

SKRIPSI

**GAMBARAN FREKUENSI PENCUCIAN GALON DENGAN MESIN
SIKAT TERHADAP KANDUNGAN MIKROPLASTIK
AIR MINUM ISI ULANG (AMIU)
TAHUN 2022**

**AMALUDIN
K011181036**



*Skripsi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat*

**DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**GAMBARAN FREKUENSI PENCUCIAN GALON DENGAN MESIN
SIKAT TERHADAP KANDUNGAN MIKROPLASTIK
AIR MINUM ISI ULANG (AMIU)
TAHUN 2022**

Disusun dan diajukan oleh

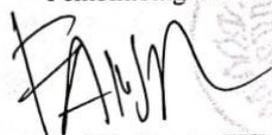
**AMALUDIN
K011181036**

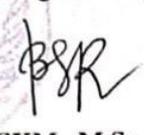
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelaksanaan Studi Program Sarjana Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
pada tanggal 28 Juni 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Muh. Fajaruddin Natsir, SKM., M.Kes
Nip. 198902112015041002


Basir, SKM., M.Sc
Nip. 199405072021073001

Ketua Program Studi,



Dr. Sunah, S.KM, M.Kes
Nip. 197405202002122001

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah di pertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada hari Selasa Tanggal 28 Juni 2022.

Ketua : Muh. Fajaruddin Natsir, SKM., M.Kes (.....)

Sekretaris : Basir, SKM., M.Sc (.....)

Anggota :

1. Dr. Syamsuar M, SKM., M.Kes., M.ScPH (.....)

2. dr. M. Furqaan Naiem, M.Sc., PhD (.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amaludin
Nim : K011181036
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
No.Hp : 08991580939
E-mail : amal61448@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa judul skripsi "**GAMBARAN FREKUENSI PENCUCIAN GALON DENGAN MESIN SIKAT TERHADAP KANDUNGAN MIKROPLASTIK AIR MINUM ISI ULANG (AMIU) TAHUN 2022**" benar bebas dari plagiat dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia di sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 5 Juli 2022



Amaludin

RINGKASAN

Universitas Hasanuddin
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Kesehatan Lingkungan

Amaludin

**“Gambaran Frekuensi Pencucian Galon Dengan Mesin Sikat Terhadap Kandungan Mikroplastik Air Minum Isi Ulang (AMIU) Tahun 2022”
(xvii + 72 Halaman, 3 Tabel, 8 Gambar, 12 Lampiran)**

Isu pencemaran air minum terbaru datang dari parameter fisik, yakni keberadaan mikroplastik dalam air minum. Secara umum mikroplastik didefinisikan sebagai potongan-potongan plastik yang memiliki ukuran di bawah atau kurang dari 5 mm. Pemeriksaan mikroplastik pada galon sekali pakai menunjukkan adanya kelimpahan partikel tersebut, terlebih pada galon isi ulang yang digunakan berkali-kali. Peluruhan mikroplastik pada galon isi ulang ini disebabkan karena adanya peluruhan partikel plastik penyusun galon yakni jenis PET. Peluruhan bahan plastik ini terjadi karena adanya gesekan alat pencuci galon berupa sikat yang juga terbuat dari bahan plastik yakni nilon atau PVC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran frekuensi pencucian galon terhadap kelimpahan mikroplastik pada air minum isi ulang galon Depot Rahmi water Kelurahan Tamalanrea Indah, Kota Makassar Tahun 2022.

Jenis penelitian yang digunakan adalah observasional analitik dengan menggunakan rancangan studi *quasi eksperimentals*, penentuan lokasi pelaksanaan percobaan dan pengambilan sampel AMIU didasarkan pada ketentuan Kepmenperindag 2004 tentang Persyaratan Teknis Damiu. Sampel dalam penelitian ini diambil sejumlah (sekian liter) air minum isi ulang dari galon depot yang diperiksa dan sebelumnya telah mendapatkan perlakuan berupa variasi pencucian menggunakan mesin sikat galon. Pencucian galon akan menggunakan beberapa variasi, mulai dari pencucian 1 kali, 50 kali, dan 100 kali, dimana ketiga variasi pencucian ini akan diulang sebanyak 3 kali (3 replikasi) dalam rangka mendapatkan hasil valid dari ketentuan sebuah penelitian eksperimen.

Hasil penelitian pada pemeriksaan mikroplastik dalam air minum isi ulang di Depot Rahmi water Kelurahan Tamalanrea Indah, Kota Makassar didapatkan bahwa dari seluruh sampel yang berjumlah 9, setelah diperiksa ternyata seluruhnya positif mengandung mikroplastik. Jumlah mikroplastik yang didapatkan berkisar antara 2-12 item/L, bentuk partikel yang ditemukan berupa *line/fiber* dan *fragment*, dan ukuran partikel mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 0,064 – 1,944 mm. Adapun hasil perhitungan rata-rata nilai kelimpahan mikroplastik pencucian 1 kali, 50 kali dan 100 kali secara berturut-turut yakni 5,33, 8,33 , dan 5 item/L. Tren penurunan rata-rata kelimpahan pada pencucian 100 kali menunjukkan bahwa frekuensi pencucian galon tidak memiliki pengaruh pada kelimpahan mikroplastik dalam sampel air minum isi ulang.

Masyarakat yang menggunakan galon PET dalam pemenuhan kebutuhan wadah air minum, sebaiknya beralih pada penggunaan galon sekali pakai dengan bahan galon yang lebih kuat seperti PVC atau polimer plastik lainnya. Sifat PET yang sangat mudah luruh dan hancur serta mudah lunak bahkan pada suhu panas yang rendah sekalipun menjadi risiko besar tingginya partikel mikroplastik pada air minum yang ada di dalamnya.

Kata Kunci : Mikroplastik, PET, DAMIU, Galon.

Daftar Pustaka : 68 (1990-2022)

SUMMARY

**Hasanuddin University
Faculty of Public Health
Environmental Health**

Amaludin

**“Overview of the Frequency of Washing Gallons with a Brush Machine on the Microplastic Content of Refillable Drinking Water (AMIU) in 2022”
(xvii + 72 Pages, 3 Table, 8 Figures, 12 Appendices)**

The latest drinking water pollution issue comes from a physical parameter, the presence of microplastics in drinking water. In general, microplastics are defined as pieces of plastic that have a size below or less than 5 mm. Examination of microplastics in disposable gallons shows an abundance of these particles, especially in refillable gallons used repeatedly. The decay of microplastics in refillable gallons is due to the decline of plastic particles that make up the gallon, namely the PET type. The erosion of this plastic material occurs due to the friction of the gallon washing tool in the form of a brush made of plastic material, namely nylon or PVC, which is really common. This study aims to describe the frequency of gallon washing on the abundance of microplastics in gallon refill drinking water at Depot Rahmi water, Tamalanrea Indah Village, Makassar City, in 2022.

The type of research used was analytical observational using a quasi-experimental study design, determining the location of the experiment and sampling AMIU based on the provisions of the 2004 Kepmenperindag on Damiu Technical Requirements. Samples in this study were taken from a number (umpteen liters) of refill drinking water from gallons of depots that were examined and had previously received treatment in the form of variations in washing using a gallon brush machine. Gallon washing will use several experimental variations, starting from washing one time, 50 times, and 100 times. These three washing variations will be repeated three times (3 replications) to get valid results from the provisions of an experimental study.

The study's results on an examination of microplastics in refilled drinking water at the Rahmi water Depot, Tamalanrea Indah Village, Makassar City, found that all nine samples were found being examined were positive for microplastics. The number of microplastics obtained ranged from 2-12 items/L, the shape of the particles found in the form of lines/fiber and fragments, and the size of the microplastic particles found ranged from 0.064 – 1.944 mm. The calculation results of the average value of the abundance of microplastic washing one time, 50 times, and 100 times, respectively, are 5.33, 8.33, and 5 items/L. The decreasing trend of the average abundance at 100 washes shows that the frequency of gallon washing does not affect the number of microplastics in refill drinking water samples.

People who use PET gallons to fulfill their drinking water container needs should switch to using disposable gallons with stronger gallons of material such as

PVC or other plastic polymers. The nature of PET which is very easy to break down and crumble and soften quickly even at low heat temperatures, is a significant risk for high microplastic particles in the drinking water.

Keywords : Microplastics, PET, DAMIU, Gallon.

Bibliography: 68 (1990-2022)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji bagi Allah *Shubahanahu Wa Ta'ala*, karena berkat rahmat dan ridha-Nya sehingga tugas akhir (skripsi) penulis dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tidak lupa tecurahkan kepada Baginda Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam* yang merupakan sebaik-baiknya suri tauladan bagi umat manusia.

Alhamdulillah dengan segala usaha dan kerja keras serta dukungan dan doa dari keluarga, kerabat, dan seluruh pihak yang telah berpartisipasi sehingga skripsi yang berjudul **“Gambaran Frekuensi Pencucian Galon Dengan Mesin Sikat Terhadap Kandungan Mikroplastik Air Minum Isi Ulang (AMIU) Tahun 2022”** dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat. Penulis dedikasikan skripsi ini kepada kedua orang tua tercinta (**Kamaruddin** dan **Nuraeni**) yang selama ini telah memberikan semangat dan dukungan tanpa henti kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Kasih sayang keduanya tidak pernah tergantikan sampai akhir hayat, semoga bapak dan ibu bangga dengan pencapaian ini. Penulis juga persembahkan skripsi ini kepada saudara kandung penulis (**Hairul** dan **Arjun**) yang telah memberikan dukungan serta dorongan yang positif selama pengerjaan skripsi.

Pengerjaan skripsi ini tentunya penulis mendapat bantuan, semangat, doa serta motivasi, sehingga penulis dapat melewati hambatan dan tantangan tersebut

dengan mudah. Dengan rahmat dan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Aminuddin Syam, SKM.,M.Kes., M.Med.Ed selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Erniwati Ibrahim, SKM., M.Kes selaku Ketua Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Muh. Fajaruddin Natsir, SKM., M.Kes selaku dosen pembimbing I dan Bapak Basir SKM., M.Sc selaku pembimbing II yang telah membimbing dan meluangkan waktu ditengah kesibukannya demi terselesaikannya skripsi ini.
5. Bapak Dr. Syamsuar Manyullei, SKM., M.Kes., M.Sc.PH selaku penguji dari Departemen Kesehatan Lingkungan dan Bapak dr. M. Furqan Naiem, M.Sc,PhD selaku penguji dari Departemen Keselamatan dan Kesehatan kerja yang telah memberikan saran dan kritik serta arahan perbaikan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Alm. Bapak dr. Mukhsen Sarake, MS dan Bapak Arif Anwar, SKM., M.Kes selaku pembimbing akademik yang telah memberikan nasehat, motivasi, serta dukungan selama mengenyam pendidikan dunia perkuliahan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
7. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin yang telah mengajarkan berbagai hal dan pengalaman berharga

yang berhubungan dengan ilmu kesehatan masyarakat selama mengikuti perkuliahan.

8. Seluruh staf dan pegawai di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin yang telah membantu dalam pengurusan dalam pelaksanaan perkuliahan baik secara langsung maupun tidak langsung. Ibu Tika selaku Staf Departemen Kesehatan Lingkungan banyak membantu dan memfasilitasi untuk kelancaran perkuliahan dan proses penyelesaian skripsi ini.
9. Seluruh teman-teman Bureng Squad (Arman, Maftur, Ida, Dewi, Uni, Nia, Lilma, Dijah, Avika, Tika, dan Ilmi) yang selalu menjadi *support system* selama menempuh pendidikan S1 di FKM Unhas, yang telah memberikan banyak cerita dalam kehidupan kampus, baik dalam kondisi senang, susah, sedih, hingga duka. Semoga persahabatan ini akan terus terjalin selamanya hingga bertemu kembali bersama di puncak kejayaan masing-masing dan tentunya sahabat dunia akhirat.
10. Geng Sepupu (Ika dan Evy) yang selalu kebersamai dan memberikan dukungan positif selama proses perkuliahan hingga selesainya skripsi ini.
11. Sahabat Kesling (Musda, Indri, Hikmah, Mala, Chaidir, Anas, Miftah, Ken, Belal, Shahed, Nisa, Risqal, Resky, dan teman-teman lainnya) yang telah memberikan motivasi dan semangat serta menjadi tempat keluh kesah selama proses perkuliahan di FKM Unhas.
12. Terkhusus kepada rekan lapangan (lilma, ida, dewi dan uni) yang telah membantu kerja lapangan penelitian beberapa hari tanpa jeda hingga larut malam.

13. Murabbi dan Ikhwah Fillah Ali Bin Abi Thalib (Ustadz Raid, Ustadz Muhtadin, Ustadz Uwais, Ustadz Syahrul, Eddy, Lintar, Iwan, Purwan, Jabbar, Unais, dan ikhwah lainnya) yang telah membantu menguatkan dan kebersamai dalam kegiatan spiritual yang terkait dengan syariat islam selama proses perkuliahan di FKM Unhas.
14. Murobbi dan Ikhwah Fillah Imam Bukhari (Ustadz Hasan Basri, Imin, Arman, Maftur, Taslim, Akbar, Asral, dan ikhwah lainnya) yang telah membantu menguatkan dan kebersamai dalam kegiatan spiritual yang terkait dengan syariat islam selama proses perkuliahan di FKM Unhas.
15. Senior dan Ikhwah Fillah LD Al-Aafiyah FKM Unhas yang telah membantu menguatkan dan kebersamai dalam kegiatan spiritual yang terkait dengan syariat islam selama proses perkuliahan di FKM Unhas.
16. Teman-teman Posko PBL di Kelurahan Mangkura, Kecamatan Ujung Pandang, Kota Makassar dan teman-teman Posko KKN Profesi Kesehatan Angkatan 60 di Desa Maero, Kecamatan Bontoramba, Kabupaten Jeneponto yang telah memberikan pengalaman tidak terlupakan dalam pengabdian kepada masyarakat.
17. Pemilik depot Rahma *Water* (Bapak Wahyudi Wahid) yang telah memberikan izin dan bersedia untuk menjadikan depotnya sebagai lokasi penelitian, sehingga peneliti bisa melakukan percobaan eksperimen dan juga pengambilan sampel.

18. Analisis Lab (Kak Afdhal) yang telah banyak membantu selama proses prosedur lab dilakukan terutama dalam proses mengidentifikasi dan menganalisis sampel mikroplastik.

Makassar, 25 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	v
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR SINGKATAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	9
C. Tujuan Penelitian	9
D. Manfaat Penelitian	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
A. Tinjauan Umum tentang Air Minum	11
B. Tinjauan Umum tentang Galon.....	16
C. Tinjauan Umum tentang DAMIU	21
D. Tinjauan Umum tentang Mikroplastik.....	27
E. Kerangka Teori	33
BAB III KERANGKA KONSEP	36
A. Dasar Pemikiran Variabel Penelitian	36
B. Kerangka Konsep Penelitian.....	37
C. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	38

BAB IV METODE PENELITIAN	40
A. Jenis Penelitian.....	40
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	40
C. Populasi dan Sampel Penelitian	41
D. Pengambilan Sampel.....	41
E. Pengumpulan Data	45
F. Instrumen Penelitian	45
G. Pengolahan Data	46
H. Penyajian Data	46
BAB V HASIL DAN KESIMPULAN	48
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	48
B. Hasil Penelitian	48
C. Pembahasan.....	52
D. Keterbatasan Penelitian.....	63
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
A. Kesimpulan	64
B. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Definisi Operasional dan Kriteria Objektif Penelitian	38
Tabel 5.1	Distribusi Kelimpahan Mikroplastik Air Minum Hasil Percobaan Pencucian Galon di Depot Rahma Water, Kelurahan Tamalanrea Indah, Kota Makassar Tahun 2022.....	49
Tabel 5.2	Distribusi Bentuk, Warna dan Ukuran Mikroplastik Air minum Hasil Percobaan Pencucian Galon di Depot Rahma Water, Kelurahan Tamalanrea Indah, Kota Makassar Tahun 2022.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Botol Air Galon Isi Ulang	16
Gambar 2. 2 Mesin Sikat Galon	25
Gambar 2. 3 Klasifikasi Jenis Mikroplastik	28
Gambar 2. 4 Kerangka Teori	33
Gambar 3. 1 Kerangka Konsep	37
Gambar 4. 1 Skema Penelitian	42
Gambar 5. 1 Bentuk Mikroplastik <i>Line/Fibr</i>	56
Gambar 5. 2 Bentuk Mikroplastik <i>Fragment</i>	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. 1 Lembar Perbaikan Proposal.....	74
Lampiran. 2 Surat Penugasan Seminar proposal.....	75
Lampiran. 3 Surat Izin Penelitian Kampus	76
Lampiran. 4 Surat Izin Penelitian PTSP Provinsi	77
Lampiran. 5 Surat Izin Penelitian Kecamatan.....	78
Lampiran. 6 Surat Izin Penelitian Kelurahan	79
Lampiran. 7 Rekomendasi Persetujuan Etik Penelitian	80
Lampiran. 8 Surat Izin Pemeriksaan Sampel Lab	81
Lampiran. 9 Lembar Disposisi Pemeriksaan Sampel Lab	82
Lampiran. 10 Hasil Pemeriksaan Lab	83
Lampiran. 11 Dokumentasi Penelitian	87
Lampiran. 12 Riwayat Hidup Peneliti.....	94

DAFTAR SINGKATAN

AMIU	= Air Minum Isi Ulang
DAMIU	= Depot Air Minum Isi Ulang
UNICEF	= <i>United Nations Children's fund</i>
SDGs	= <i>Sustainable Development Goals</i>
WRI	= <i>World Resources Institute</i>
BPS	= Badan Pusat Statistik
BPOM	= Badan Pengawas Obat dan Makanan
PC	= Polikarbonat
PET	= Polietilen Tereftalat
EDTA	= Etilenadiamin Tetra Asetat
PH	= <i>Power of Hydrogen</i>
AAS	= <i>Atometic Absorption Spectrometer</i>
TCU	= <i>True Color Unit</i>
CNC	= Computer Numerical Control
LDPE	= Low Density Polyethylene
UV	= Ultraviolet
PDAM	= Perusahaan Daerah Air minum
TSP	= <i>Total Suspended Particulate</i>
PVC	= <i>Polivinyll Chloride</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pasokan air minum yang layak masih saja menjadi masalah utama di berbagai wilayah belahan dunia. Kehidupan dewasa ini memperlihatkan terjadinya penambahan jumlah penduduk yang juga diikuti dengan pesatnya perkembangan perindustrian, dimana hal tersebut telah menciptakan efek kurang baik terhadap kualitas air minum. Pencemaran air minum ini umumnya disebabkan oleh berbagai macam unsur, energi hingga bahan kimia. Unsur pencemar tersebut tentunya akan terus mengalami perkembangan sejalan dengan perubahan kondisi lingkungan, misalnya saja seperti munculnya mikroplastik hingga radiasi pada air minum (Handani, Utami and Kusmira, 2017).

Air bisa dikatakan sebagai air layak minum ketika tidak tercemar dan telah memenuhi syarat kesehatan yang berlaku. Syarat kesehatan tersebut mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 tentang Pengawasan dan Syarat-syarat Kualitas Air Minum, dimana terdapat 3 parameter penilaian yakni parameter biologi, kimia dan fisik. Parameter fisik berkaitan dengan pemeriksaan kekeruhan, rasa, hingga temperatur air, parameter kimia berkaitan dengan pemeriksaan kesadahan, kandungan logam dan pH air sedangkan untuk parameter biologis berkaitan dengan pemeriksaan bakteriologis air (Aini, Dwi and Kristyanto, 2020).

Air bisa dikatakan sebagai air layak minum ketika tidak tercemar dan telah memenuhi syarat kesehatan yang berlaku. Syarat kesehatan tersebut mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 tentang Pengawasan dan Syarat-syarat Kualitas Air Minum, dimana terdapat 3 parameter penilaian yakni parameter biologi, kimia dan fisik. Parameter fisik berkaitan dengan pemeriksaan kekeruhan, rasa, hingga temperatur air, parameter kimia berkaitan dengan pemeriksaan kesadahan, kandungan logam dan pH air sedangkan untuk parameter biologis berkaitan dengan pemeriksaan bakteriologis air. Bakteriologis air ini erat kaitannya dengan jumlah total bakteri yang umum dikenal dengan istilah *Coliform* (Aini, Dwi and Kristyanto, 2020).

Badan organisasi PBB yang menangani perkembangan kesejahteraan anak-anak di seluruh dunia atau *United Nations Children's fund* (UNICEF) mengatakan bahwa ketersediaan air merupakan masalah global yang sangat mendesak di samping permasalahan akses sanitasi. Ketersediaan air ini tentunya sangat penting dan akan berpengaruh pada pembangunan hingga pengurangan jumlah kematian anak. Tahun 2020 ditemukan bahwa sekitar 748 juta orang di seluruh dunia tidak memiliki akses untuk air minum yang lebih baik. UNICEF juga menyebutkan bahwa lebih dari 2 milyar orang di dunia memiliki risiko hidup tanpa akses ke sumber daya air yang tawar, bahkan ia memperkirakan di tahun 2050 nanti, setiap satu dari empat orang di dunia akan tinggal di negara yang memiliki permasalahan krisis air bersih (Auliya and Kusumawardhana, 2020).

Tahun 2020 diperkirakan Indonesia hanya memiliki persentase akses air minum yang tergolong aman pada angka 6,8% saja dilihat dari segi sumber airnya, aksesibilitasnya serta kualitasnya. Hal inilah yang mendorong Indonesia untuk terus berusaha mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan untuk akses air minum yang layak secara universal di seluruh lapisan masyarakat Indonesia berdasarkan yang termaktub dalam tujuan *wr* (SDGs) 2030 (Purwanto, 2020). Indonesia sendiri sudah diperkirakan masuk dalam daftar negara yang akan menghadapi ancaman kekurangan air bersih setiap tahunnya berdasarkan data yang dituliskan oleh *World Resources Institute* (WRI). Peringkat ke-51 telah dikantongi Indonesia sebagai negara yang tergolong krisis air bersih dengan level risiko tinggi (Dewantara, Suyitno and Lesmana, 2018).

Persentase data rumah tangga yang memiliki akses air minum yang layak di Indonesia berada pada angka 90,21% di tahun 2020 berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. Provinsi DKI Jakarta menjadi provinsi dengan persentase tertinggi yakni sebesar 99,84% sedangkan Provinsi Bengkulu memiliki persentase terendah dengan nilai sebesar 62,47% saja. Sulawesi selatan sendiri memiliki persentase yang cukup baik yakni 90,84%, namun belum mencapai persentase yang maksimal (Kemenkes RI, 2020).

Cakupan persentase keamanan dan akses terhadap air minum yang layak konsumsi telah mencapai angka yang memuaskan untuk Indonesia. Namun, secara umum angka persentase belum menunjukkan adanya cakupan air minum secara keseluruhan terhadap seluruh daerah di Indonesia pada angka 100%,

dimana hal ini tentunya masih menjadi masalah kesehatan di Indonesia mengingat masih ada wilayah yang belum mendapatkan akses air layak minum. Hal yang sama juga berlaku secara menyeluruh di dunia, dengan jumlah penduduk sebesar 748 juta jiwa yang masih belum bisa mengakses air layak minum. Permasalahan ini tentunya menimbulkan keresahan pada masyarakat dunia termasuk juga di Indonesia. Pencemaran air ini menjadi penyebab utama dibalik kelangkaan air minum.

Isu pencemaran air minum terbaru datang dari parameter fisik, yakni keberadaan mikroplastik dalam air minum. Kondisi realita menggambarkan bahwa dunia tiap harinya harus menyumbangkan sampah plastik ke lingkungan secara terus menerus, dimana seperti yang kita ketahui bahwa plastik merupakan jenis sampah yang sukar terurai, bahkan jika terurai pun sampah plastik membutuhkan waktu berpuluh-puluh tahun lamanya. Berdasarkan data yang dirilis oleh *World Bank* di tahun 2015, dunia memproduksi sampah plastik sebanyak 322 juta ton, dan diperkirakan akan meningkat secara tajam hingga 100 kali lipat setiap 15 - 25 tahun kedepan. Kondisi ini secara tidak langsung sebenarnya telah memberikan dampak buruk terhadap sumber air bersih kita karena 60 - 80% sampah plastik tersebut akan dibuang ke lingkungan dan akan berakhir di lautan atau sumber air bersih lainnya sehingga dapat dikatakan bahwa badan air yang hendak diolah menjadi air minum kita sedikit banyaknya akan mengandung mikroplastik ataupun plastik yang berukuran kecil (Widianarko and Hantoro, 2018).

Secara umum mikroplastik didefinisikan sebagai potongan-potongan plastik yang memiliki ukuran di bawah atau kurang dari 5 mm. Mikroplastik ini biasanya berasal dari sisa - sisa sampah plastik yang dibuang ke lingkungan dan akhirnya seiring berjalannya waktu ia akan terdegradasi menjadi potongan plastik kecil tadi. Proses degradasi ini merupakan proses turunan pemecahan plastik menjadi plastik dengan ukuran yang sangat kecil, bahkan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang (Lolodo and Nugraha, 2020).

Berdasarkan hasil riset peneliti dari departemen kimia yang dimulai tahun 2018, *State University of New York*, Amerika Serikat menemukan bahwa dari penelitian yang mereka lakukan terhadap 250 air minum dalam botol yang berasal dari 11 merek yang berbeda di sembilan negara termasuk Indonesia ditemukan partikel plastik yang berukuran di bawah 100 mikron di setiap liter airnya. Hasil penelitian ini dipublikasikan di tahun 2021 dan ditindaklanjuti oleh berbagai negara, termasuk Indonesia untuk menyiasati status kebenaran mikroplastik pada air minum yang beredar di masyarakat. Oleh karena itu, Universitas Indonesia bersama dengan *Greenpeace* selaku organisasi non-pemerintahan yang bergerak di bidang lingkungan hidup melakukan riset terhadap mikroplastik pada sampel air galon sekali pakai. Penelitian ini menemukan bahwa dua sampel air dari galon sekali pakai yang diperiksa didapatkan kandungan mikroplastik berukuran rata-rata 25,57 mikron, hal ini dicurigai karena selama proses produksi galon sebelum sampai ke masyarakat, galon tersebut akan melalui berbagai macam perlakuan, seperti pencucian,

hingga pemaparan panas oleh lingkungan yang menyebabkan peluruhan polimer galon itu sendiri (Dani, 2021).

Pemeriksaan mikroplastik pada galon sekali pakai menunjukkan adanya kelimpahan partikel tersebut, terlebih pada galon isi ulang yang digunakan berkali-kali serta mengalami pencucian dan perlakuan lainnya secara berulang kali. Berdasarkan hasil penelitian pemeriksaan air minum isi ulang pada depot galon di Kelurahan Tamangapa Kota Makassar, ternyata semua sampel yang diperiksa dinyatakan positif mengandung mikroplastik. Mikroplastik paling banyak ditemukan pada sampel air depot 3 dengan jumlah mikroplastik mencapai 0,8 partikel/L (Syarif, 2021).

Galon merupakan kemasan air minum yang biasa digunakan sekali pakai atau berulang kali dengan satuan isi yakni liter. Menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) galon merupakan suatu alat yang digunakan untuk kemasan air minum dan terbuat dari bahan polimer atau lebih tepatnya yakni polietilen tereftalat (PET) dan polikarbonat (PC). Kedua bahan ini memiliki sifat yang keras dan relatif stabil. Kode PET pada kemasan galon menandakan bahwa bahan tersebut kedap gas dan juga tahan pada suhu panas hingga 80 derajat celcius (Agus Susanto, 2021).

Peluruhan mikroplastik pada galon isi ulang ini disebabkan karena adanya peluruhan partikel plastik penyusun galon yakni jenis PET. Peluruhan bahan plastik ini disebabkan karena adanya gesekan alat pencuci galon berupa sikat yang juga terbuat dari bahan plastik yakni nilon atau PVC (Karo-karo, Kusnayat and Martini, 2020). Hal ini dibuktikan dengan penelitian

mikroplastik yang dilakukan terhadap 21 merek botol air mineral yang berbeda di wilayah Bavaria, Jerman. Hasil riset menunjukkan 10 di antara 32 sampel yang merupakan botol air minum plastik PET isi ulang memiliki kelimpahan mikroplastik sebesar 4889 partikel/L. Berdasarkan hasil investigasi produksi mikroplastik ini diakibatkan oleh tekanan mekanis pada botol isi ulang tersebut karena intensitas perlakuan yang diberikan, salah satunya pencucian sehingga botol mengalami peluruhan mikroplastik (Oßmann *et al.*, 2018).

Keberadaan mikroplastik di dalam air minum telah banyak dideteksi sejak lama oleh para peneliti. Beberapa risiko yang memperbesar kemungkinannya berada dalam air minum yakni lemahnya pengawasan kualitas air minum selama proses produksi, baik untuk air minum kemasan sekali konsumsi ataupun pada botol yang digunakan secara berulang. Pengawasan yang lemah membuka peluang air minum terkontaminasi mikroplastik dengan mudah saat melalui tahap-tahap produksi, misalnya saja saat proses sterilisasi kemasan air minum, pencucian kemasan air minum, pembilasan kemasan air minum, dan juga proses penutupan kemasan air minum (Handayani, 2020).

Mikroplastik pada dasarnya tidak berisiko menimbulkan bahaya jika tertelan oleh manusia dalam jumlah yang tidak melampaui baku mutu, namun kondisi ini juga secara bersamaan memperbesar risiko timbulnya masalah kesehatan. Mikroplastik yang sering tertelan akan mengalami akumulasi dalam tubuh dan mampu menyebabkan masalah kesehatan jika telah mencapai batas yang ditolerir. Salah satunya yakni masalah pencernaan (Syarif, 2021).

Salah satu masalah pencernaan yang sering terjadi yakni penyakit diare. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ecoton, yakni kelompok studi konservasi lahan basah menyebutkan ternyata mikroplastik dapat menjadi vektor bagi bakteri *patogen* saat melakukan pemeriksaan terhadap air bersih di sungai bengawan solo tahun 2021. Sehingga dapat diasumsikan bahwa air minum sekalipun jika mengandung mikroplastik berisiko menyebabkan penyakit, karena pada dasarnya mikroplastik ini dapat menjadi vektor *patogen* bagi berbagai macam bakteri dan mikroorganisme lainnya (Sarnila Tamrin, 2020).

Sifat mikroplastik yang mampu menjadi *patogen* dalam membawa bakteri pada air khususnya air minum tentunya mengancam derajat kesehatan manusia melalui jalur *intake* atau konsumsi. Terlebih seperti yang diketahui air minum isi ulang galon menjadi pilihan mayoritas warga di Indonesia, sehingga faktor risikonya lebih besar dalam hal kandungan mikroplastik karena botol galon yang digunakan warga secara berulang sehingga otomatis proses pencucian galon plastik tersebut juga berulang. Sehingga evaluasi peningkatan kualitas melalui proses produksi pada DAMIU perlu diperhatikan agar kelimpahan mikroplastik pada air minum isi ulang dapat diminimalisir (Yudhantari, Hendrawan and Ria Puspitha, 2019).

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis tertarik melakukan penelitian yang ingin melihat kelimpahan mikroplastik pada air minum isi ulang galon. Tekanan mekanis yang dialami galon air selama proses produksi termasuk tahap pencucian memiliki risiko besar terhadap produksi mikroplastik.

Sehingga, penulis ingin melihat gambaran frekuensi pencucian galon terhadap kelimpahan produksi mikroplastik pada air minum isi ulang (AMIU) galon yang diperiksa di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Hasanuddin.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu “Bagaimana gambaran frekuensi pencucian galon menggunakan mesin sikat terhadap kandungan mikroplastik air minum isi ulang (AMIU)?”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui gambaran frekuensi pencucian galon menggunakan mesin sikat terhadap kandungan mikroplastik air minum isi ulang (AMIU).

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui gambaran frekuensi pencucian galon menggunakan mesin sikat terhadap kandungan mikroplastik air minum isi ulang (AMIU).
- b. Untuk mengetahui jumlah produksi mikroplastik air minum isi ulang (AMIU).
- c. Untuk mengetahui bentuk mikroplastik air minum isi ulang (AMIU).
- d. Untuk mengetahui ukuran mikroplastik air minum isi ulang (AMIU).

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber referensi khususnya mengenai hal yang berkaitan dengan pengaruh mesin sikat galon terhadap produksi mikroplastik pada air minum isi ulang galon.

2. Manfaat bagi Institusi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi yang berguna untuk pihak institusi yang bersangkutan dalam pengembangan keilmuan dan pengaplikasiannya dalam peningkatan status atau derajat kesehatan masyarakat.

3. Manfaat bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menambah dan memperbarui wawasan serta keterampilan peneliti sehingga dapat mengaplikasikan ilmu serta teori yang telah diperoleh saat di bangku perkuliahan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Air Minum

Air minum merupakan air yang dapat dikonsumsi atau layak diminum oleh makhluk hidup utamanya manusia ketika air tersebut telah melalui proses pengolahan yang bertahap. Pengolahan air minum ini menjadi sangat penting karena fungsinya yang vital dalam proses perubahan kualitas, dimana air tidak layak minum diubah menjadi layak minum (Apriani, Munawar and Setiawan, 2019). Berdasarkan uraian definisi dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dijelaskan bahwa air minum adalah air yang telah melalui proses pengolahan ataupun tidak melalui proses pengolahan yang telah memenuhi syarat kesehatan sehingga dapat langsung dikonsumsi (Komang Sheby Brahmatantri and Parwata, 2018).

Air minum memiliki berbagai macam sumber dalam pemenuhan kebutuhannya ditengah kehidupan masyarakat. Keragaman sumber air minum tersebut dimulai dari air gunung, air tanah, air sungai, dan juga air laut. Umumnya sumber air minum ini mengandung unsur pencemaran yang tinggi. Hal ini merujuk pada aktivitas aerobik dan anaerobik di dalam badan air tersebut. Besarnya volume cairan limbah buangan yang bermuara pada badan air menjadi alasan ilmiah sumber air minum tersebut tinggi akan bahan pencemar (Hakim, Heru Listiono and Leni Novianti, 2020).

Air tanah memiliki karakteristik yakni terkenal dengan kandungan bahan logam yang tinggi. Hal ini dikaitkan dengan seberapa berat aktivitas manusia ataupun aktivitas alam disekitarnya. Aktivitas alam sendiri berkaitan dengan letak gunung berapi maupun gunung vulkanik, sedangkan untuk aktivitas manusia contohnya seperti kegiatan pertanian, perindustrian, hingga kegiatan domestik masyarakat. Maka dari itu air tanah membutuhkan proses pengolahan yang optimal sehingga kandungan logam yang ada di dalamnya dapat dengan mudah diturunkan kadarnya atau bahkan dihilangkan (Putra and Mairizki, 2020).

Air sungai juga menjadi salah satu jenis sumber air minum yang memiliki risiko besar mengandung unsur pencemaran yang tinggi. Tingginya aktivitas domestik warga menggunakan air sungai, seperti mencuci pakaian, mencuci piring, bahkan tidak jarang ditemukan warga melakukan personal hygiene seperti membuang air besar, kecil dan juga mandi di sungai yang membuat air sungai rentan akan pencemaran. Kegiatan industri seperti industri pembuatan tahu dan juga produksi logam mulia menjadi contoh dari banyak industri yang biasa mengalirkan buangan limbah cairnya ke dalam air sungai. Gambaran tersebut semakin memperjelas kondisi kualitas air sungai yang sangat berisiko dijadikan sebagai sumber air minum (Hakim, Heru Listiono and Leni Novianti, 2020).

Berbeda halnya dengan sumber air minum lainnya, air pegunungan sendiri terkenal sebagai sumber air minum yang memiliki kualitas yang prima, terlebih jika dilihat secara fisik. Air pegunungan memiliki kandungan berbagai

jenis mineral yang sangat baik untuk tubuh yang berasal secara alami dari pegunungan. Air pegunungan juga jauh dari kondisi pencemaran seperti halnya air sungai dan air tanah, seperti misalnya kegiatan industrialisasi. Walaupun seperti itu, kualitas air memiliki cukup banyak parameter persyaratan sehingga layak untuk diminum, sehingga air pegunungan sekalipun perlu dilakukan pengawasan kualitas terlebih dahulu (Mongan and Mangiri, 2017).

Air dapat dikatakan layak minum ketika telah memenuhi berbagai persyaratan kesehatan berdasarkan beberapa parameter penilaian. Terdapat berbagai macam parameter dalam menilai syarat kesehatan air minum, mulai dari parameter fisik, kimia dan biologi. Parameter fisik sendiri meliputi suhu, warna air, tingkat kekeruhan air, daya hantar listrik, rasa air, bau air, dan jumlah zat padat terlarut dalam air. Parameter fisik ini merupakan ketentuan yang mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum (Firmansyah, 2018).

Berdasarkan Peraturan yang sama, parameter mikrobiologi juga menjadi salah satu parameter yang digunakan dalam mengukur kualitas air minum. Parameter yang menjadi wajib pada penentuan kualitas air minum secara mikrobiologi ialah total bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*. Air minum yang dikonsumsi manusia ialah air minum yang aman dan tidak terkontaminasi oleh bakteri ataupun mikrobiologi yang menjadi penyebab berbagai penyakit (Novroza *et al.*, 2020).

Bakteri *Coliform* dijadikan sebagai indikator adanya pencemaran bakteriologis di dalam air minum. Hal ini tentunya bukan tanpa alasan karena

melalui indikasi adanya bakteri *Coliform*, maka dapat dipastikan bahwa terdapat kontaminasi air minum dengan feses pada saat proses pengolahan. Coliform sendiri merupakan jenis bakteri yang umumnya hidup pada usus manusia ataupun hewan. Adanya indikasi bakteri *Coliform* pada air yang diperiksa, maka air minum tersebut diperkirakan mengandung bakteri patogen lain yang tentunya berbahaya (Askrening and Yunus, 2017).

Parameter selanjutnya dalam pengukuran kualitas air minum yakni parameter kimia. Parameter kimia ini terdiri atas beberapa aspek mulai dari pH, indikasi adanya beberapa logam seperti tembaga, timbal atau besi, total kesadahan air, dan klorida. Pengukuran pH dapat dilakukan di tempat (*insitu*), namun bisa juga dilakukan di laboratorium. Pengukuran pH atau derajat keasaman air dengan cara memasukan electrode pH ke dalam air minum sampai didapatkan angka yang stabil atau tetap. Pengukuran kesadahan sendiri dilakukan dengan menggunakan metode EDTA, dimana biasanya air minum dititrasi dengan EDTA 0,1 N ketika suasana basa tentunya dengan penggunaan *Indicator Black T* sampai didapatkan perubahan warna dari warna merah muda kemudian menjadi biru. Adapun cara untuk mengukur kandungan logam pada air minum yakni dengan menggunakan AAS (Zamaruddin, 2018).

Dari ketiga parameter diatas terdapat beberapa faktor utama yang selalu menjadi masalah dalam pengaruhnya terhadap perubahan kualitas air minum. Salah satunya ialah tingkat kekeruhan. Tingkat kekeruhan atau yang biasa disebut dengan *turbidity* biasanya disebabkan karena bercampurnya benda asing atau benda koloid di dalam air. Kekeruhan tentunya mempengaruhi dari

segi estetika dan tentunya kualitas air minum itu sendiri (Khadijah and Afni, 2017).

Warna pada air juga menjadi salah satu yang paling sering dipermasalahkan pada air minum. Warna yang timbul di dalam air utamanya air minum disebabkan oleh adanya mikroorganisme atau bahan kimia yang larut dalam air minum tersebut. Warna yang disebabkan oleh adanya mikroorganisme biasanya disebut dengan *true color* yang umumnya tidak menimbulkan masalah kesehatan. Dilain sisi, warna yang ditimbulkan oleh bahan kimia biasa disebut dengan istilah *apparent color* yang sudah tentu sangat berbahaya bagi kesehatan karena mengindikasikan adanya bahan kimia berbahaya pada air minum tersebut (Wiyono, Faturrahman and Syauqiah, 2017). Berdasarkan PERMENKES RI Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum disebutkan bahwa batas maksimal warna yang ada pada air minum atau air layak minum ialah 15 skala TCU (Komang Sheby Brahmatantri and Parwata, 2018).

Faktor utama selanjutnya yang sering menjadi permasalahan dalam air minum ialah kesadahan air. Kesadahan atau Ca-H merupakan sifat kimia yang dimiliki oleh air sendiri. Kesadahan air ini ialah kemampuan air dalam mengendapkan sabun. Air menjadi sadah karena adanya ion-ion Ca^{2+} , Mg^{2+} ataupun karena adanya ion-ion dari logam yang memiliki valensi yang banyak seperti Al, Fe atau bahkan Zn. (Khadijah and Afni, 2017). Berdasarkan PERMENKES RI Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum disebutkan bahwa terdapat batas maksimal derajat kesadahan (CaCO_3)

pada air layak minum, dimana batas maksimal tersebut berada pada angka 500 miligram per liter air minum (Wiyono, Faturrahman and Syauqiah, 2017).

B. Tinjauan Umum tentang Galon

Galon merupakan sebuah kemasan yang umumnya diperuntukkan untuk menampung air minum. Tujuan utama botol galon ini dibuat untuk memenuhi pasokan air minum masyarakat dalam jumlah yang lebih besar jika dibandingkan dengan botol atau wadah pada umumnya, sehingga kebutuhan akan air minum di masyarakat dapat terpenuhi dengan maksimal (Simamora and Caleste, 2017). Galon ini dimasukkan dalam kategori botol karena ia merupakan wadah yang dimanfaatkan untuk mengisi bahan cair dengan bentuk desain leher wadah yang lebih sempit dari lebar wadahnya itu sendiri (Dores, 2019).



*Gambar 2. 1 Botol Air Galon Isi Ulang
(Sumber : health.detik.com)*

Botol galon disusun atas ribuan polimer yang diatur sedemikian rupa sehingga membentuk dasar bahan pembuatan galon menjadi kuat. Polimer sendiri sudah dikenal secara luas dalam dunia industri plastik, dimana polimer merupakan molekul kimia raksasa yang juga disebut sebagai makromolekul dan faktanya ia menjadi bahan utama pembuatan hampir seluruh jenis plastik (Gu, Zhao and Johnson, 2020). Bahan polimer penyusun galon tersebut lebih lanjutnya disusun kembali oleh jenis bahan plastik yang berbeda yakni *thermoplastic* contohnya polietilen atau *thermoset* contohnya seperti epoksi. Plastik yang termasuk dalam kategori *thermoplastic* dipilih karena bahan ini memiliki sifat ataupun ciri khusus yakni mudah untuk diolah kembali menjadi produk apa saja, selain itu karena bahan ini juga mampu menyesuaikan bentuk dengan jenis cetakan/tempat yang nantinya hendak dibuat dari bahan ini. Disisi lain, *thermoset* merupakan jenis plastik yang memiliki sifat yang kokoh karena ia tersusun atas ikatan-ikatan kimia yang saling bersilangan kuat sehingga sifat kuat tersebut dapat terbentuk, adapun alasan lain bahan kedua ini biasa dipilih sebagai penyusun utama galon karena ia mampu mempertahankan material dan bentuk galon dalam kondisi yang sangat panas sekalipun (Dores, 2019).

Pada dasarnya bahan penyusun utama polimer jenis *thermoplastic* paling banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan yang memproduksi galon. Salah satu kekurangan yang tidak dapat ditolerir utamanya oleh para pemerhati lingkungan, jenis plastik *thermoset* nantinya ketika tidak lagi digunakan dan menjadi limbah, *thermoset* termasuk jenis limbah plastik yang tidak dapat didaur ulang (Singh, Bedi and Kaith, 2019). Alasan lainnya *thermoset* tidak

banyak ataupun hampir jarang digunakan dalam kegiatan produksi botol galon yakni sukarnya bahan tersebut untuk dibentuk ulang, artinya bahan plastik ini tidak bersifat fleksibel, sehingga ketika desain galon hendak dicetak maka galon yang dibuat dengan bahan plastik ini akan mengalami kendala. Titik lebur yang tinggi juga menjadi alasan lain mengapa bahan tersebut jarang digunakan dalam proses produksi galon (Dores, 2019).

Ketika bahan baku telah siap untuk dibuat maka proses produksi akan segera dimulai. Namun, proses produksi galon membutuhkan bahan baku yang berada dalam kondisi prima sehingga kualitas produksi barang dapat terjamin secara pasti (Gunawan, 2011). Terdapat beberapa langkah dalam proses produksi botol galon, Adapun langkahnya yakni sebagai berikut (Dores, 2019):

1. Pembuatan cetakan galon, dimana proses ini akan menggunakan bantuan mesin yang disebut dengan mesin CNC. Mesin ini dipilih untuk membuat cetakan botol galon karena memiliki kelebihan dapat membuat desain kontur dan bentuk yang presisi. Mesin ini dioperasikan menggunakan *software* sehingga pengerjaan tidak perlu lagi dilakukan secara manual.
2. Proses injeksi menjadi tahap kedua dalam pembuatan botol galon. Proses ini lebih dikenal sebagai langkah utama pencetakan galon, dimana penyuntikan material dari bahan cair plastik akan dimasukkan ke dalam mesin *blow* untuk dilakukan pencetakan.
3. Proses terakhir yakni *blow molding*. Tahap ini akan dilakukan proses pemberian rongga terhadap bahan cair plastik yang sudah dicetak tadi,

sehingga bahan plastik tersebut akan mengembang dan membentuk pola cetakan yang sebelumnya dibuat.

Produksi galon yang telah selesai akan dilanjutkan untuk pembuatan penutup galonnya. Penutup botol galon dibuat dari bahan utama plastik jenis *thermoplastic* juga, namun dengan spesifikasi material yang berjenis *Low Density Polyethelene* (LDPE) yang merupakan jenis plastik yang tahan terhadap suhu panas dan dingin. Proses pembuatannya akan dimulai dengan peleburan bahan material ke dalam *hoper*, selanjutnya bahan akan ditutup menggunakan cetakan lalu dilakukan injeksi pengisian, penyempurnaan produk hingga pendinginan (Akbar and Rachmat, 2021).

Berikut merupakan beberapa faktor yang dianggap berperan besar dalam mempengaruhi kualitas produksi galon (Purwosaputro, 2013):

1. Tingkat persaingan

Persaingan memberikan pengaruh besar terhadap kualitas hasil produksi, dimana ketika persaingan yang dialami perusahaan semakin tinggi maka secara tidak langsung semakin tinggi pula sebuah perusahaan galon dalam menetapkan standar kualitas galon yang dihasilkan.

2. Tujuan produksi galon

Tujuan produksi ini dititikberatkan pada visi dan misi perusahaan saat menghasilkan produk galon. Perusahaan galon tersebut ingin berfokus pada peningkatan kuantitas produksi galon saja yang dilakukan hanya untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, atau produksi juga perlu melihat

kualitas prima galon yang dihasilkan demi menciptakan kepercayaan konsumen.

3. Testing produk

Kegiatan ini juga sama pentingnya dengan tahap produksi galon lainnya. Testing produk ditujukan untuk mengetahui sejauh mana kualitas galon yang telah diproduksi memenuhi ekspektasi masyarakat. Sehingga ketika galon tersebut telah sampai pada konsumen, kecil kemungkinan mereka mendapatkan produk yang gagal dan berakibat fatal pada air minum yang ditampungnya.

4. Desain produk

Semakin baik desain produk galon yang digunakan, maka semakin baik kualitas produksi galon yang dihasilkan. Desain produk ini berkaitan erat dengan fungsi optimal peruntukan galon sebagaimana mestinya ketika telah digunakan untuk keperluan air minum di masyarakat.

5. Kualitas input

Kualitas input ini termasuk bahan yang digunakan dalam proses pengolahan pembuatan galon, tenaga kerja yang melakukannya, dan juga perlengkapan yang dipakai selama proses produksi. Ketika ketiga unsur tersebut tidak berada pada kondisi yang seharusnya maka akan dengan mudah mempengaruhi kualitas galon yang dihasilkan.

6. Perawatan perlengkapan

Pengawasan kualitas produksi galon juga ditunjang dengan adanya perlengkapan proses produksi yang berada dalam kondisi prima. Hal ini

mengharuskan adanya perawatan rutin yang dilakukan terhadap perlengkapan produksi sehingga kualitas produk yang dihasilkan dapat senantiasa terjamin kualitasnya.

C. Tinjauan Umum tentang DAMIU

Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) merupakan suatu badan usaha yang bergerak pada usaha pengolahan air baku menjadi air yang layak diminum oleh masyarakat. DAMIU menjadi salah satu usaha ekonomi yang paling banyak dirintis dewasa ini, hal tersebut disebabkan karena DAMIU dianggap mampu secara perlahan memenuhi kebutuhan air minum penduduk secara optimal. Selain itu, DAMIU juga menjual produk air galonnya dengan harga yang sangat ekonomis sehingga membuat usaha ini mampu berkembang dengan sangat pesat (Saba, Maddusa and Umboh, 2019).

Pada dasarnya DAMIU dalam proses produksi air minum isi ulangnya akan melakukan 4 hal dasar berikut (Atmaji *et al.*, 2019):

1. Pencucian bagian luar galon

Pencucian bagian luar galon dimulai dengan penyiraman cairan deterjen khusus kemudian dilanjutkan penggosokan menggunakan spons. Kegiatan ini akan dilakukan di sebuah bak khusus yang telah disiapkan untuk menghindari cairan deterjen merembes ke segala tempat di ruang produksi galon tersebut.

2. Pembilasan

Setelah proses penggosokan di bagian luar dilakukan, maka galon akan dipindahkan ke bak selanjutnya yang berisi air bersih tanpa deterjen untuk membilas bekas sabun hasil pencucian sebelumnya.

3. Penyemprotan dan penyikatan

Penyemprotan bertekanan tinggi akan dilakukan sesaat sebelum penyikatan bagian dalam galon untuk membersihkan sisa kotoran yang tertinggal. Sebagai bentuk atau wujud maksimal pembersihan bagian dalam galon, maka dilakukan proses penyikatan menggunakan mesin sikat dengan cairan deterjen khusus sehingga resiko besar pencemaran akan dengan mudah hilang.

4. Pembilasan

Pembilasan kembali dilakukan untuk membersihkan bagian dalam dari galon yang telah disikat. Pembilasan ini juga menggunakan penyemprotan selang air yang bertekanan tinggi demi memaksimalkan hilangnya sisa-sisa deterjen dan kotoran lainnya.

5. Pengisian

Ketika rangkaian proses pencucian telah dilakukan, maka selanjutnya proses pengisian ulang air minum akan dilakukan melalui aliran selang dari tangki penyimpanan air minum hasil pengolahan.

Berikut ini merupakan beberapa hal yang menjadi persyaratan penerapan standar teknis Depot Air Minum Isi ulang (DAMIU) di Indonesia secara umum (Ramadhan and Daryati, 2019):

1. Air baku

Air baku yang digunakan perlu jelas sumbernya, misalnya dari air tanah, air PDAM, ataupun berasal dari air yang mengalir langsung dari mata air pegunungan. Air baku yang dianggap paling bagus kualitasnya dari yang lain yakni air pegunungan karena air ini jika dinilai dari segi penilaian biologinya merupakan yang paling kecil kemungkinannya ditemukan bakteri atau mikroorganisme kecil lainnya. Air baku ini juga perlu diperhatikan dari segi proses pengambilan, pengangkutan hingga air baku tersebut sampai di tempat pengolahan.

2. Lokasi DAMIU

Lokasi dari DAMIU harus jauh dari lokasi atau wilayah yang mengalami pencemaran lingkungan. Beberapa hal yang menandai risiko pencemaran lingkungan pada suatu wilayah seperti letak tempat sampah umum, saluran pembuangan limbah, ataupun saluran drainase yang kotor. Semakin dekat lokasi DAMIU dengan hal-hal yang berisiko mencemari, maka akan semakin besar pula kemungkinan terjadi kontaminasi bahan pencemar pada air baku ataupun air galon di DAMIU tersebut.

3. Ruang proses produksi

Ketentuan ruang proses produksi telah diatur dalam Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan republik Indonesia Nomor 651 Tahun 2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdaganganannya, dimana dijelaskan bahwa ruang ini harus mampu memberikan ruang yang cukup terhadap seluruh peralatan yang dilakukan

selama produksi. Konstruksi pada area ini juga perlu dibuat dalam kondisi yang baik dan berada dalam kondisi yang bersih. Konstruksi lantai harus menggunakan bahan yang licin dan juga memiliki warna yang terang atau kontras (Deperindag, 2004).

4. Pintu Masuk

Pintu masuk merupakan salah satu komponen penting yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan teknis DAMIU. Pintu masuk harus bisa ditutup, hal ini demi menghindari serangga atau burung kecil masuk ke dalam DAMIU. Hal yang terpenting ialah ruang proses produksi dimana ruangan inilah yang paling vital untuk dijaga kebersihannya dari kontaminasi yang dibawa hewan-hewan liar (Deperindag, 2004).

5. Penerangan

Penerangan utama harus berada pada tempat pencucian, sterilisasi, pembilasan dan pengisian galon. Keempat tempat ini perlu mendapatkan penerangan yang cukup. Hal ini diperlukan untuk melihat ada tidaknya kontaminasi pada produk air minum galon. Penerangan sebaiknya menggunakan lampu yang tidak mudah hancur sehingga tidak berisiko nantinya menimbulkan pencemaran/kontaminasi melalui pecahannya.

6. Mesin dan peralatan produksi

Beberapa mesin dan peralatan produksi yang umumnya ada di DAMIU yakni saringan, karbon filter, mikro filter. Saringan atau *sandfilter* digunakan sebagai penyaringan partikel-partikel kasar yang ada pada air baku, kemudian untuk karbon filter sendiri akan difungsikan untuk

menghilangkan bau, sisa klor dan juga bahan organik pada yang sedang diproses. Peralatan produksi terakhir yakni *microfilter* yang umumnya digunakan untuk menyaring partikel dengan ukuran kecil.

Salah satu mesin produksi yang harus ada pada sebuah DAMIU yakni mesin pencuci atau sikat galon. Mesin ini merupakan mesin yang diperuntukkan untuk membersihkan galon dengan prinsip penyikatan. Mesin ini memiliki komponen atau bagian utama yang terdiri dari penutup sikat atas, batang sikat tengah, bulu sikat dan penutup sikat bawah. Ketentuan yang perlu dimiliki komponen penyusun mesin sikat tersebut yakni sebagai berikut (Karo-karo, Kusnayat and Martini, 2020)



Gambar 2. 2 Mesin Sikat Galon

(Sumber : www.utamaWaterfilter.com)

- a. Batang sikat memerlukan penutup yang kuat. Sifat kuat ini dibutuhkan agar selama proses perputaran, air pencucian yang disalurkan melalui batang tidak terbuang sia-sia melalui penutup tersebut dan membuat pencucian menjadi tidak maksimal. Selain itu, bagian ini juga diharapkan memiliki sifat yang fleksibel untuk mendukung batang sikat agar mampu berputar dengan baik dalam tahap pencucian galon.

Hal ini berlaku pada kedua penutup, baik pada penutup atas maupun penutup bawah batang sikat.

- b. Bulu sikat yang terdapat pada permukaan bagian batang sikat harus tertempel dengan erat. Hal ini ditujukan agar selama proses pencucian galon berlangsung, tidak ada bulu sikat yang terlepas dan ikut masuk ke dalam air minum nantinya. Bulu sikat ini juga perlu dibuat dari bahan plastik yang elastis dengan panjang yang cukup. Fungsinya agar bulu sikat mampu menjangkau dan menyikat bagian dinding galon dengan maksimal, selain itu sifat elastis dibutuhkan agar batang sikat mampu keluar masuk dari dan dalam galon dengan mudah, tanpa terkendala. Umumnya bulu sikat ini terbuat dari bahan plastik jenis nilon.

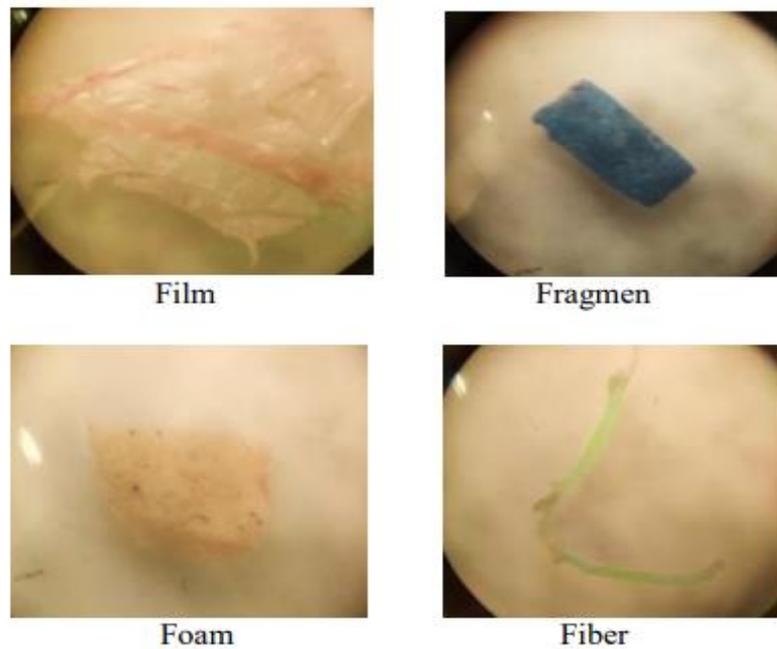
7. *Hygiene DAMIU*

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2014 Tentang Higiene Sanitasi Depot Air Minum *Hygiene DAMIU* dijelaskan bahwa *hygiene DAMIU* dinilai dari 3 aspek yang berbeda, mulai dari aspek tempat, penjamah/karyawan, serta peralatannya. Tempat DAMIU sendiri harus dibangun dengan spesifikasi konstruksi yang baik, misalnya atap yang kokoh hingga dinding yang harus kedap air. Penjamah sendiri harus terbebas dari penyakit menular dan mampu berperilaku higienis (Kemenkes, 2014).

D. Tinjauan Umum tentang Mikroplastik

Mikroplastik ialah partikel-partikel dari plastik yang memiliki ukuran lebih kecil dari atau sama dengan 5 mm. Mikroplastik umumnya berada di lingkungan akibat dari sampah plastik yang dibuang sembarangan oleh manusia dan berakhir ke badan air seperti laut. Sampah plastik inilah yang ketika tidak diambil dan diolah maka akan koyak dengan sendirinya seiring berjalannya waktu selama reaping di lautan. Koyaknya plastik tersebut akibat dari tekanan air di lautan dan juga terjadi proses degradasi oleh sinar matahari hingga proses oksidasi dan juga abrasi mekanik, dimana plastik tersebut kemudian akan terpecah menjadi partikel-partikel yang sangat kecil sehingga terbentuklah plastik-plastik yang kecil dengan ukuran yang juga kecil, dimana ukuran yang berada di bawah 5 mm akan dikategorikan sebagai mikroplastik (Yudhantari, Hendrawan and Ria Puspitha, 2019).

Mikroplastik diklasifikasikan menjadi 4 jenis berdasarkan morfologi, yakni mulai dari bentuk, ukuran serta warnanya. Berikut merupakan rincian keempat jenis mikroplastik tersebut :



*Gambar 2. 3 Klasifikasi Jenis Mikroplastik
(Sumber : Yolla, 2020)*

1. Jenis fiber/line

Mikroplastik jenis fiber biasanya ditemukan di pinggiran pantai atau laut, hal ini disebabkan karena ia merupakan hasil dari koyakan sampah plastik yang berasal dari pemukiman penduduk yang mayoritas bekerja sebagai nelayan. Biasanya mikroplastik fiber terurai dari sampah seperti tali ataupun alat tangkap karung yang terbuat dari plastik yang digunakan nelayan dalam menangkap ikan-ikan. Selain itu, fiber juga umumnya dihasilkan dari sampah yang dibuang dari hasil kegiatan pembuatan pakaian, jaring, dan juga alat pancing ikan. Berdasarkan warna, fiber memiliki warna biru (Syachbudi, 2020).

2. Jenis film

Mikroplastik jenis film memiliki bentuk menyerupai lembaran. Film merupakan hasil dari fragmentasi plastik dan membentuk polimer plastik sekunder serta memiliki densitas yang rendah (Azizah, Ridlo and Suryono, 2020). Selain itu, ciri khas yang dimiliki jenis mikroplastik film yakni sifatnya yang halus serta memiliki tampilan yang transparan (Yolla, 2020). Berdasarkan warna, film merupakan mikroplastik yang berwarna kuning (Syachbudi, 2020).

3. Jenis fragmen

Mikroplastik jenis fragmen berbeda jika dibandingkan dengan 2 jenis mikroplastik sebelumnya, karena bentuk dari jenis mikroplastik ini menyerupai pecahan plastik bukan berbentuk lembaran ataupun potongan plastik. Perjalanan sampah plastik hingga membentuk fragmen melewati proses yang cukup Panjang, dimana plastik terlebih dahulu akan mengalami degradasi oleh sinar UV matahari yang akan menyebabkan sampah plastik akan lunak dan lebih mudah untuk hancur. Proses selanjutnya plastik tersebut akan hancur akibat adanya tekanan mekanis dari angin laut, ombak laut gigitan biota laut atau bahkan terjadi karena aktivitas manusia (Azizah, Ridlo and Suryono, 2020). Berdasarkan warna, film merupakan mikroplastik yang berwarna hitam (Syachbudi, 2020).

4. Jenis foam

Mikroplastik jenis foam memiliki ciri utama yakni berwarna putih, memiliki pori-pori serta memiliki nilai densitas yang lebih tinggi jika

dibandingkan dengan film. Mikroplastik ini sangat jarang ditemukan di sedimen-sedimen pantai. Biasanya mikroplastik jenis ini didegradasi dari jenis sampah *styrofoam* ataupun plastik-plastik pembungkus elektronik (Yolla, 2020).

Kelimpahan mikroplastik yang ada di lautan ternyata memberikan dampak buruk yang cukup signifikan terhadap biota laut yang ada di dalamnya. Mikroplastik yang berada di laut akan mengalami pengendapan ke sedimen seiring berjalannya waktu. Mikroplastik yang mengalami pengendapan di dalam sedimen akan terjadi secara terus menerus sejalan dengan semakin banyaknya sampah plastik yang dibuang ke dalam badan air laut, sehingga dengan demikian mikroplastik juga akan mengalami akumulasi yang juga terus menerus di dalam sedimen. Mikroplastik yang berasal dari sampah plastik dengan bahan utama pembuatan zat kimia tentunya memiliki sifat yang karsinogenik bagi makhluk hidup terutama bagi biota laut, sehingga jika termakan oleh biota laut tersebut maka ia akan menyebabkan kerusakan pada tubuhnya, baik secara fisik maupun kimia pada setiap organ yang ada dalam tubuh biota tersebut (Azizah, Ridlo and Suryono, 2020).

Bahaya mikroplastik juga tidak hanya mengancam jiwa biota-biota laut, namun juga terhadap manusia. Manusia beresiko besar mengalami keracunan mikroplastik baik secara langsung ataupun tidak langsung. Secara tidak langsung mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh manusia secara oral melalui makanan yang mengandung atau terkontaminasi mikroplastik, seperti makanan-makanan laut (*seafood*). Contoh *seafood* yang biasa mengalami

akumulasi mikroplastik dalam tubuhnya yakni jenis-jenis kerang, udang, cumi-cumi, hingga berbagai jenis ikan laut (Tuhumury and Ritonga, 2020).

Berikut merupakan beberapa rute yang menjadi jalur pajanan mikroplastik sehingga mampu masuk ke dalam tubuh manusia (Nurtang, 2020):

1. Oral

Secara garis besar mikroplastik yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui oral dapat berupa air minum, makanan hasil produk laut ataupun makanan lainnya. Air minum besar risiko mengalami pencemaran mikroplastik didalamnya, terutama jika proses filtrasi pengolahan air tidak optimal dalam menyaring partikel plastik yang berasal dari sumber bahan baku air minum tersebut, misalnya dari air tanah. Untuk makanan hasil produk laut, biasanya melalui konsumsi ikan yang mengalami akumulasi mikroplastik dalam tubuhnya, serta makanan lainnya berkaitan dengan makanan yang bercampur dengan partikel plastik melalui pembungkusnya.

2. Kulit

Umumnya pajanan mikroplastik melalui rute ini sangat sulit, namun untuk beberapa kasus mikroplastik bisa saja masuk. Biasanya melalui air yang digunakan dan mengandung mikroplastik, ataupun penggunaan produk kecantikan seperti lulur dan pelembab kulit yang mengandung partikel plastik. Namun perlu diketahui bahwa hanya mikroplastik yang berukuran nano yang mampu menembus kulit.

3. Pernapasan

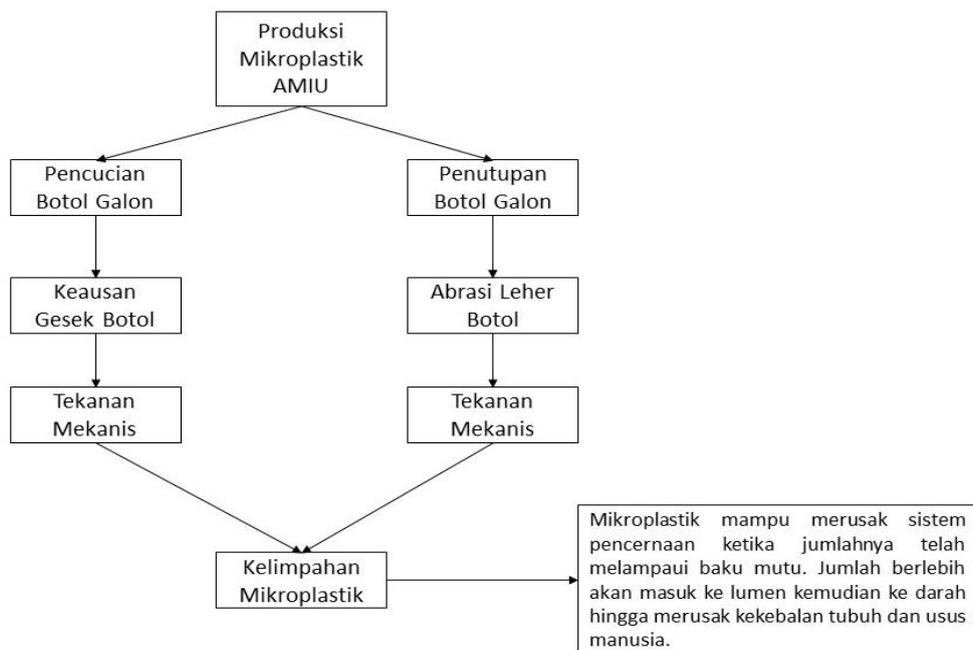
Pajanan melalui jalur inhalasi berhubungan erat dengan keberadaan mikroplastik dengan ukuran nano di udara. Mikroplastik yang ada di udara berpotensi muncul akibat proses aksi berupa gelombang yang ada di lingkungan air dan lumpur air limbah. Namun kendati demikian, keberadaan mikroplastik di udara sangat jarang. Contoh mikroplastik yang umumnya berada di udara yakni jenis serat.

Efek kesehatan yang ditimbulkan dari konsumsi mikroplastik secara terus menerus di dalam tubuh manusia tentunya akan berakibat buruk, walaupun sampai saat ini belum ada penelitian lebih lanjut yang mengungkapkan seberapa besar daya racun yang ditimbulkan mikroplastik tersebut. Namun, perlu digaris bawahi bahwa mikroplastik merupakan bahan campuran yang tidak diinginkan berada di dalam makanan serta minuman, dan ketika terdapat di dalam makanan atau minuman maka hal tersebut telah melanggar sifat kemurnian suatu makanan dan minuman atau dalam kata lain mikroplastik telah membuat makanan dan minuman tersebut menjadi beracun. Pada dasarnya mikroplastik yang ikut tertelan ke dalam tubuh manusia akan mengalami akumulasi dan umumnya mengganggu sistem pencernaan, dimana mikroplastik yang sudah berada dalam jumlah yang tidak normal akan masuk ke dalam lumen dan berinteraksi bersama melalui proses yang disebut adsorpsi sehingga dapat mengisi substansi di dalam protein dan glikoprotein yang hendak diserap tubuh. Ketika hal tersebut terjadi maka sistem kekebalan tubuh manusia akan mengalami gangguan seperti menurunnya daya kerja, dilain sisi

mikroplastik ini juga dapat menyebabkan pembengkakan pada usus akibat kejadian infeksi yang ditimbulkannya (Widianarko and Hantoro, 2018).

Efek kesehatan lain yang dapat ditimbulkan mikroplastik jika masuk ke dalam tubuh manusia dalam jumlah yang melampaui batas normal juga akan berpengaruh pada risiko kejadian penyakit jantung. Selain itu, obesitas juga menjadi ancaman yang serius bagi mereka yang mengalami akumulasi mikroplastik dalam tubuhnya. Gangguan kesehatan lainnya yang juga berisiko dialami yakni infertilitas (Anugerah Sari, 2019 dalam Handayani, 2020).

E. Kerangka Teori



Gambar 2. 4 Kerangka Teori

(Sumber : Oßmann *et al.*, 2018 ; Kaelani, 2016 ; Eerkes-Medrano, Leslie and Quinn, 2019 ; Widianarko and Hantoro, 2018)

Keberadaan mikroplastik dalam air minum pada botol yang digunakan secara berulang seperti galon diakibatkan oleh 2 proses produksi utama yakni

saat proses pencucian dan juga proses penutupan botol (Oßmann *et al.*, 2018). Proses pencucian ini membuat galon mengalami gaya gesek, dimana hal ini merujuk pada mesin sikat yang digunakan selama proses pencucian tersebut. Lamanya waktu pencucian yang dilakukan maka akan semakin besar keausan gesek yang timbul pada galon. Keausan galon sendiri merupakan bahan yang terkikis dari botol galon ketika mengalami kontak bersama dengan bulu sikat dari mesin pencucian galon (Kaelani, 2016).

Proses penutupan galon merupakan tahap produksi lainnya yang mampu menimbulkan mikroplastik dalam air minum isi ulang selain pada proses pencucian (Oßmann *et al.*, 2018). Proses penutupan botol pada galon terlihat sangat sederhana, namun pada dasarnya proses ini sangat berisiko besar memicu timbulnya mikroplastik. Penutupan botol galon menggunakan penutup yang juga terbuat dari bahan plastik, sehingga saat proses pemutaran penutup ke leher botol menimbulkan proses abrasi benda yang membuat kedua benda mengalami pengikisan partikel plastik. Hal inilah yang menjadi alasan proses yang satu ini mampu mengkontaminasi air minum isi ulang galon dengan mikroplastik (Eerkes-Medrano, Leslie and Quinn, 2019)

Kedua proses ini, baik pada saat pencucian maupun saat penutupan botol galon menyebabkan tekanan mekanis pada galon itu sendiri. Tekanan mekanis ini diartikan sebagai proses perlakuan pada botol galon yang membuatnya mengalami perubahan komposisi fisik menjadi tidak stabil. Ketidakstabilan yang dialami memaksa galon melepaskan partikel yang tidak seharusnya ke

lingkungan sekitarnya, seperti mikroplastik ke dalam air minum isi ulang (Oßmann *et al.*, 2018).

Mikroplastik yang berada di dalam air akan sangat berbahaya jika tertelan oleh manusia. Efek kesehatan yang dapat ditimbulkan yakni gangguan pada sistem pencernaan. Mikroplastik yang terakumulasi dalam jumlah yang besar dan melampaui batas wajar akan masuk ke dalam lumen dan mengalir ke dalam darah. Setelah itu, ia akan ikut masuk ke dalam protein dan juga glikoprotein yang nantinya akan diserap oleh tubuh. Ketika ia berhasil terserap tubuh, maka akan berisiko menimbulkan pembengkakan pada usus orang tersebut (Widianarko and Hantoro, 2018).

BAB III

KERANGKA KONSEP

A. Dasar Pemikiran Variabel Penelitian

Air minum merupakan air yang dapat dikonsumsi oleh makhluk hidup secara langsung ataupun setelah diolah. Air minum yang saat ini umumnya dikonsumsi oleh masyarakat air minum isi ulang galon yang dijual di DAMIU. DAMIU sendiri memiliki persyaratan khusus terkait petunjuk teknis pelaksanaan sebelum bisa diselenggarakan, mulai dari kondisi ruang produksi, ketersediaan alat dan mesin produksi, kondisi penerangan hingga kondisi *hygiene* yang dimiliki DAMIU dan karyawan yang bekerja disana.

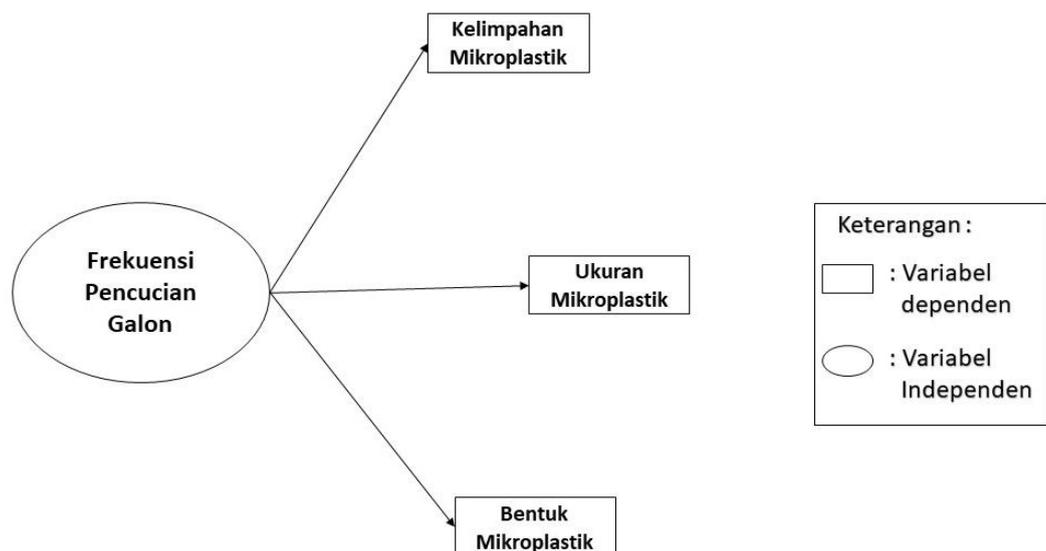
Air minum merupakan sesuatu yang vital, oleh karena itu sudah seharusnya kualitasnya dapat terjamin sebelum sampai ke masyarakat. Persyaratan yang perlu dipenuhi sehingga sebuah air dapat dinyatakan sebagai air minum yakni berdasarkan Permenkes 492 tahun 2010 yang mengatur tentang kualitas air minum. Persyaratan kualitas air minum dinilai dari kondisi fisik, kimia dan juga kondisi bakteriologis yang dimiliki air minum tersebut.

Kontaminasi terhadap ketiga parameter tersebut dapat dengan mudah terjadi ketika proses produksi yang dilakukan di DAMIU tidak berjalan sesuai dengan semestinya. Salah satunya yakni pada proses pencucian botol galon. Botol galon yang akan diisi dengan air minum akan dibersihkan terlebih dahulu menggunakan mesin sikat galon. Mesin sikat galon umumnya terdiri dari bulu-bulu sikat yang terbuat dari bahan plastik PVC atau nilon. Proses ini dinilai berisiko besar terhadap

produksi mikroplastik sebagai salah satu pencemaran parameter fisik air, hal ini disebabkan karena adanya tekanan mekanis yang dialami galon jika proses tersebut berlangsung secara terus menerus.

Proses penyikatan galon juga tidak menjadi sebab utama, namun perlakuan yang dialami botol mulai dari proses produksi hingga pengantaran ke pelanggan membuat botol terus mengalami kejadian *mechanical stress*. Proses penyikatan memperparah kejadian *mechanical stress* pada galon, karena proses penyikatan membuat galon mengalami gesekan yang kuat dengan bulu sikat pada mesin sikat galon yang notabenehnya terbuat dari bahan plastik nilon. Sehingga akan lebih besar kemungkinan galon tercemar mikroplastik akibat dari luruhnya bahan plastik pada galon tersebut.

B. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 3. 1 Kerangka Konsep

C. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Mendefinisikan variabel penelitian untuk memudahkan peneliti menggunakan instrumen penelitian:

Tabel 3. 1 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif Penelitian

No.	Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Kriteria Objektif	Alat Ukur	Skala Pengukuran
1.	Mesin sikat galon	Merupakan alat pencucian galon dengan spesifikasi terdiri atas beberapa komponen utama yakni batang sikat, penutup batang sikat atas dan bawah, serta bulu sikat.	<ul style="list-style-type: none"> - Kualitas baik, jika memiliki penutup batang yang kuat, sikat galon memiliki panjang cukup serta bersifat lentur. - Kualitas kurang baik, jika memiliki penutup batang yang tidak kuat, sikat galon tidak memiliki panjang cukup serta tidak bersifat lentur. 	Observasi langsung	-
2.	Kelimpahan Mikroplastik	Merupakan jumlah partikel plastik yang diperiksa setiap 1 liter air.	<ul style="list-style-type: none"> - Baik, jika tidak terdapat pada air yang diperiksa. - Tidak baik, jika terdapat pada air yang diperiksa. 	Pengukuran laboratorium	Interval

3.	Ukuran Mikroplastik	Merupakan ukuran satuan partikel plastik yang berada dalam angka ≤ 5 mm.	<ul style="list-style-type: none"> - Sangat berbahaya, jika ukuran berada $\leq 1,5$ mm. - Berbahaya, jika ukuran tidak berada $\leq 1,5$ mm. 	Pengukuran laboratorium	Interval
4.	Bentuk Mikroplastik	Merupakan wujud nyata mikroplastik yang dilihat di bawah alat mikroskop setelah proses penyaringan.	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat dianalisa, jika bentuk yang didapatkan merupakan salah satu bagian dari <i>foam</i>, fragmen, <i>line</i>/fiber, dan film. - Tidak dapat dianalisa, jika bentuk yang didapatkan merupakan salah satu bagian dari <i>foam</i>, fragmen, fiber, dan film. 	Pengukuran laboratorium	-