3. Plastik PET memiliki banyak keunggulan dibandingkan jenis plastik lainnya karena memiliki kekuatan tarik *Tensile Stregth* yang tinggi sehingga memiliki stabilitas bentuk cukup baik dan cocok untuk kemasan botol dan gelas, stabil

terhadap benturan dan ketahanan kimia yang sangat baik terhadap air, alkohol dan pelarut.

5.2 Saran

Adapun saran dari peneliti yaitu sebagai berikut :

1. Dengan ditemukannya kandungan mikroplastik pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang tersebar di Kota Jambi, dapat menjadi awal pemerintah dan pihak pengelola AMDK untuk lebih memperhatikan dampak yang ditimbulkan sehingga dapat membuat kebijakan atau pengolahan yang dapat meminimalisir kandungan mikroplastik.
2. Dengan adanya penelitian ini diharapkan ada penelitian selanjutnya yang lebih mendalam mengenai proses pengolahan AMDK sehingga dapat membantu pemerintah maupun pihak pengelola untuk dapat meminimalisir kandungan mikroplastik yang ada dan masyarakat dapat lebih menjaga lingkungan sekitar terutama pada penggunaan plastik yang dapat mencemari lingkungan.



DAFTAR PUSTAKA

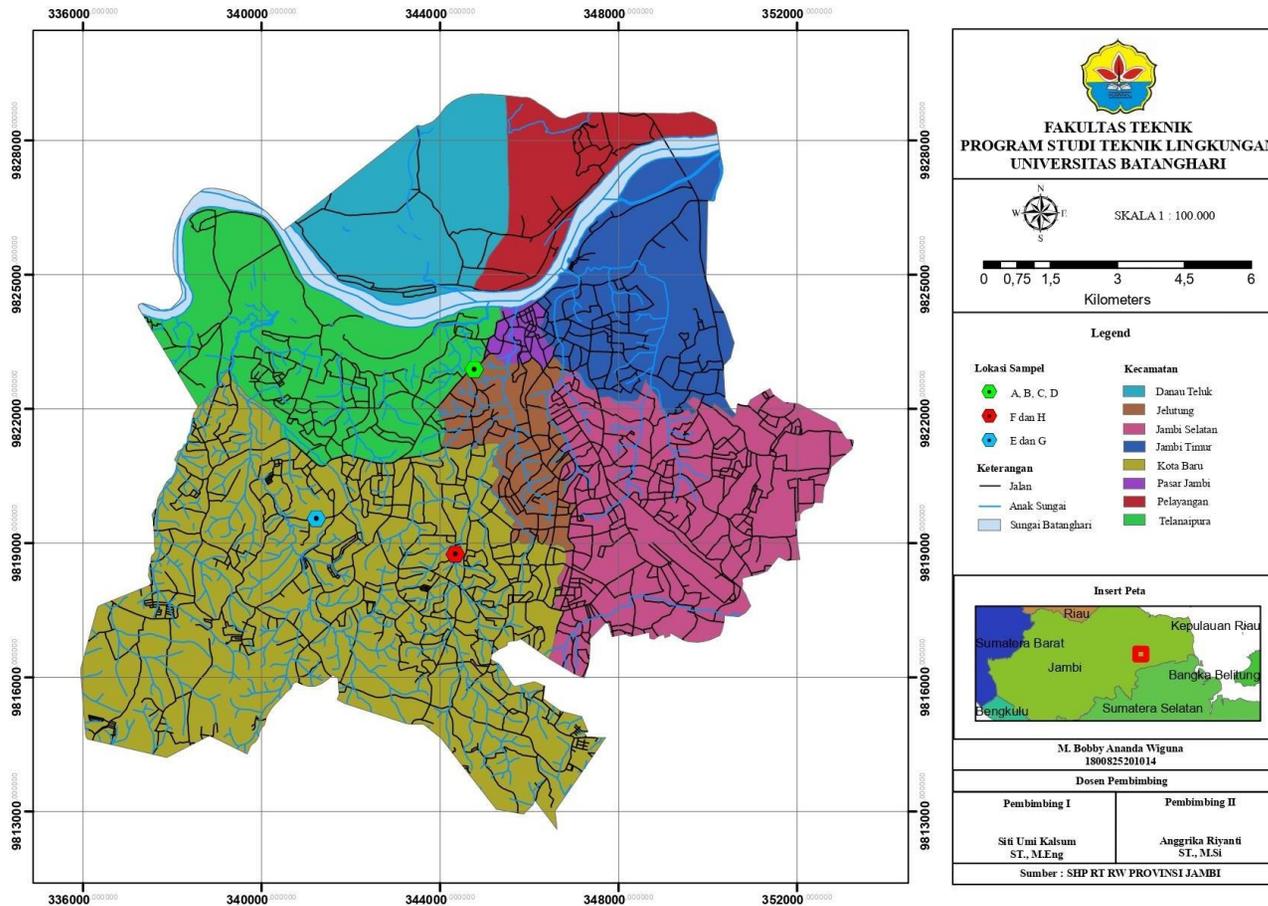
- Afrianti, R. S., & Hidayat, G. M. (2017). *Uji Cemaran Air Minum Masyarakat Sekitar Margahayu Raya Bandung Dengan Identifikasi Bakteri Escherichia coli*. *Indonesian Journal Of Pharmaceutical Science and Technology*, 4(2), 50–55
- Aljasser, Ibrahim A. dan Sasidhar, B. (2016). *Bank Customers' Perception Of Service Quality And Customer Satisfaction In Saudi Arabia*. *European Journal of Business and Social Sciences*, Vol. 4, No. 11, pp. 130-141.
- Agustini, S dan Rienoviar. (2011). *Pengaruh Konsentrasi Ozon Terhadap Cemaran Mikroba Pada Air Minum Dalam Kemasan*.
- Andrady AL (2011) Microplastics in the marine environment. *Mar Pollut Bull* 62:1596–1605.
- Angnunavuri, P. N., Attiogbe, F., Dansie, A., & Mensah, B. (2020). *Consideration of emerging environmental contaminants in africa: Review of occurrence, formation, fate, and toxicity of plastic particles*. *Scientific African*.
- Arsyad, Sitanala. (1989). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Asmadi, Khayan, Kasjono H.S. (2018). *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Athawuda, A. M. G. A. D., Jayasiri, H. B., Thushari, G. G. N., & Guruge, K. P. G. K. P. (2020). *Quantification and morphological characterization of plastic litter (0.30–100 mm) in surface waters of off Colombo, west coast of Sri Lanka*. *Environmental Monitoring and Assessment*.
- Auta, H.S., Emenike, C.U., Fauziah, S.H., (2018). *Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions*. *Environ. Int*.
- Awis, dkk, 2020. *Identification Microplastic Waste In Seawater And Digestive Organs Of Senangi Fish (E. Tetradactylum) At Dumai City Sea Waters*.
- Baharuddin, Alfina, and Laode Rangga.(2017). *“Kualitas Air Minum Isi Ulang Pada Depot Di Wilayah Kerja Puskesmas Dahlia Kota Makassar.”* HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan.
- Browne, M. A. (2015). *Sources and Pathways of Microplastics to Habitats. Marine Anthropogenic Litter*. Springer International Publishing. 229–244.

- Claessens, M., De Meester, S., Van Landuyt, L., De Clerck, K. & Janssen, C.R., 2011. Occurrence and Distribution of Microplastics in Marine Sediments Along the Belgian coast. *Marine Pollution Bulletin*. 62(10):2199-2204
- Dewi, I.S., Budiarsa, A.A., & Ritonga, I.R. (2020). *Distribusi Mikroplastik pada Sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara*. *Depik* 4(3):121–131.
- De Haas EM, Wagner C., Koelmans AA, Kraak MHS dan Admiraal W. (2015). *Habitat selection by chironomid larvae: Fast growth requires fast food*. *J Anim Ecol*. 75:148-155.
- Effendi, Hefni. (2003). *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit : Kanisius. Yogyakarta.
- Elsa, dkk, 2019. Karakteristik Rumah Tangga Pengguna Air Minum Kemasan dan Isi Ulang di Indonesia
- Ekosafitri, K.H., Rustiadi, E. & Yulianda, F. (2015). *Pengembangan Wilayah Pesisir Pantai Utara Jawa Tengah Berdasarkan Infrastruktur Daerah*. *Jurnal Perencanaan dan Pembangunan Wilayah Perdesaan*, 1(2):145-157.
- Firdha Cahya Alam, (2020). *Mulki Rachmawati. Perkembangan Penelitian Mikroplastik di Indonesia Development of Microplastic Research in Indonesia*. *Jurnal Presipitasi Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan* e-ISSN : 2550-0023.
- GESAMP. (2019). *Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean* (Kershaw P.J., Turra A. and Galgani F. editors). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) Rep. Stud. GESAMP, No. 99.
- Henry, B., Laitala, K., and Grimstad, I. 2019. Science of the Total Environment Microfibres from apparel and home textiles: Prospects for including microplastics in environmental sustainability assessment. *Science of the Total Environment*, 652, 483–494
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R.C., Thiel, M., (2012). *Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification*. *Environmental Science and Technology*. Hal 46.
- Hidayat, Agung, Suprayogi, Slamet dan Cahyadi, Ahmad. (2019). *Analisis Kesesuaian Kualitas Air untuk Irigasi pada Beberapa Mataair di Kawasan Karst Sistem Goa Pindul. Dalam Hidrologi dan Kepariwisata Kawasan Karst Goa Pindul Kabupaten Gunung Kidul*. Yogyakarta : Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPFGe) Universitas Gadjah Mada. Hal :42-55.
- Ir. Syofian Siregar, M.M (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif* (Cetakan Ke-4).Hal 33.

- Irfan Maulana, A.M (2022). Identifikasi Mikroplastik Sungai Batanghari Wilayah Nipah Panjang Kabupaten Tanjung Jabung Timur.
- Isma Nur Faujiah, 2021. Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik pada Air Minum serta Potensi Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia.
- João Frias., Nash, R., Pagter, E., and O'Connor, I. 2018. Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. JPI-Oceans BASEMAN project
- Jonathan Sarwono (2006). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif* (Cetakan Edisi Pertama). Hal 113.
- Kankanige, D., & Babel, S. (2020). *Science of the Total Environment Smaller sized micro-plastics (MPs) contamination in single-use PET- bottled water in Thailand. Science of the Total Environment, 717, 137232.*
- Kharismasari Ika, (2007), *Penggunaan Galon Air Milik Pihak Lain Oleh Pelaku Usaha Air Minum Isi Ulang Ditinjau Dari Undang-Undang Nomor 15 Tahun 2001 Tentang Merek (Tesis)*, Program Studi Magister Kenotariatan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kingfisher, J. (2011). Microplastic debris accumulation on puget sound beaches. Port Townsend Marine Science Center.
- Lestari P, Trihadiningrum Y, Wijaya BA, Yunus KA, Firdaus M. (2020) Distribution of microplastics in Surabaya river, Indonesia. *Science of The Total Environment*.
- Lusher, A. L., Peter H & Jeremy M. (2017). *Microplastics in Fisheries and Aquaculture. Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nations.*
- Mason A. S. et al., (2018). *Synthetic Polymer Contamination in Bottled Water. State University of New York at Fredonia, Departement of geology & environmental sciences. Ltd, 280, pp. 1-17*
- Muslimah, (2015). *Dampak Pencemaran Tanah dan Langkah Pencegahan. Jurnal Penelitian Vol. 2 No. 1.*
- Monavia Ayu Rizaty (2021). *Persentase Rumah Tangga Menurut Sumber Air Minum Utama di Provinsi Jambi 2020*
- Natalia, Ayu L.(2021) *Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Blora. Jurnal.*
- Nor, N. H. M., & Obbard, J. P. (2014). Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. *Marine pollution bulletin, 79(1-2), 278-283.*
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 02 Tahun (2023). Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.

- Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun (2021). Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun (2017). Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, Dan Pemandian Umum.
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun (2010). Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Prof. Dr. Soekidjo Notoatmodjo (2010). *Metodologi Penelitian Kesehatan*
- Ramadhan Nabilah dan Sembiring Jafar. 2014. *Pengaruh Employee Engagement Terhadap Kinerja Karyawan Di Human Capital Center PT. Telekomunikasi Indonesia*, Tbk Jurnal Manajemen Indonesia Vol.14 No.1.
- Rosita N. (2018). *Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Tangerang Selatan*. J Kim Val. 4(2):134–41.
- S. A. Mason, V.G dkk, (2018). “Synthetic Polymer Contamination in Bottled Water,” *Frontier in Chemistry*.
- Sarwoko, (2012), *Evaluasi dan Pencemaran Kebutuhan Air Minum*, Guna wijaya: Surabaya.
- Shim, W. J., Hong, S. H., & Eo, S. (2018). *Marine microplastics: Abundance, distribution, and composition. In Microplastic Contamination in Aquatic Environments: An Emerging Matter of Environmental Urgency*.
- Situmorang, M. (2007). *Kimia Lingkungan*. FMIPA-UNIMED. Medan
- Suripin. (2002). *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. ANDI. Yogyakarta.
- Susana T. (2019). *Air Sebagai Sumber Kehidupan*. *Jurnal Oseana*. 17(3):17-25
- Yohanes Calvinus (2019). *Electronic Properties Modelling Untuk Botol Air Minum Kemasan*.
- Widianarko, Y. Budi and Hantoro, Inneke (2018) *Mikroplastik dalam Seafood dari Pantai Utara Jawa*. Penerbit Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang.
- Wicaksono EA, Werorilangi S, Galloway TS, Tahir A. (2021) *Distribution and Seasonal Variation of Microplastics in Tallo River, Makassar, Eastern Indonesia*. *Toxics*.
- Zhang, C., Gu, J., Chen, Q., Deng, N., Li, J., Huang, L., & Zhou, X. (2020). *Clinical and epidemiological characteristics of pediatric SARS-CoV-2 infections in China: A multicenter case series*. *PLoS Medicine*, 17(6), e1003130.

DAFTAR LAMPIRAN





Universitas Batanghari

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Letkol Slamet Riyadi Broni - Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280 Website www.unbari.ac.id

SURAT KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI
NOMOR 49 TAHUN 2023
TENTANG
PERPANJANGAN PERTAMA
PENUNJUKKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN PROGRAM STRATA SATU (S-1)
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

- MEMBACA** : Usulan Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Tentang Pembimbing Tugas Akhir
- MENIMBANG** :
- a. Bahwa untuk melengkapi syarat-syarat yang diperlukan guna menyelesaikan Studi Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari perlu diselenggarakan Tugas Akhir Mahasiswa.
 - b. Bahwa mahasiswa yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini dianggap mampu dan memenuhi syarat dan berhak untuk melaksanakan Tugas Akhir.
 - c. Bahwa Staf Pengajar yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini dianggap mampu memenuhi syarat untuk ditunjuk sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari
 - d. Bahwa untuk pelaksanaan Tugas Akhir Mahasiswa perlu dibuat Keputusan Dekan.
- MENGINGAT** :
1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 2. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen;
 3. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan pengelolaan Perguruan Tinggi ;
 4. Peraturan Akademik Universitas Batanghari Tahun 2018
 5. Surat Keputusan Pj. Rektor Nomor : 27 Tahun 2022 tentang Perpanjangan Masa Tugas Pejabat Pada Jabatan Wakil Rektor, Dekan, Kepala Unit Kerja Di Lingkungan Universitas Batanghari;

MEMUTUSKAN

- MENETAPKAN** :
- Pertama** : Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Program Strata Satu (S-1) yang nama dan NPM nya tercantum pada kolom (2) untuk melaksanakan Tugas Akhir dengan Judul seperti pada kolom (3) Lampiran Keputusan dan berhak untuk mendapatkan Bimbingan Tugas Akhir.
- Kedua** : Menunjuk Staf Pengajar yang namanya tercantum pada kolom (4) menjadi Dosen Pembimbing I dan kolom (5) menjadi Dosen Pembimbing II mahasiswa dalam melaksanakan Tugas Akhir.
- Ketiga** : Dosen Pembimbing bertanggung jawab kepada Dekan melalui Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari.
- Keempat** : Dosen Pembimbing Akademik bertanggung jawab kepada Dekan melalui Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari.
- Kelima** : Program Studi Agar Menyenggarakan Seminar Proposal Tugas Akhir yang bersangkutan agar judul, tujuan, ruang lingkup, dan metode penelitian Tugas akhir mahasiswa benar dari kaidah kaidah ilmiah.
- Keenam** : Masa berlaku Surat Keputusan ini adalah 6 (enam) bulan dan setelahnya dapat diperpanjang maksimal dua (2) kali atau ganti dengan pembimbing lain.
- Kelujuh** : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dan apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

DITETAPKAN DI : JAMBI
PADA TANGGAL : 03 MEI 2023

Dekan,

Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME

Tebusan disampaikan kepada :

1. Yth. Rektor Universitas Batanghari
2. Yth. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari
3. Yth. Dosen Pembimbing yang bersangkutan
4. Mahasiswa yang bersangkutan
5. Arsip

LAMPIRAN : SK DEKAN NOMOR : 01 TAHUN 2023 TENTANG PENUNJUKKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN, PROGRAM STRATA SATU (S-1) FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

| NO | NAMA NPM | JUDUL TUGAS AKHIR | DOSEN PEMBIMBING I | DOSEN PEMBIMBING II |
|-----|---|--|-----------------------------|---------------------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 1. | M. BOBBY ANANDA WIGUNA 1800825201014 | ANALISIS KELIMPAHAN DAN KARAKTERISTIK MIKROPLASTIK PADA AIR MINUM DALAM KEMASAN (AMDK) DAN AIR MINUM ISI ULANG (AMIU) DI KECAMATAN ALAM BARAJÓ | SITI UMI KALSUM, ST. M. Eng | MARHADI, ST, MT |

DITETAPKAN DI : JAMBI
PADA TANGGAL : 03 MEI 2023



Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME

HALAMAN ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : M. Bobby Ananda Wiguna

NPM : 1800825201014

Judul : Analisis Kelimpahan Dan Karakteristik Mikroplastik Pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Produksi Muaro Jambi.

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|-----------|---|---|
| | 25-3-2023 | <ul style="list-style-type: none">- Bab III diperbaiki seperti yang terdapat dalam laporan- Bab IV.<ul style="list-style-type: none">o hasil uji dibuat grafiky/ semua data yang diperolah- konsentrasi pemisahan.- penggunaan merk # sampel.- pembahasan : dari 8 merk mana yang lebih banyak dan lebih sedikit |  |

Jambi, ,

Dosen Pembimbing I



(Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng)

HALAMAN ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : M. Bobby Ananda Wiguna

NPM : 1800825201014

Judul : Analisis Kelimpahan Dan Karakteristik Mikroplastik Pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Produksi Muaro Jambi.

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|-----------|---|---|
| | 27-3-2023 | Rumusan masalah yang sesuai Kon tujuan penelitian atau sebaliknya - Tabel dan grafik diper- baiki & sesuai dgn pr- baiter di Laporan t.A |  |
| | 3-4-2023 | Perbaiki kesimpulan dan saran Alokasi sidang tugas akhir |  |

Jambi, 3, April 2023

Dosen Pembimbing I


(Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng)

HALAMAN ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : M. Bobby Ananda Wiguna

NPM : 1800825201014

Judul : Analisis Kelimpahan Dan Karakteristik Mikroplastik Pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Produksi Muaro Jambi.

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|----------|---|---|
| | 26/2-23 | - Perbaiki latar belakang - tentukan jumlah sampel |  |
| | 27/3-23 | - perbaiki grafik xy scatter - tambahkan penjelasan ke Filamen, fiber, dll |  |
| | 3/4-2023 | - Abstrak - Saran diperbaiki |  |

Jambi,

Dosen Pembimbing II



(Anggrika Riyanti, ST.,M.Si)

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

HALAMAN ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : M. Bobby Ananda Wiguna

NPM : 1800825201014

Judul : Analisis Kelimpahan Dan Karakteristik Mikroplastik Pada Air
Minum Dalam Kemasan (AMDK) Produksi Muaro Jambi.

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|----------|---------------------|---|
| | 4/4-2023 | ACC sidang TA |  |

Jambi, ,

Dosen Pembimbing II



(Anggrika Riyanti, ST.,M.Si)



Universitas Batanghari

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Letkol Slamet Riyadi Broni - Jambi 36122 Telp./F ax. (0741) 668280 Website www.unbari.ac.id

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI
NOMOR : 214 TAHUN 2023
TENTANG
PENUNJUKAN DOSEN PENGUJI UJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA
DI LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI :

- MEMBACA** : Surat Ketua Program studi Teknik Lingkungan Tentang usulan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
- MENIMBANG** : 1. Bahwa Mahasiswa yang namanya tercantum pada Surat Keputusan ini memenuhi syarat untuk mengikuti Ujian Tugas Akhir.
 2. Bahwa Dosen yang namanya tercantum pada Surat Keputusan ini memenuhi syarat sebagai Penguji Ujian Tugas Akhir yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Dekan.
- MENINGAT** : 1. Undang Undang Nomor :12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Nasional.
 2. Undang Undang Nomor : 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen.
 3. Peraturan Pemerintah RI Nomor : 04 Tahun 2014 Tentang Pendidikan Tinggi
 4. Surat Keputusan Rektor Nomor : 27 Thn 2022 ttg Perpanjangan Masa Tugas Pejabat Pada Jabatan Dekan, Kepala Biro,Lembaga dan Badan di Lingkungan Unbari.

MEMUTUSKAN

- MENETAPKAN** :
 Pertama : Menunjuk Dosen sebagaimana dalam Surat Keputusan ini.sebagai Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir mahasiswa seperti disebutkan di bawah ini.

| | | |
|-------------------|-----------------------------|---|
| Nama Mahasiswa | : | M. Bobby Ananda Wiguna |
| NPM/Program Studi | : | 1800825201014/Teknik Lingkungan |
| Judul Tugas Akhir | : | Analisis Kelimpahan Dan Karakteristik Mikroplastik Pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Produk Lokal Yang Di Jual Di Kota Jambi |
| No | Nama Dosen Penguji | Jabatan |
| 1 | Siti Umi Kalsum, ST, M. Eng | : Pembimbing I |
| 2. | Marhadi, ST, M. Si | : Pembimbing II |
| No | Nama Dosen | Jabatan |
| 1 | Peppy Herawati, ST, MT | : Ketua |
| 2 | Marhadi, ST, M. Si | : Sekretaris |
| 3 | Asih Suzana, ST, MT | : Penguji I |
| 4 | Henri Wibowo, ST, ME | : Penguji II |
| 5 | Siti Umi Kalsum, ST, M. Eng | : Penguji III |

- Kedua** : Pelaksanaan Ujian Tugas Akhir pada **Selasa/23 Mei 2023** di Ruang Sidang Fakultas Teknik
- Ketiga** : Biaya yang timbul akibat keputusan ini dibebankan pada anggaran Ujian Tugas Akhir mahasiswa.
- Keempat** : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dan akan diadakan perbaikan jika dikemudian hari terdapat kekeliruan.

DITETAPKAN DI : J A M B I
 PADA TANGGAL : 19 Mei 2023



Dr.-Ir.H. Fakhrul Rozi Yamali, ME

Tembusan disampaikan kepada

1. Yth. Bpk Rektor c.q. Wakil Rektor I Unbari
2. Yth. Ketua Prodi Teknik Lingkungan
3. Yth. Dosen Penguji yang bersangkutan
4. Arsip.

BERITA ACARA UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari ini, ~~22 Mei~~ Tanggal 22 Mei, 2023, telah dilaksanakan Ujian Tugas Akhir mahasiswa

Nama : M. Bobby Arwanda Wiguna
 NPM : W008220104
 Waktu : 15.00 WIB. s.d Selesai
 Tempat : R. Sidang FT.

Judul Tugas Akhir :

Analisis kandungan & karakteristik Mikroplastik pada air minum dalam kemasan (AMK) produk lokal yg dijual di kota Jambi

Hasil evaluasi Tim Penguji sebagai berikut :

| | Nama Tim Penguji | Nilai | Tanda tangan |
|---------------|-----------------------------|-------|--------------|
| Pembimbing I | Siti unni kalam, ST. M.Eng. | 86 | 1. |
| Pembimbing II | Marhadi, ST. M. Si | 80 | 2. |
| Penguji I | Peppy Herawati, ST. MT | 75 | 3. |
| Penguji II | Asih Suzana, ST. MT | 78,5 | 4. |
| Penguji III | Henri Wibowo, ST. ME | 78 | 5. |
| | Jumlah | 400,5 | |
| | Nilai Rata-Rata / Huruf | 80 | |

Keputusan Tim Penguji pada Sidang Tugas Akhir :

1. **LULUS**, dengan nilai 80 / A
 Perbaikan :

2. **TIDAK LULUS**, dengan catatan sebagai berikut :

Gresik, 11 Maret 2023

Nomor : 26/ECO – SP/III/2023
Lampiran : 3 Lampiran
Perihal : Hasil Analisa Mikroplastik Pada Air

Dengan hormat,

Bersama surat ini kami sampaikan hasil pengujian fisik mikroplastik terhadap sampel yang terdiri atas : 8 sampel biota yang telah kami terima pada 11 Maret 2023

Terlampir hasil pengujian tersebut, semoga dapat diterima dengan baik.

Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Hormat Kami,
Direktur ECOTON

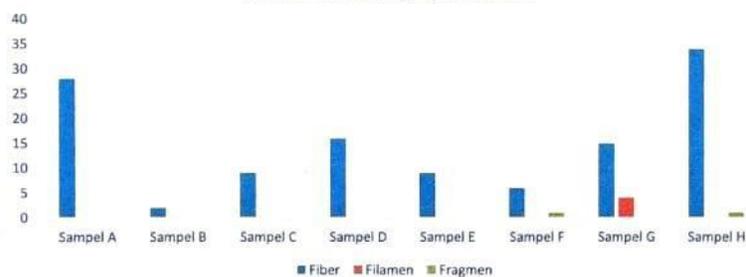



Dr. Daru Setyorini, M.Si

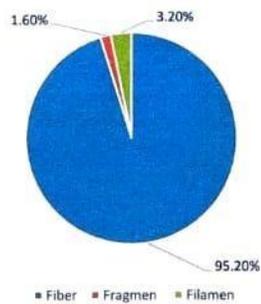
Lampiran Hasil Pengujian Sampel Air

| No. | Nama Sampel | Jenis Mikroplastik | | | Jumlah |
|-----|--------------|--------------------|---------|---------|--------|
| | | Fiber | Filamen | Fragmen | |
| 1 | Sampel A | 28 | 0 | 0 | 28 |
| 2 | Sampel B | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 3 | Sampel C | 9 | 0 | 0 | 9 |
| 4 | Sampel D | 16 | 0 | 0 | 16 |
| 5 | Sampel E | 9 | 0 | 0 | 9 |
| 6 | Sampel F | 6 | 0 | 1 | 7 |
| 7 | Sampel G | 15 | 4 | 0 | 19 |
| 8 | Sampel H | 34 | 0 | 1 | 35 |
| | Total | 119 | 4 | 2 | 125 |

Identifikasi Mikroplastik Pada Air

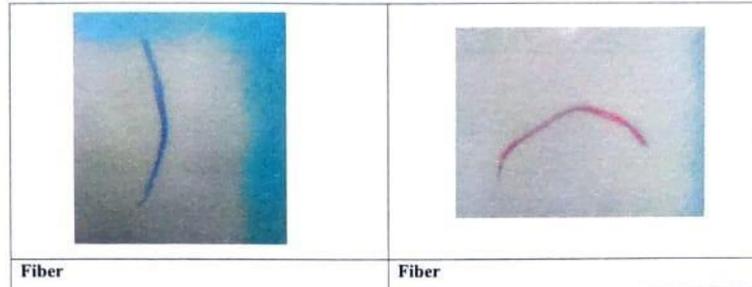


Persentase Jenis Mikroplastik Pada Air

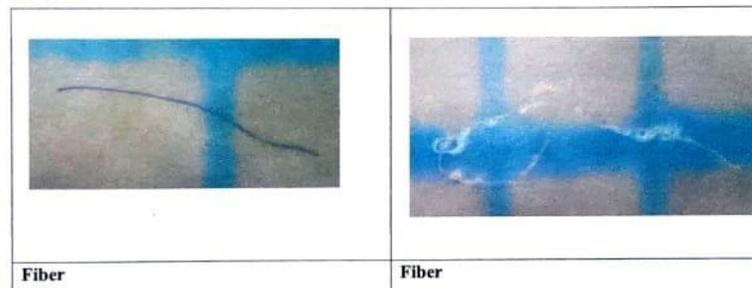


Lampiran Dokumentasi Jenis Mikroplastik

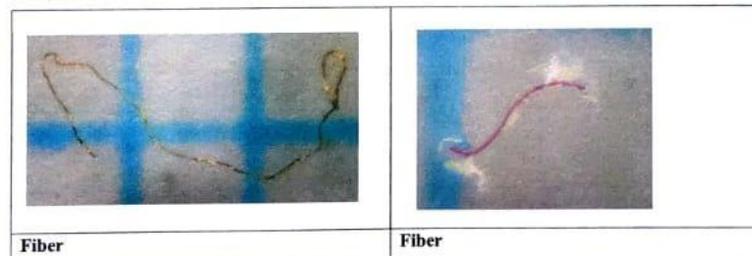
Sampel A



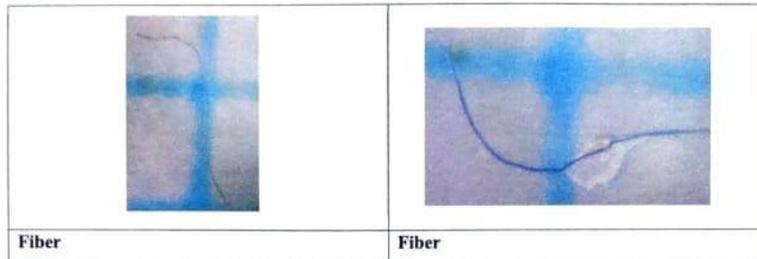
Sampel B



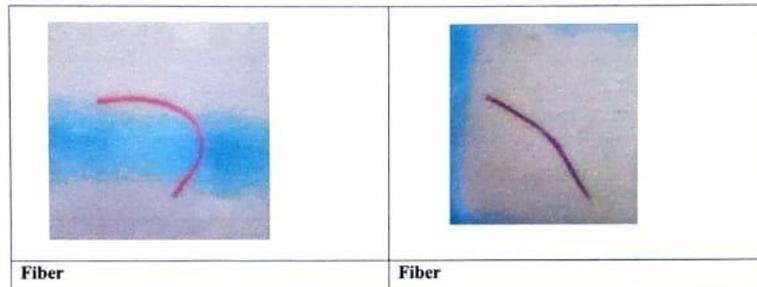
Sampel C



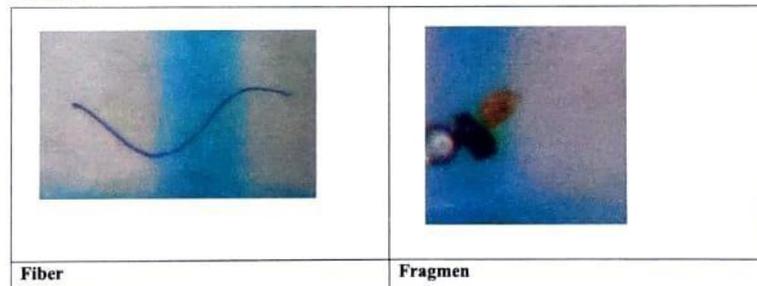
Sampel D



Sampel E



Sampel F



Sampel G

| | |
|---|--|
|  |  |
| Fiber | Filamen |

Sampel H

| | |
|--|---|
|  |  |
| Fiber | Fragmen |

Data Hasil Ukuran Partikel

| Sampel A | | | |
|----------|-------|------------|-------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Transparan | 0.821 mm |
| 2 | | Transparan | 0.345 mm |
| 3 | | Transparan | 0.641 mm |
| 4 | | Transparan | 0.666 mm |
| 5 | | Transparan | 0.589 mm |
| 6 | | Transparan | 0.579 mm |
| 7 | | Transparan | 0.854 mm |
| 8 | | Transparan | 2.803 mm |
| 9 | | Transparan | 2.696 mm |
| 10 | | Transparan | 2.501 mm |
| 11 | | Transparan | 0.777 mm |
| 12 | | Transparan | 2.049 mm |
| 13 | | Transparan | 0.581 mm |
| 14 | Fiber | Biru | 1.844 mm |
| 15 | | Biru | 0.907 mm |
| 16 | | Biru | 0.498 mm |
| 17 | | Biru | 2.497 mm |
| 18 | | Biru | 0.689 mm |
| 19 | | Biru | 1.282 mm |
| 20 | | Biru | 1.542 mm |
| 21 | | Biru | 0.672 mm |
| 22 | | Biru | 0.49 mm |
| 23 | | Biru | 0.903 mm |
| 24 | | Biru | 0.755 mm |
| 25 | | Biru | 0.784 mm |
| 26 | Fiber | Merah | 0.622 mm |
| 27 | | Merah | 0.651 mm |
| 28 | | Merah | 0.716 mm |

| Sampel B | | | |
|----------|-------|------------|-------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Biru | 1.032 mm |
| 2 | | Transparan | 2.571 mm |

| Sampel C | | | |
|----------|-------|------------|-------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Transparan | 1.081 mm |
| 2 | | Transparan | 4.953 mm |
| 3 | | Transparan | 0.63 mm |
| 4 | | Transparan | 3.729 mm |
| 5 | | Biru | 4.328 mm |
| 6 | | Biru | 0.783 mm |
| 7 | | Biru | 2.726 mm |
| 8 | | Merah | 0.798 mm |
| 9 | | Merah | 1.712 mm |

| Sampel D | | | |
|----------|-------|------------|-------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Biru | 1.323 mm |
| 2 | | Biru | 0.763 mm |
| 3 | | Biru | 0.817 mm |
| 4 | | Transparan | 0.79 mm |
| 5 | | Transparan | 4.886 mm |
| 6 | | Transparan | 0.943 mm |
| 7 | | Transparan | 0.893 mm |
| 8 | | Transparan | 0.869 mm |
| 9 | | Transparan | 0.802 mm |
| 10 | | Transparan | 0.616 mm |
| 11 | | Transparan | 0.73 mm |
| 12 | | Transparan | 1.385 mm |
| 13 | | Transparan | 0.676 mm |
| 14 | | Transparan | 0.691 mm |
| 15 | | Transparan | 0.792 mm |
| 16 | | Transparan | 0.829 mm |

| Sampel E | | | |
|----------|-------|------------|-------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Biru | 4.831 mm |
| 2 | | Biru | 0.802 mm |
| 3 | | Biru | 1.359 mm |
| 4 | | Biru | 0.813 mm |
| 5 | | Ungu | 0.583 mm |
| 6 | | Hijau | 0.724 mm |
| 7 | | Transparan | 1.127 mm |
| 8 | | Transparan | 0.746 mm |
| 9 | | Merah | 0.527 mm |

| Sampel F | | | |
|----------|---------|------------|-------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Biru | 0.852 mm |
| 2 | | Biru | 1.408 mm |
| 3 | | Transparan | 0.577 mm |
| 4 | | Transparan | 0.777 mm |
| 5 | | Transparan | 2.481 mm |
| 6 | | Merah | 3.715 mm |
| 7 | Fragmen | Hitam | 0.424 mm |

| Sampel G | | | |
|----------|---------|------------|-------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Biru | 1.17 mm |
| 2 | | Biru | 4.639 mm |
| 3 | | Biru | 1.445 mm |
| 4 | | Biru | 0.545 mm |
| 5 | | Biru | 2.075 mm |
| 6 | | Biru | 0.765 mm |
| 7 | | Biru | 0.843 mm |
| 8 | | Merah | 0.808 mm |
| 9 | | Merah | 0.717 mm |
| 10 | | Transparan | 0.781 mm |
| 11 | | Transparan | 2.39 mm |
| 12 | | Transparan | 0.802 mm |
| 13 | | Transparan | 0.893 mm |
| 14 | | Transparan | 0.98 mm |
| 15 | | Transparan | 1.087 mm |
| 16 | Filamen | Transparan | 0.098 mm |
| 17 | | Transparan | 0.153 mm |
| 18 | | Transparan | 0.169 mm |
| 19 | | Transparan | 0.912 mm |

| Sampel H | | | |
|----------|---------|------------|-------------|
| No | Jenis | Warna | Ukuran (mm) |
| 1 | Fiber | Transparan | 1.703 mm |
| 2 | | Transparan | 0.779 mm |
| 3 | | Transparan | 0.534 mm |
| 4 | | Transparan | 0.7 mm |
| 5 | | Transparan | 0.607 mm |
| 6 | | Transparan | 0.525 mm |
| 7 | | Transparan | 0.794 mm |
| 8 | | Transparan | 0.954 mm |
| 9 | | Transparan | 0.858 mm |
| 10 | | Transparan | 1.286 mm |
| 11 | | Transparan | 0.739 mm |
| 12 | | Transparan | 0.918 mm |
| 13 | | Transparan | 1.365 mm |
| 14 | | Transparan | 1.704 mm |
| 15 | | Transparan | 1.615 mm |
| 16 | | Transparan | 0.736 mm |
| 17 | | Transparan | 0.826 mm |
| 18 | | Transparan | 0.777 mm |
| 19 | | Transparan | 0.795 mm |
| 20 | | Transparan | 0.564 mm |
| 21 | | Transparan | 0.996 mm |
| 22 | | Transparan | 0.829 mm |
| 23 | | Transparan | 0.775 mm |
| 24 | | Transparan | 0.816 mm |
| 25 | | Transparan | 2.124 mm |
| 26 | | Transparan | 0.749 mm |
| 27 | | Transparan | 4.593 mm |
| 28 | | Transparan | 0.692 mm |
| 29 | | Transparan | 0.842 mm |
| 30 | | Biru | 0.504 mm |
| 31 | | Biru | 0.49 mm |
| 32 | | Biru | 0.675 mm |
| 33 | | Biru | 0.757 mm |
| 34 | | Merah | 0.868 mm |
| 35 | Fragmen | Kuning | 0.587 mm |