ANCAMAN KONTAMINASI MIKROPLASTIK

dalam Galon Sekali Pakai

GREENPEACE

Tim Peneliti

LABORATORIUM KIMIA ANORGANIK
DAN
DISASTER RISK REDUCTION CENTER
UNIVERSITAS INDONESIA

Dr. rer. nat. Agustino Zulys, M.Sc.
Prof. Dr. Fatma Lestari, M.Si.
Adonis Muzzani, M.Si.
Muhammad Derry S.Si
Lizbeth Cantik Christina, S.Si.
Muhsinatul Istiqomah S.Si.
Elva Dissa Adriana, S.Si.
Emma Hermawati, S.Si.
Rohayati, M.Si.

GREENPEACE INDONESIA

Muharram Atha Rasyadi
Afifah Rahmi Andini
Ibar Furqonul Akbar
Novita Indri Pratiwi
Jane Francisca Latuheru

UNIVERSITAS INDONESIA

GREENPEACE

Laporan ini diterbitkan di bawah tanggung jawab
Greenpeace Indonesia - *Urban People Power Campaign*.
Mega Plaza Building Lantai 5, Jalan HR. Rasuna Said C3, Jakarta, Indonesia.
https://www.greenpeace.or.id

Ringkasan EKSEKUTIF

Perkembangan industri dan modernisasi telah memberikan berbagai manfaat dan juga dampak bagi kehidupan manusia. Salah satunya terkait dengan penggunaan plastik dan cemarannya. Berdasarkan studi sebelumnya, diketahui bahwa mikroplastik telah ditemukan di berbagai badan air dan juga dalam sumber air yang dikonsumsi masyarakat, yaitu air minum dalam kemasan (AMDK). Bersamaan dengan tingginya tingkat konsumsi masyarakat terhadap AMDK, penelitian mengenai mikroplastik yang terkandung dalam AMDK galon sekali pakai serta tingkat paparannya menjadi penting untuk dilakukan mengingat adanya bahaya apabila mikroplastik masuk ke dalam tubuh manusia dalam jangka waktu yang relatif panjang.

AMDK
Air Minum Dalam Kemasan

Dalam penelitian ini, kandungan mikroplastik dalam AMDK galon sekali pakai dianalisis dari segi kualitatif dan kuantitatif, dengan menggunakan metode utama counting chamber termodifikasi yaitu pengukuran jumlah sel/partikel dalam cairan menggunakan mikroskop terhadap sampel yang diposisikan dalam ruang (1 × 1 × 0,1) mm (Zhang et al., 2020).

Melalui metode ini, secara kualitatif dapat ditentukan keberadaan mikroplastik dalam suatu sampel serta dapat dilihat pula morfologi dari partikel mikroplastik yang ada. Di sisi lain, secara kuantitatif, metode ini juga memberikan hasil perhitungan jumlah partikel mikroplastik yang teramati dalam ruang dengan ukuran tertentu di bawah mikroskop, dan dari hasil pengamatan ini dapat dihitung jumlah partikel mikroplastik dalam volume tertentu.

Melalui bantuan data dari karakterisasi menggunakan instrument FT-IR (*Fourier Transformation Infra-Red*), jenis mikroplastik yang ada dalam sampel dapat ditentukan pula. Kemudian berdasarkan metode analisis gravimetri, konsentrasi mikroplastik dalam sampel dapat ditentukan, dan data ini menghasilkan estimasi paparan harian mikroplastik terhadap masyarakat.

Temuan

1 **Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa kedua sampel kemasan AMDK galon sekali pakai Sampel A dan Sampel B mengandung mikroplastik dengan morfologi dan jenis yang sama.**

Konsentrasi mikroplastik untuk sampel Sampel A diketahui sebesar 5 ppm (5 mg/liter) dan untuk sampel Sampel B sebesar 0,2 ppm (0,2 mg/liter). Jenis mikroplastik yang ditemukan merupakan jenis plastik yang sama digunakan pada kemasan galon sekali pakai, yakni PET.

2 Berdasarkan hasil analisis konsentrasi mikroplastik dalam sampel dan survei terhadap masyarakat yang telah dilakukan, diketahui bahwa estimasi paparan harian mikroplastik untuk kedua sampel kemasan tersebut tidak melebihi batas aman yang diberikan oleh WHO. Meskipun begitu, paparan mikroplastik terhadap tubuh manusia tetap perlu menjadi perhatian, mengingat apabila berlangsung dalam jangka panjang maka akan terakumulasi dalam jaringan dan organ serta mengakibatkan berbagai dampak biologis negatif yang tidak diharapkan, bahkan hingga mencapai efek karsinogenesis.

3 Di samping analisis terhadap sampel, dalam penelitian ini dilakukan juga analisis perbandingan kandungan mikroplastik dalam sumber mata air. Dari hasil yang diperoleh, diketahui bahwa sumber mata air telah mengandung mikroplastik yang diduga berasal dari degradasi cemaran plastik dari lingkungan dan badan air itu sendiri. Meskipun begitu, partikel mikroplastik yang ada dalam AMDK galon sekali pakai jumlahnya lebih banyak daripada partikel mikroplastik dalam sampel mata air. Oleh karena itu, dapat diperkirakan bahwa memang keberadaan mikroplastik dalam AMDK galon sekali pakai dapat berasal dari degradasi plastik kemasan itu sendiri, sehingga frekuensi dan kebiasaan konsumsi masyarakat terhadap AMDK galon sekali pakai perlu diperhatikan lebih lagi.

Seruan Aksi

1. Produsen galon sekali pakai harus bertanggung jawab untuk **memantau dampak penggunaan kemasan plastik** terhadap kualitas air minum yang dipasarkan kepada masyarakat.

2. Produsen galon sekali pakai **harus menunjukkan komitmen serius terhadap regulasi pengurangan sampah plastik nasional**. Komitmen produsen perlu ditunjukkan dengan segera menyusun dan mempublikasikan rencana peta jalan pengurangan sampah selama 10 tahun mendatang.

3. Pemerintah perlu segera **memperbarui standar baku mutu air minum** dalam kemasan dengan menambah parameter pengujian mikroplastik. Sehingga, dampak kesehatan yang ditimbulkan akibat kontaminasi mikroplastik dapat diantisipasi sesegera mungkin.

4. Pemerintah perlu bersikap tegas dalam **menerapkan sanksi terhadap setiap pelanggaran yang dilakukan perusahaan** dalam pencapaian target pengurangan sampah plastik nasional. Termasuk menindak tegas segala upaya perusahaan yang dinilai menghambat upaya pengurangan sampah plastik nasional, serta menindak tegas segala keterlambatan penyerahan dokumen rencana pengurangan sampah oleh produsen.

5. Konsumen perlu **selektif dalam memilih produk yang memiliki tanggung jawab terhadap kesehatan konsumen dan perlindungan lingkungan.** Di samping itu, antusiasme dan komitmen yang telah terbangun untuk mengurangi pencemaran plastik dengan mengurangi penggunaan plastik sekali pakai dan beralih menggunakan produk guna ulang juga seyogyanya perlu terus diupayakan oleh masyarakat.

Daftar Isi

4 | Ringkasan Eksekutif

7 | Seruan Aksi

10 | Pendahuluan

16 | Metodologi Penelitian

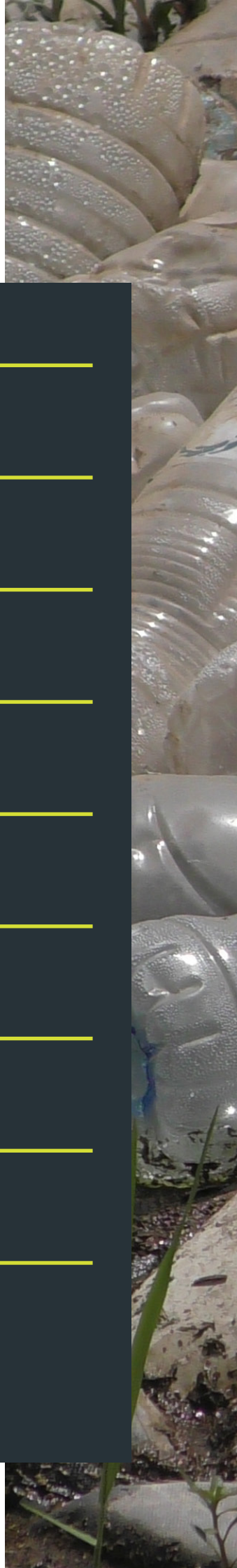
20 | Hasil dan Pembahasan

34 | Kesimpulan

38 | Referensi

40 | Glosarium

42 | Lampiran



Pendahuluan

Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya jumlah penggunaan plastik baik dalam industri maupun kehidupan sehari-hari, tersebarnya partikel-partikel plastik di lingkungan pun semakin bertambah dari waktu ke waktu. Dengan adanya berbagai proses kimia di lingkungan, plastik dapat berubah ukuran menjadi lebih kecil, yaitu menjadi mikroplastik, kemudian dapat terurai menjadi lebih kecil lagi yaitu dalam bentuk nanoplastik. Meskipun begitu, baik mikroplastik maupun nanoplastik tetap merupakan material yang sama dengan ukuran yang berbeda saja. Ukuran plastik yang semakin kecil ini justru akan memberikan dampak negatif yang lebih besar karena dengan ukurannya yang kecil, plastik dapat dengan mudah terkonsumsi dan mengalami akumulasi dalam tubuh makhluk hidup (Brennecke et al., 2015).

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang memiliki ukuran sekitar 1 µm hingga 5 mm. Apabila dibandingkan dengan diameter rambut manusia yang rata-ratanya sekitar 70 µm (Loussouarn et al., 2016), maka mikroplastik yang paling kecil ukurannya dapat mencapai sekitar 1/70 kali diameter rambut manusia.

Berdasarkan studi yang telah ada, partikel mikroplastik telah ditemukan pada berbagai sumber air, seperti laut, sungai, danau, reservoir, serta air tanah (Danopoulos et al., 2020). Penelitian terdahulu telah banyak berhasil mendeteksi adanya kandungan mikroplastik dalam produk konsumsi yang berasal dari badan air, seperti ikan, remis, bahkan garam dapur (Rochman et al., 2015; Yang et al., 2015), yang menunjukkan bahwa keberadaan mikroplastik telah tersebar dalam berbagai ekosistem air. Di samping produk konsumsi dari badan air, tentunya dapat dinyatakan bahwa sumber air itu sendiri telah mengandung cemaran mikroplastik sehingga menimbulkan kekhawatiran yang terkait dengan konsumsi air minum oleh masyarakat. Air minum dalam kemasan (AMDK), telah menjadi salah satu sumber konsumsi air masyarakat yang telah diketahui memiliki kandungan partikel mikroplastik pula.

> Berdasarkan studi pada tahun 2018 mengenai AMDK, sebanyak 93% dari 259 sampel botol AMDK yang diambil dari berbagai negara—yang salah satunya termasuk Indonesia—diketahui mengandung mikroplastik (Mason et al., 2018).

Konsumsi masyarakat global terhadap air minum dalam kemasan sangatlah tinggi. Sekitar 180 milyar botol air minum dalam kemasan (AMDK) diproduksi setiap tahunnya secara global, dan terus meningkat tiap tahunnya (Gambino et al., 2020). Begitu pula dengan Indonesia, di mana AMDK merupakan sumber konsumsi air masyarakat yang umum digunakan sehari-hari. Menurut Badan Pusat Statistik, berdasar data terbaru tahun 2016, diketahui bahwa sebanyak 31,3% masyarakat Indonesia memperoleh sumber konsumsi air minumnya dari AMDK, di mana persentase ini merupakan angka tertinggi dibandingkan sumber konsumsi air lain yang meliputi air leding, pompa, sumur, air hujan, mata air, dan sumber lainnya (Badan Pusat Statistik, 2017). Apabila diperhitungkan sesuai dengan populasi masyarakat, maka pada tahun 2016 tersebut **sekitar 81,88 juta jiwa masyarakat Indonesia mengkonsumsi AMDK**. Berdasar fakta ini dan juga hasil studi sebelumnya yang menyatakan bahwa hampir seluruh produk AMDK yang diuji mengandung mikroplastik, maka penelitian lebih lanjut mengenai hal tersebut menjadi sangat penting untuk dilaksanakan. Pentingnya penelitian terhadap hal ini berkaitan erat dengan kesehatan masyarakat jangka panjang. Secara spesifik, **ukuran dari mikroplastik itu sendiri merupakan salah satu penyebab terbesar bahayanya karena akan meningkatkan kemungkinan partikel-partikelnya untuk terakumulasi dalam jaringan biologis**, di mana hal ini akan sulit terjadi untuk partikel dengan ukuran yang lebih besar (Nel et al., 2006). Selain ukuran, material plastik dalam ukuran mikro itu sendiri apabila melebihi batas amannya, juga telah diketahui dapat mengakibatkan respon biologis dalam tubuh manusia yang meliputi peradangan (inflamasi), *oxidative stress*, hingga karsinogenesis (Wright & Kelly, 2017).

Meskipun penelitian mengenai air minum dalam kemasan telah dilakukan beberapa kali oleh peneliti di luar negeri, namun mengingat besarnya konsumsi masyarakat Indonesia terhadap AMDK, maka perlu diketahui pula bagaimana kandungan mikroplastik dalam produk AMDK yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia di masa sekarang ini. Secara khusus, produk AMDK yang dianalisis dalam penelitian ini adalah produk AMDK galon sekali pakai. Penelitian mengenai air minum dalam kemasan telah dilakukan beberapa kali oleh peneliti di luar negeri terhadap AMDK yang ada di Indonesia. Mason et.all. melaporkan penelitiannya di 3 kota besar di Indonesia yaitu Medan, DKI Jakarta dan Bali bahwa air minum dalam kemasan di 3 kota tersebut mengandung mikroplastik dengan ukuran 6,5 – 100 µm dengan jumlah mikroplastik berturut-turut 3722, 133 dan 4713 partikel (Mason, 2018).

Namun mengingat
besarnya konsumsi masyarakat Indonesia terhadap AMDK, maka perlu diketahui pula bagaimana kandungan mikroplastik dalam produk AMDK yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia di masa sekarang ini.

Secara khusus, produk AMDK yang dianalisis dalam penelitian ini adalah produk AMDK galon sekali pakai.

Galon sekali pakai dipilih sebab belum terdapat penelitian terdahulu yang spesifik merespon penggunaan galon sekali pakai. Di samping itu, produk galon sekali pakai yang baru muncul dalam beberapa tahun terakhir juga memiliki karakteristik yang sama sebagaimana AMDK botol yang menjadi subjek penelitian terdahulu.

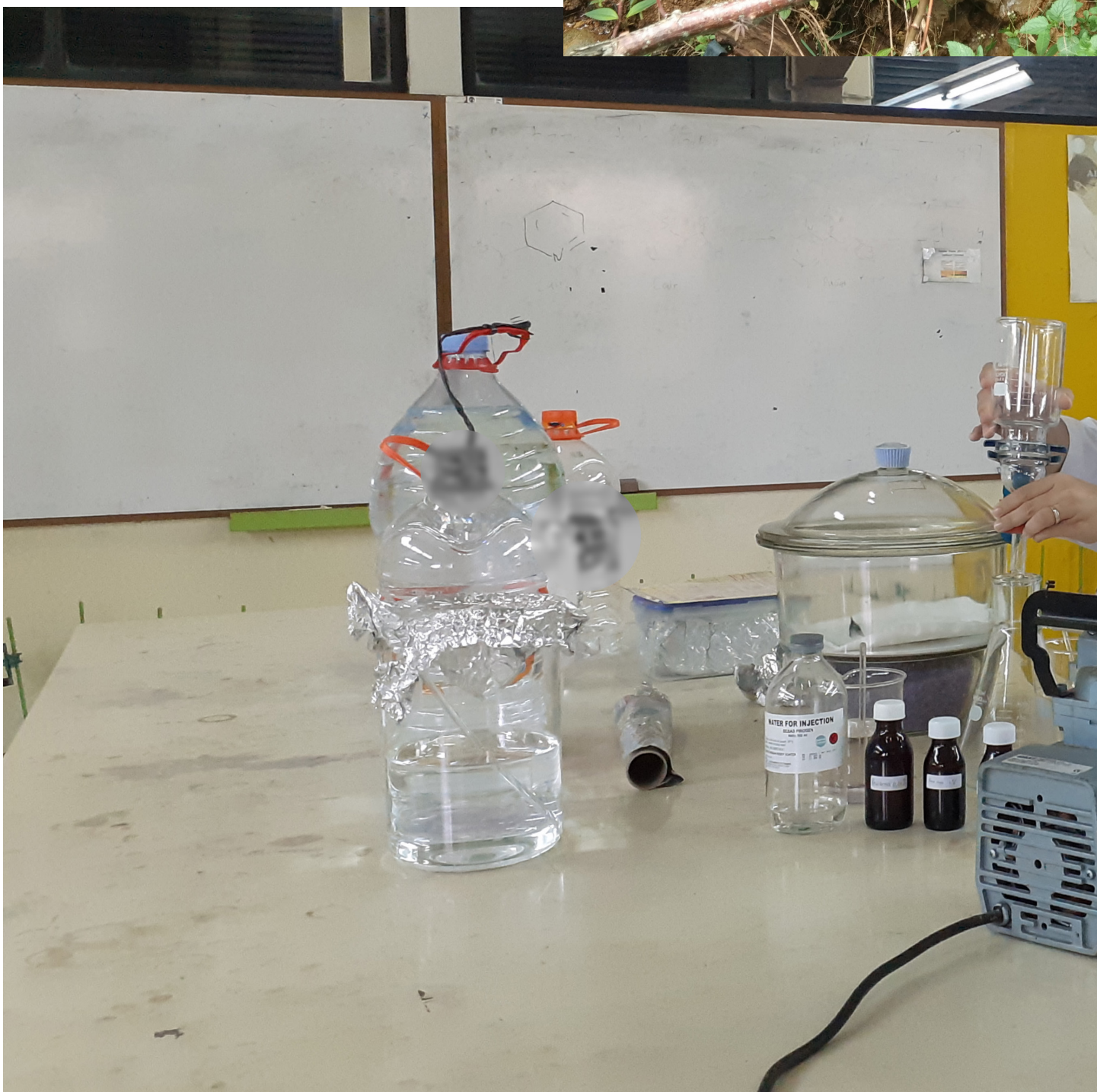
Oleh karena itu, **penelitian ini dilaksanakan untuk dapat menjawab permasalahan tersebut dengan mengidentifikasi adanya kontaminasi mikroplastik dalam produk AMDK galon sekali pakai di Indonesia, secara kualitatif maupun kuantitatif. Dalam penelitian ini juga ditinjau mengenai jenis dan sumber kontaminasi mikroplastik, sehingga dapat dipahami secara lebih dalam mengenai titik awal pencemaran serta kemungkinan solusi yang dapat diajukan. Di samping itu, nilai utama yang menjadi perhatian dalam penelitian ini akan didapatkan dari hasil analisis kuantitatif yang dilakukan, yaitu estimasi paparan harian mikroplastik AMDK galon sekali pakai terhadap masyarakat.**

Informasi ini sangatlah penting karena dengan mengetahui estimasi paparan mikroplastik tersebut, dapat ditentukan bagaimanakah perbandingan jumlah paparan mikroplastik terhadap masyarakat Indonesia secara umum, dengan jumlah batas aman yang diperbolehkan bagi kesehatan.

Ruang Lingkup dan Batasan

Penelitian dilakukan terhadap AMDK galon sekali pakai produksi dalam negeri, yang beredar di kawasan Jabodetabek.

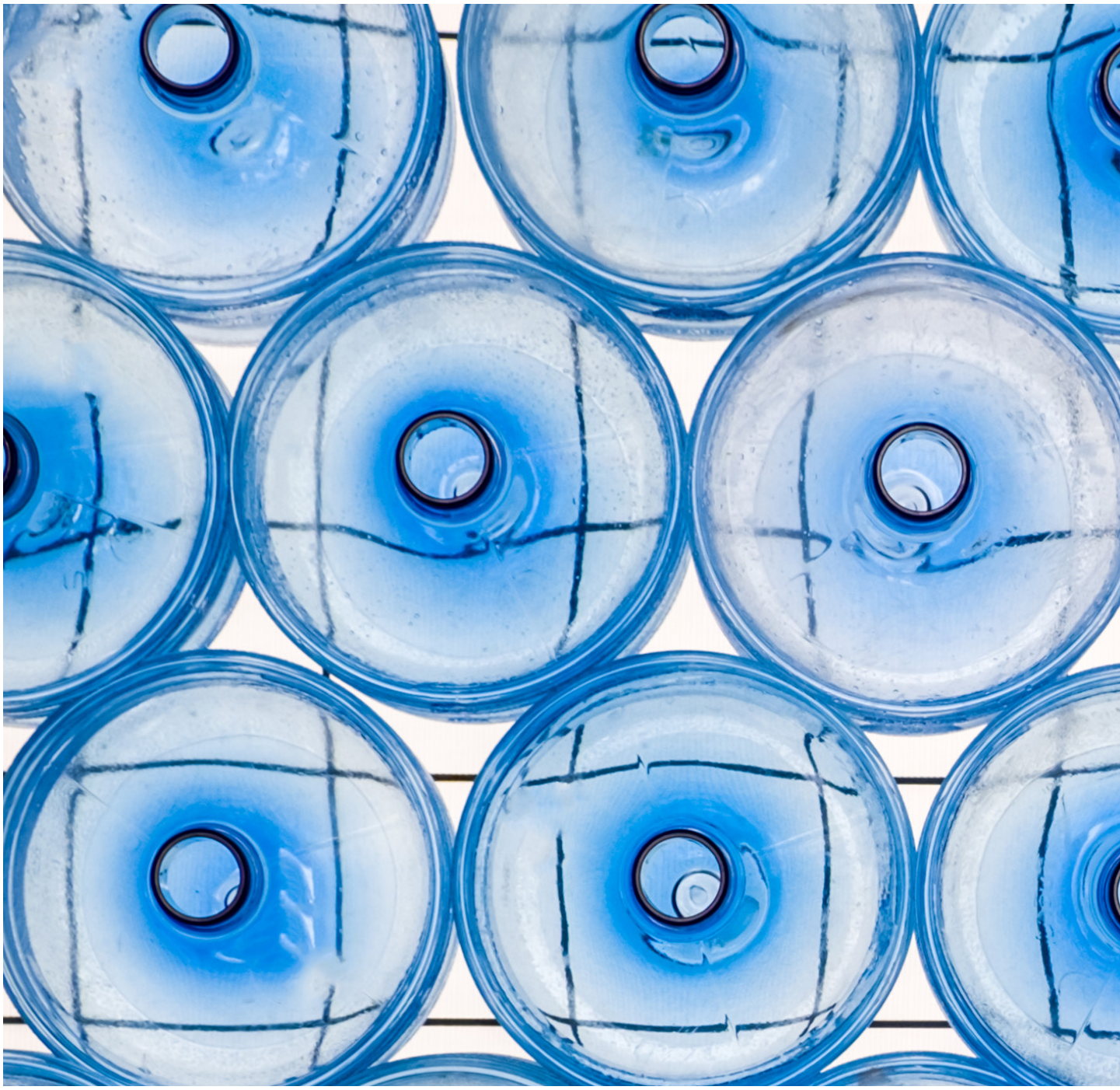
Penelitian meliputi pengujian jenis dan sumber kontaminan mikroplastik secara kualitatif dan kuantitatif serta estimasi paparan harian pada tubuh manusia.



Gunakan
saat bekerja dengan
Bahan Berbahaya
di Laboratorium

16

Metodologi Penelitian



Pengumpulan Sampel

Sampel AMDK galon sekali pakai dalam penelitian ini diambil dari tiga titik lokasi di daerah Jakarta, Bogor, dan Depok, dengan jumlah sampel masing-masing 2 galon per tiap lokasi untuk masing-masing merek AMDK galon sekali pakai. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *convenience sampling* dalam metode *non-probability sampling*, yang biasa digunakan untuk mengatasi berbagai limitasi yang tidak diinginkan dalam riset berskala kecil hingga menengah (Taherdoost, 2016).

Preparasi Sampel

Sebelum digunakan semua peralatan dicuci dengan Asam Nitrat 10% dan dibilas dengan aquabidest untuk menghindari adanya kontaminan dari peralatan. Untuk sampel uji, disiapkan 1000 mL sampel AMDK galon sekali pakai yang sudah dihomogenkan dari beberapa galon dan diberi 2 tetes larutan pewarna Nile Red 0,1%, lalu diinkubasi sekitar 30 menit. Larutan pewarna Nile Red akan teradsorpsi pada permukaan mikroplastik, tetapi tidak pada Sebagian besar material alami sehingga dapat dilihat di bawah mikroskop dengan perbesaran 100x hingga 400x. Untuk kebutuhan karakterisasi dengan FT-IR (*Fourier Transform Infrared*), sampel uji terlebih dahulu disaring menggunakan filter selulosa nitrat dengan ukuran pori 0,45 µm yang telah diketahui bobotnya. Bobot residu dapat dihitung sehingga bisa ditentukan kandungan mikroplastik secara kuantitatif dengan aquabidest sebagai blanko standar.

Penentuan Massa dan Konsentrasi Mikroplastik

Massa mikroplastik dalam sampel dapat diketahui dengan metode gravimetri sederhana. Mula-mula kertas saring dengan ukuran pori 0,45 µm digunakan untuk menyaring aquabidest sebagai blanko, lalu dikeringkan dalam desikator selama 24 jam. Setelah kering, kertas saring ditimbang dan massanya dicatat. Sampel air kemudian difiltrasi dengan kertas saring tersebut. Setelah filtrasi selesai dilakukan, kertas saring dikeringkan kembali dalam desikator selama 24 jam. Setelah kering, selanjutnya kertas saring ditimbang kembali dan massanya dicatat. Selisih dari massa kertas saring setelah filtrasi dan massa mula-mula merupakan massa dari mikroplastik yang tertampung pada kertas saring. Massa mikroplastik ini merepresentasikan konsentrasi mikroplastik dalam tiap liter air yang melalui proses filtrasi tersebut.

Karakterisasi jumlah partikel mikroplastik

Untuk analisis secara morfologi (fragmen, serat, pelet, film, dll) residu pada filter diperiksa di bawah mikroskop optic (Leica ICC50 HD) dengan perbesaran 100x dan 400x. Selain analisis morfologi, pemeriksaan di bawah mikroskop optik ini juga dimanfaatkan untuk metode Counting Chamber Improved Neubeuer yang dimodifikasi, yang akan digunakan untuk menghitung jumlah partikel per volume sampel. Metode counting chamber ini merupakan metode akurat yang sudah lazim digunakan untuk mengukur jumlah sel/partikel dalam cairan biologis. Dalam metode ini, pengamatan dengan mikroskop dilakukan terhadap sampel yang diposisikan dalam ruang (1 1 0,1) mm, kemudian jumlah partikel yang teramati dalam volume sampel tersebut dihitung (Zhang et al., 2020). Hasil perhitungan ini kemudian dikonversikan ke dalam satuan jumlah partikel per liter sampel, dengan asumsi bahwa sampel bersifat homogen, di mana dalam kasus ini sampel air minum adalah suatu larutan yang homogen.

Selanjutnya residu mikroplastik yang tersaring pada filter selulosa nitrat dengan ukuran pori 0,45 µM diukur dengan FT-IR (Fourier Transform Infrared) dengan standar polimer murni. Karakterisasi FT-IR merupakan metode analisis kimia yang digunakan untuk mengetahui identitas senyawa dalam sampel. Identitas senyawa dapat dikenali dari gugus fungsinya, yaitu jenis-jenis ikatan antara atom yang berbeda, yang merupakan bagian yang membedakan satu senyawa dengan senyawa lainnya. Karakterisasi FT-IR ini dapat mengidentifikasi gugus fungsi dalam senyawa melalui pembacaan sinyal sinar infra merah (infrared) yang ditransmitansikan oleh senyawa dalam sampel, di mana hal ini terjadi dalam instrumen FT-IR yang digunakan (Dutta, 2017).

Estimasi paparan harian mikroplastik AMDK galon sekali pakai pada tubuh manusia

Metode yang digunakan untuk menentukan estimasi paparan harian mikroplastik AMDK galon sekali pakai pada tubuh manusia adalah metode kuesioner yang ditujukan kepada sampel dari populasi masyarakat yang mengkonsumsi AMDK galon sekali pakai, yang diambil dari daerah Jabodetabek, dengan total jumlah responden sebanyak 38 partisipan. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik non-probability sampling, yang biasa digunakan untuk riset kualitatif seperti pengadaan survei (Taherdoost, 2016). Secara lebih spesifik, teknik yang digunakan dalam non-probability sampling di sini adalah metode convenience sampling, di mana metode tersebut paling sesuai untuk penelitian ini karena melibatkan partisipan yang mudah diakses oleh peneliti (Showkat & Parveen, 2017).

Hasil dan Pembahasan

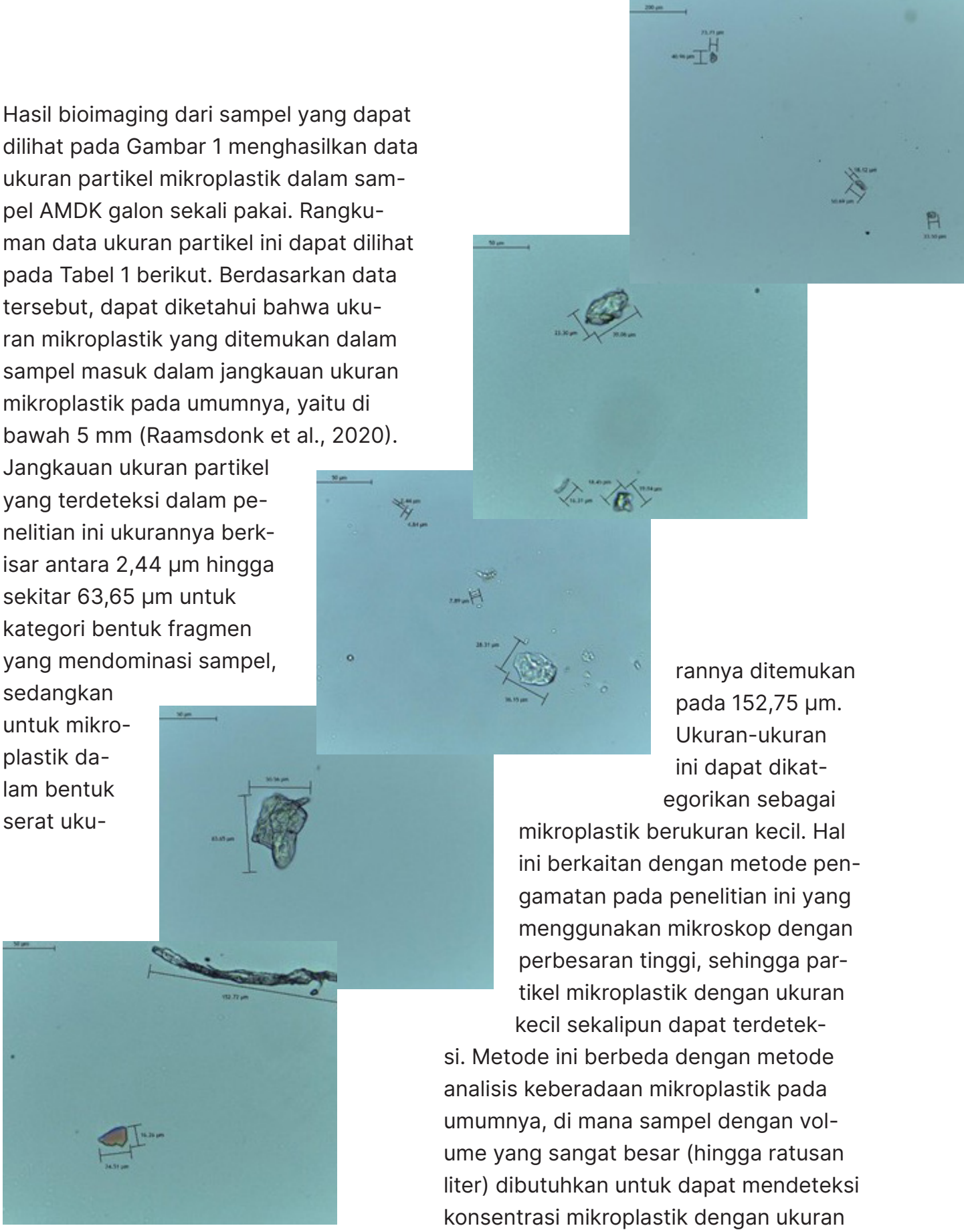
Analisis Karakteristik Mikroplastik

Kontaminasi mikroplastik yang terkandung pada air minum dalam kemasan (AMDK) galon sekali pakai dalam penelitian ini dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif.

Secara kualitatif, keberadaan mikroplastik ditemukan dalam semua sampel AMDK galon sekali pakai

yang dibuktikan dari hasil uji *bioimaging* menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100 kali dan 400 kali (Gambar 1). Berdasarkan pengamatan, diketahui bahwa mikroplastik yang ditemukan banyak terdapat dalam bentuk fragmen, dan sangat sedikit yang ditemukan dalam bentuk serat atau *fiber*, dengan warna partikel yang transparan. Mikroplastik dalam bentuk serat yang dapat ditemukan pada sampel ditunjukkan dalam Gambar 1e. Bentuk mikroplastik yang teramati ini sesuai dengan literatur, di mana mikroplastik yang banyak ditemukan dalam air minum didominasi oleh bentuk fragmen, lalu diikuti dengan bentuk serat dan sperikal (Danopoulos et al., 2020).

Hasil bioimaging dari sampel yang dapat dilihat pada Gambar 1 menghasilkan data ukuran partikel mikroplastik dalam sampel AMDK galon sekali pakai. Rangkuman data ukuran partikel ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa ukuran mikroplastik yang ditemukan dalam sampel masuk dalam jangkauan ukuran mikroplastik pada umumnya, yaitu di bawah 5 mm (Raamsdonk et al., 2020). Jangkauan ukuran partikel yang terdeteksi dalam penelitian ini ukurannya berkisar antara 2,44 µm hingga sekitar 63,65 µm untuk kategori bentuk fragmen yang mendominasi sampel, sedangkan untuk mikroplastik dalam bentuk serat ukurannya ditemukan pada 152,75 µm. Ukuran-ukuran ini dapat dikategorikan sebagai mikroplastik berukuran kecil. Hal ini berkaitan dengan metode pengamatan pada penelitian ini yang menggunakan mikroskop dengan perbesaran tinggi, sehingga partikel mikroplastik dengan ukuran kecil sekalipun dapat terdeteksi. Metode ini berbeda dengan metode analisis keberadaan mikroplastik pada umumnya, di mana sampel dengan volume yang sangat besar (hingga ratusan liter) dibutuhkan untuk dapat mendeteksi konsentrasi mikroplastik dengan ukuran di atas 300 µm (Koelmans et al., 2019). Dengan bioimaging, sampel yang dibutuhkan hanya berupa cuplikan air yang diamati langsung di bawah mikroskop dan dilihat keberadaan mikroplastiknya.

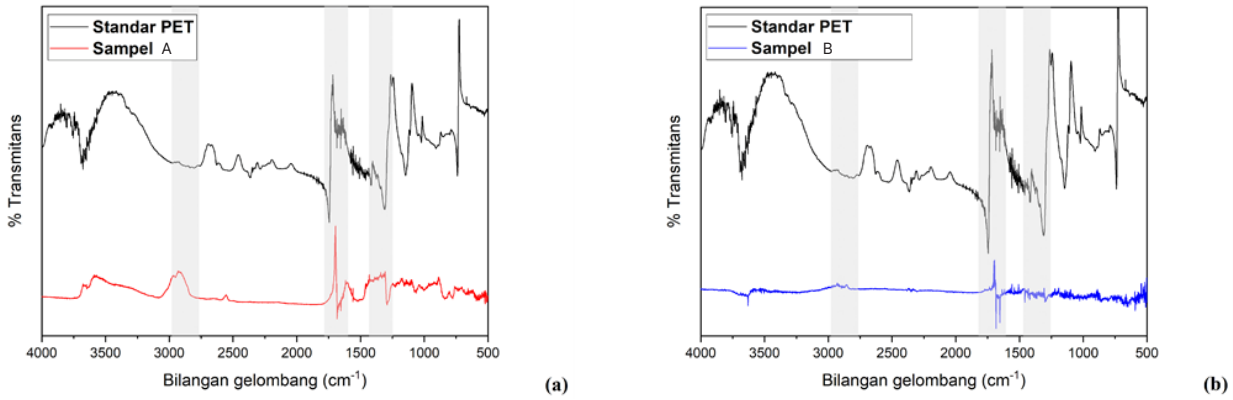


Gambar 1. Contoh hasil bioimaging sampel AMDK galon sekali pakai yang menunjukkan keberadaan mikroplastik (kanan atas ke kiri bawah):
(1) & (2) Sampel Sampel A bentuk fragmen,
(3) & (4) Sampel Sampel B bentuk fragmen,
(5) Sampel Sampel B bentuk fragmen dan serat

NILAI	Sampel A		Sampel B	
	Ukuran Partikel (µm)	Luas partikel (µm2)	Ukuran Partikel (µm)	Luas partikel (µm2)
Minimum	2,44	11,81	2,00	13,78
Maksimum	63,65	3.734,73	152,72	2876,54
Rata-rata	25,57	900,63	27,06	824,50

Tabel 1. Rangkuman data ukuran partikel mikroplastik dalam AMDK galon sekali pakai

Analisis lain yang dilakukan untuk meninjau mikroplastik dalam sampel secara kualitatif adalah menggunakan FT-IR (*Fourier Transform Infrared*). Analisis FT-IR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi dalam senyawa atau material. Gugus fungsi adalah suatu bagian dari senyawa yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan membedakannya dari senyawa lain. Spektrum FT-IR dari sampel air yang dibandingkan dengan standar plastik PET (*Poly Ethylene Terephthalate*) pada Gambar 2 menunjukkan adanya gugus fungsi C-H pada sekitar bilangan gelombang 2980-2780 cm-1 dan 1480-1440 cm-1, serta gugus fungsi C=O pada daerah sekitar 1790-1770 cm-1, sesuai dengan literatur dan menunjukkan keberadaan polimer plastik jenis PET di dalam sampel (Löder et al., 2015). Hal ini juga diperkuat dengan adanya perbandingan spektrum FT-IR sampel dengan standar plastik PET, yang memperlihatkan adanya kesamaan pola puncak pada area yang mewakili gugus karbon dalam polimer tersebut. Apabila sampel air mineral tidak mengandung mikroplastik, maka gugus C-H dan C=O seharusnya tidak terdeteksi. Adanya gugus-gugus tersebut menandakan keberadaan material berbasis karbon dalam sampel air, yaitu polimer mikroplastik. Berbeda dengan sampel Sampel A, spektrum sampel Sampel B tidak memperlihatkan puncak-puncak yang tajam. Intensitas puncak pada spektrum FT-IR ini sebanding dengan batas deteksi dan konsentrasi sampel yang dianalisis. Berdasarkan hasil analisis terhadap konsentrasi sampel yang akan dibahas pada bagian selanjutnya, ternyata diketahui bahwa konsentrasi mikroplastik dalam sampel Sampel B lebih sedikit daripada sampel Sampel A. Hal ini akan berpengaruh pada hasil pembacaan FT-IR, di mana intensitas puncak yang kecil menunjukkan bahwa memang kandungan sampel yang dianalisis hanya sedikit terbaca oleh instrumen.



Gambar 2. Spektrum FT-IR sampel air dan standar PET: (a) Sampel A, (b) Sampel B

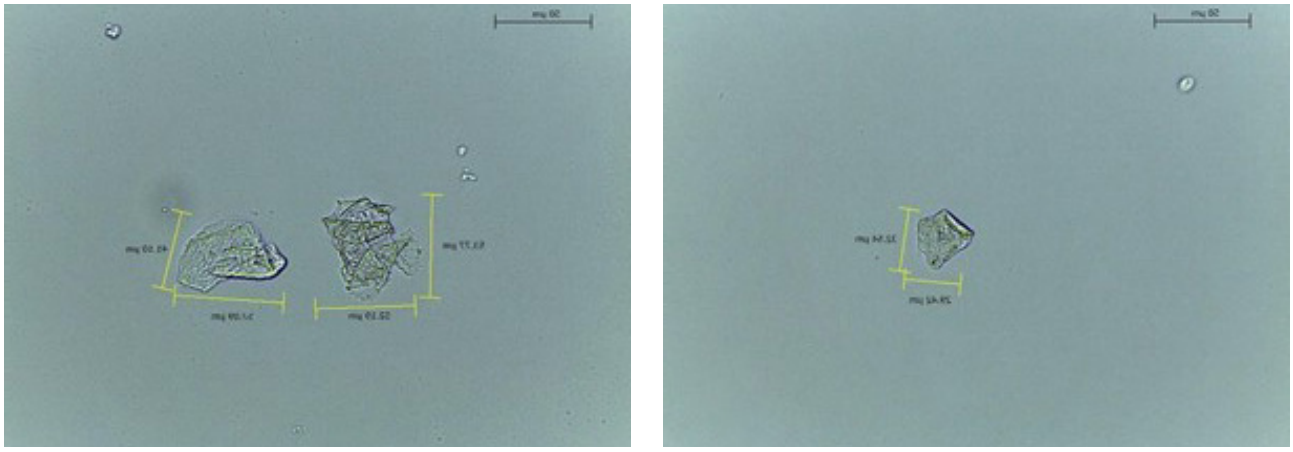
Karakterisasi FT-IR juga dilakukan terhadap kemasan botol galon air yang dibandingkan dengan standar PET. Karakterisasi FT-IR di sini menghasilkan daftar tiga senyawa terbanyak yang terkandung dalam sampel maupun standar, yang dapat dilihat pada Tabel 2. Melalui hasil karakterisasi ini, didapatkan konfirmasi bahwa jenis plastik penyusun kemasan air sama dengan

jenis mikroplastik yang ditemukan dalam sampel air, yaitu plastik jenis PET.

Standar PET	Kemasan Sampel A	Kemasan Sampel B
Coumalic acid	*Coumalic acid*	*Coumalic acid*
Ethyl propiolate	*Propionic acid*	*Propionic acid*
Methyl 2,5-dimethylfuran-3-carboxylate	*Dimethyl dicarbonate*	*Dimethyl dicarbonate*

Tabel 2. Rangkuman kandungan senyawa tertinggi dalam kemasan botol air dibandingkan dengan standar PET berdasarkan karakterisasi FT-IR

Berdasarkan penelitian sebelumnya juga diketahui bahwa air mineral dalam kemasan plastik memiliki kandungan mikroplastik terbesar bila dibandingkan dengan kemasan karton maupun gelas kaca, dan berangkat dari hal ini dapat dihipotesiskan bahwa mikroplastik dalam sampel air dapat berasal dari degradasi plastik pada kemasan (Schymanski et al., 2018). Meskipun begitu, secara lebih dalam hal ini akan ditinjau dengan cara membandingkan jumlah kandungan mikroplastik pada sampel air mineral dengan sampel air yang bersumber dari mata air langsung.



Gambar 3. Contoh hasil bioimaging partikel mikroplastik dalam sampel dari sumber mata air

Sebagai pembanding, dalam penelitian ini diambil sampel dari mata air permukaan di beberapa tempat, di antaranya Mata Air Sentul dan Mata Air Situ Gunung. Diketahui bahwa sampel air yang diambil dari sumber-sumber ini semuanya mengandung mikroplastik juga dengan ukuran berkisar antara 3,20 µm hingga 66,56 µm. Hasil pengamatan dengan mikroskop terhadap sampel sumber mata air dapat dilihat pada Gambar 3, dan distribusi ukuran partikel mikroplastiknya disajikan dalam Tabel 3.

NILAI	Mata Air Situ Gunung		Mata Air Sentul	
	Ukuran Partikel (µm)	Luas partikel (µm2)	Ukuran Partikel (µm)	Luas partikel (µm2)
Minimum	5,12	45,88	3,20	16,38
Maksimum	41,17	1422,84	66,56	2044,72
Rata-rata	21,06	516,22	19,17	445,82

Tabel 3. Rangkuman data ukuran partikel mikroplastik dalam sampel sumber mata air

Analisis Kandungan dan Jumlah Mikroplastik

Secara kuantitatif, kandungan mikroplastik dalam AMDK galon sekali pakai dianalisis menggunakan metode *counting chamber*, di mana perhitungan pada metode ini diadaptasi dari metode perhitungan sel dalam sampel biologis. Prinsip analisis dalam metode *counting chamber* didasarkan pada perhitungan jumlah partikel dalam ruang atau *chamber* dengan volume (1 × 1 × 0,1) mm yang diamati menggunakan mikroskop. Hasil pengamatan mikroskop terhadap ruang tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 berikut. Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan berulang untuk masing-masing sampel, diperoleh rata-rata terdapat 100 partikel mikroplastik dalam 1 mm^3 sampel air kemasan Sampel A dan 90 partikel mikroplastik dalam 1 mm^3 sampel air kemasan Sampel B. Pengamatan terhadap aquabidest (air distilasi) dan sampel dari sumber mata air juga dilakukan, dan diketahui bahwa keduanya mengandung partikel mikroplastik. Jumlah partikel mikroplastik dari kedua sampel air ini ditunjukkan dalam Tabel 4. Dari data ini, selanjutnya jumlah partikel mikroplastik per liter AMDK galon sekali pakai dapat diketahui menghasilkan nilai sebesar 95 juta partikel/liter untuk sampel Sampel A dan 85 juta partikel/liter untuk sampel Sampel B.

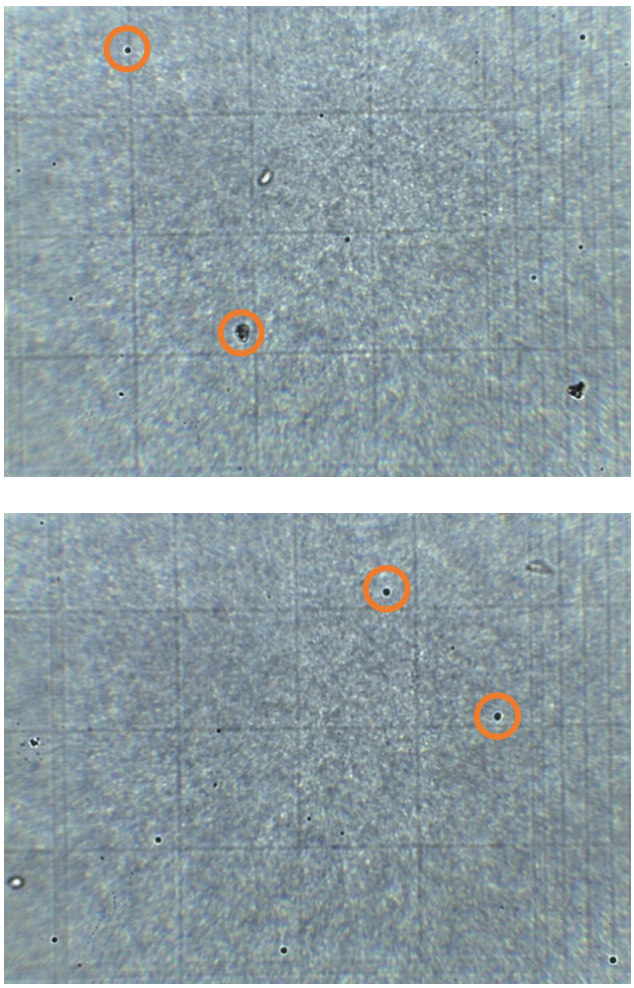
Jumlah partikel mikroplastik per liter AMDK galon sekali pakai dapat diketahui menghasilkan nilai sebesar 95 juta partikel/liter untuk sampel Sampel A dan 85 juta partikel/liter untuk sampel Sampel B.

	Jumlah partikel mikroplastik **(partikel/mm^3)**	Jumlah partikel mikroplastik per liter **(partikel/liter)**	Jumlah partikel mikroplastik dalam satu galon **(partikel/galon)**
Sampel A (galon 6 liter)	95	95 juta	570 juta
Sampel B (galon 15 liter)	85	85 juta	1.275 juta
Aquabidet (blanko)	5	5 juta	-
Sumber Mata Air	32,5	32,5 juta	-

Tabel 4. Rangkuman data hasil pengamatan mikroskop terhadap jumlah partikel mikroplastik dalam berbagai sampel

Analisis lanjutan untuk membandingkan kuantitas mikroplastik dalam AMDK dengan sumber mata air dilakukan dengan menggunakan metode yang sama. Dari hasil pengamatan berulang, diketahui bahwa sumber mata air permukaan mengandung rata-rata 32,5 partikel mikroplastik dalam 1 mm^3 sampel (Tabel 4), sehingga melalui perhitungan diketahui bahwa sumber mata air permukaan mengandung mikroplastik sejumlah 32.5 juta partikel/liter. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah mikroplastik yang terdapat dalam sumber mata air jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan mikroplastik dalam AMDK galon sekali pakai.

Pada penelitian ini, metode deteksi mikroplastik yang digunakan berbeda dari penelitian pada umumnya, di mana ukuran mikroplastik yang dapat teramati pada penelitian ini ukurannya mencapai kurang dari 50 µm dan tergolong sangat kecil. Penelitian pada umumnya mendeteksi hanya partikel mikroplastik dengan ukuran di atas 300 µm, sehingga mikroplastik yang terhitung jumlahnya berada dalam kisaran ratusan hingga ribuan partikel dalam satu liter air (Mintenig et al., 2019). Oleh karena itu, jumlah mikroplastik yang didapatkan dari metode pada penelitian ini jumlahnya sangat besar, karena semakin kecil ukuran mikroplastik yang diamati, maka jumlah partikel yang terhitung akan semakin banyak (Koelmans et al., 2019).



Gambar 4. Contoh bioimaging pada metode counting chamber. Partikel mikroplastik ditandai oleh lingkaran

Selain jumlah partikel, konsentrasi mikroplastik dalam sampel AMDK galon sekali pakai juga dapat diketahui melalui proses filtrasi dan penimbangan bobot residu. Kertas saring yang digunakan untuk menyaring partikel mikroplastik ditimbang bobotnya mula-mula sebelum filtrasi, lalu ditimbang kembali setelah dilakukan filtrasi dan pengeringan. Selisih dari bobot ini merupakan bobot mikroplastik yang tersaring saat filtrasi. Karena kertas saring yang digunakan memiliki ukuran pori sebesar 0,45 µm yang jauh lebih kecil daripada rata-rata ukuran mikroplastik, maka dapat dipastikan bahwa seluruh partikel mikroplastik dalam sampel air dapat tertampung pada kertas saring, dan selisih massa penimbangan merupakan representasi dari massa partikel mikroplastik yang ada.

Dari hasil eksperimen, diperoleh **massa mikroplastik dalam sampel Sampel A sebesar 5 mg dalam 1 liter air, atau konsentrasinya sebesar 5 ppm. Sementara itu, untuk sampel Sampel B diperoleh massanya sebesar 0,2 mg dalam 1 liter air, atau 0,2 ppm.**

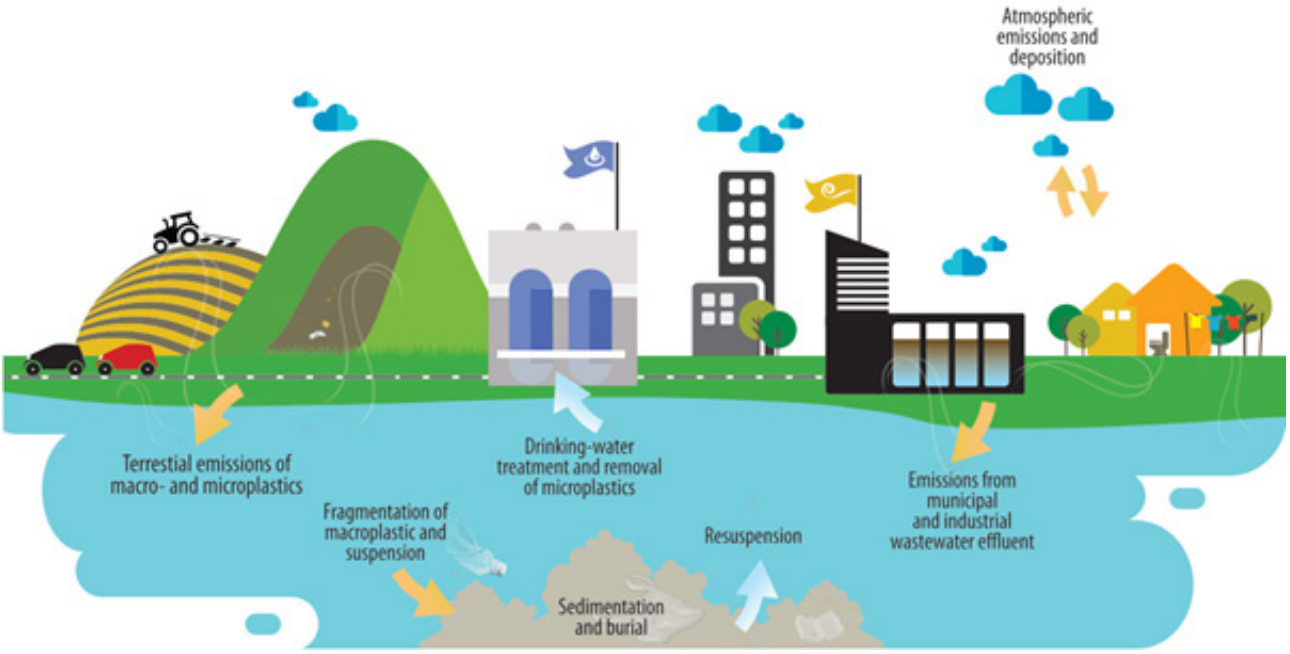
Secara keseluruhan, apabila jumlah partikel dan konsentrasi mikroplastik dalam AMDK galon sekali pakai dibandingkan dengan sampel dari sumber mata air, maka dapat diketahui bahwa sumber mata air mengandung partikel mikroplastik yang jumlahnya lebih sedikit.

Hal ini mendukung hipotesis bahwa mikroplastik yang terkandung dalam air mineral merupakan akumulasi dari terdegradasinya plastik kemasan. Berdasarkan literatur, kandungan mikroplastik yang terdapat dalam air mineral sekali pakai memang berasal dari adanya degradasi plastik kemasan. (Schymanski et al., 2018).

Sampel AMDK Sampel A dan Sampel B yang dianalisis dalam penelitian ini merupakan kemasan sekali pakai, sehingga dapat disimpulkan bahwa salah satu sumber utama kandungan mikroplastik dalam AMDK adalah dari kemasannya. Meskipun begitu, data perbandingan jumlah partikel mikroplastik dari sumber mata air dengan AMDK galon sekali pakai menunjukkan bahwa selain dari degradasi plastik kemasan, sumber air itu sendiri telah memiliki kandungan partikel mikroplastik.

Oleh karena itu, kedua hal ini—pemrosesan air dari sumber mata airnya serta tinjauan terhadap potensi degradasi plastik kemasan AMDK dalam waktu berkepanjangan—adalah sangat penting untuk menjadi perhatian mengingat adanya risiko akumulasi partikel mikroplastik dalam jangka waktu yang panjang (Wright & Kelly, 2017).

Mikroplastik yang terkandung pada sumber mata air ini diperkirakan dapat berasal dari hasil degradasi cemaran plastik di lingkungan. Mintenig et al., (2019) menemukan bahwa air tanah yang menjadi sumber air minum, tidak terlepas pula dari keberadaan mikroplastik. Cemaran mikroplastik di lingkungan dan badan air ini sangat erat kaitannya dengan semakin berkembangnya industri plastik (Mason et al., 2018). Secara lebih rinci, terdapat beberapa sumber mikroplastik dari lingkungan yang kemudian berakhir ditemukan dalam badan air. Partikulat plastik yang berasal dari cat pada jalan raya dan gedung-gedung, partikulat dari pemakaian ban kendaraan, serta serat mikroplastik dari tekstil dapat terdispersi di udara dan akhirnya terakumulasi dalam badan air (Lassen et al., 2015; Verschoor et al., 2016). Aktifitas pertanian juga dapat menjadi salah satu sumber mikroplastik melalui penggunaan peralatan plastik dalam proses yang berkaitan dengan pengairan (Horton et al., 2017). Di samping sumber-sumber ini, tentunya penyebab yang paling memberikan dampak besar berasal dari efluen limbah cairan yang mengandung polimer plastik dari industri seperti tekstil dan kosmetik. Ketika partikel makroplastik sudah memasuki badan air, maka adanya radiasi sinar UV (ultraviolet) dan temperatur yang tinggi akan menyebabkan reaksi kimia yang menyebabkan proses degradasi dan fragmentasi makroplastik menjadi partikel mikroplastik (Nair & Laurencin, 2006). Sumber-sumber mikroplastik di badan air secara singkat diilustrasikan pada Gambar 5 berikut.

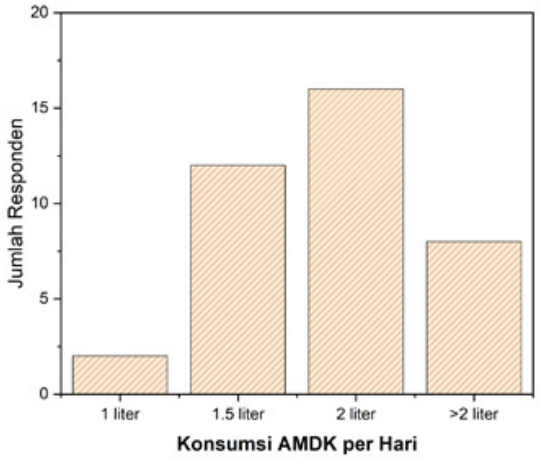


Gambar 5. Ilustrasi sumber-sumber cemaran mikroplastik pada badan air (World Health Organization, 2019)

Meskipun telah diketahui bahwa dalam sumber mata air sudah terdapat mikroplastik, namun kesamaan jenis polimer mikroplastik dengan polimer pada kemasan air mineral merupakan suatu bahan tinjauan yang harus dianalisis lebih lanjut untuk menentukan sumber sesungguhnya dari mikroplastik dalam AMDK tersebut. Oleh karenanya, analisis kuantitatif untuk membandingkan jumlah mikroplastik pada sampel AMDK galon sekali pakai dan pada sampel mata air juga dilakukan pada penelitian ini dan dibahas pada bagian selanjutnya. Lebih jauh lagi, dengan adanya informasi bahwa mikroplastik juga terdapat dalam sumber air dari alam, maka pemrosesan air mineral kemasan dari sumber airnya penting untuk diperhatikan secara lebih teliti terutama dalam mengeliminasi partikel-partikel mikroplastik secara lebih efektif (World Health Organization, 2019).

Analisis Paparan Mikroplastik pada Masyarakat

Untuk mengetahui rata-rata paparan mikroplastik masyarakat dalam sehari, dilakukan survei dengan jangkauan daerah Jabodetabek. Total jumlah responden pada survei adalah sebanyak 38 partisipan, yaitu sebagai sampel dari populasi masyarakat yang mengkonsumsi AMDK galon sekali pakai untuk sumber konsumsi air hariannya. Jumlah konsumsi masyarakat terhadap air minum berkisar antara 1 liter hingga lebih dari 2 liter per harinya untuk tiap individu, yang dapat diamati pada Gambar 6. Dari data ini diperoleh parameter statistik modus atau nilai yang paling sering muncul adalah 2 liter. Sementara itu, rata-rata konsumsi per hari dapat dihitung dengan mengasumsikan bahwa konsumsi di atas 2 liter sama dengan 2.5 liter. Diperoleh rata-rata konsumsi masyarakat terhadap AMDK galon sekali pakai adalah 1,89 liter per hari. Oleh karena itu,



Gambar 6. Distribusi jumlah konsumsi AMDK galon sekali pakai masyarakat per hari

berdasarkan data konsentrasi mikroplastik per liter AMDK galon sekali pakai dan data konsumsi masyarakat per hari, dapat dihitung paparan harian mikroplastik dari sampel Sampel A sebesar 9,450 mg/hari dan dari sampel Sampel B sebesar 0,378 mg/hari.

[1]*TWA dapat didefinisikan sebagai waktu paparan zat kimia terhadap manusia yang diasumsikan sebesar rata-rata 8 jam per hari untuk pekerja yang kontak dengan bahan kimia sehari-hari*

Menurut WHO, batas paparan monomer stirena terhadap tubuh manusia berdasar Time-Weighted Average (TWA) adalah 20 ppm (Hwang et al., 2020)[1]. Dari sini dapat ditinjau bahwa konsentrasi mikroplastik dalam AMDK galon sekali pakai tidak melebihi batas aman paparan. Meskipun begitu, terkonsumsinya mikroplastik oleh tubuh manusia, terutama mikroplastik dengan ukuran yang kecil, dapat menyebabkan dampak kesehatan bila terjadi dalam jangka waktu yang panjang (Oßmann et al., 2018; World Health Organization, 2019).

Adanya kandungan mikroplastik pada air minum dalam kemasan dengan galon sekali pakai ini menunjukkan bahwa produk baru galon sekali pakai ini masih tidak terlepas dari kontaminasi mikroplastik. Hal ini sangat penting untuk menjadi perhatian karena paparan mikroplastik akan berpengaruh pada kesehatan tubuh manusia. Dampak jangka panjang terhadap paparan mikroplastik ini di antaranya adalah inflamasi, genotoksisitas, tekanan oksidatif, dan nekrosis. Apabila kondisi ini dilangsungkan terus menerus, maka kerusakan jaringan, fibrosis, dan karsinogenesis juga dapat terjadi (Wright & Kelly, 2017). Oleh karena itu, keberadaan mikroplastik dalam air minum khususnya air minum dalam kemasan (AMDK) yang banyak dikonsumsi masyarakat merupakan isu yang sangat penting untuk mendapatkan perhatian serius dari berbagai pihak, terutama produsen AMDK itu sendiri.

Kesimpulan

Hasil analisis kualitatif menunjukkan bahwa sampel air minum dalam kemasan (AMDK) galon sekali pakai mengandung mikroplastik, baik untuk kemasan Sampel A maupun Sampel B. Konsentrasi mikroplastiknya untuk sampel Sampel A diketahui sebesar 5 ppm (5 mg/liter) dan untuk sampel Sampel B sebesar 0,2 ppm (0,2 mg/liter). Berdasarkan survei yang dilakukan, diperoleh data bahwa konsumsi masyarakat di daerah Jabodetabek terhadap AMDK galon sekali pakai adalah sebesar 1,89 liter per harinya, sehingga dapat dihitung bahwa paparan mikroplastik terhadap individu adalah 9,450 mg/hari dari sampel Sampel A, sedangkan dari sampel Sampel B sebesar 0,378 mg/hari.

Analisis karakterisasi terhadap mikroplastik yang terkandung dalam sampel menunjukkan bahwa mayoritas bentuk partikel mikroplastik adalah fragmen, dengan ukuran yang berkisar antara 2,44 hingga 63,65 µm. Dari hasil FT-IR, dapat dikonfirmasi bahwa sampel AMDK galon sekali pakai mengandung mikroplastik dengan jenis polimer PET, yang dibuktikan oleh adanya kesamaan gugus fungsi karbon C-H dan C=O. Sementara itu, dari karakterisasi FT-IR diketahui juga bahwa jenis polimer pada kemasan galon air mineral adalah sama dengan jenis polimer pada mikroplastik dalam air, yaitu PET. Di samping itu, sampel air dari sumber alam juga diuji sebagai pembanding, dan diketahui mengandung mikroplastik juga dengan ukuran yang kisarannya antara 3,20 hingga 66,56 µm. Analisis terhadap jumlah partikel mikroplastik menunjukkan bahwa partikel mikroplastik dalam AMDK galon sekali pakai jumlahnya lebih besar dibandingkan dengan jumlah partikel mikroplastik dalam sampel sumber mata air. Berdasarkan data jenis polimer dari FT-IR dan analisis jumlah partikel mikroplastik serta perbandingannya dengan sumber mata air, dapat disimpulkan bahwa adanya mikroplastik dalam AMDK galon sekali pakai dapat bersumber dari degradasi plastik kemasan air mineral itu sendiri.

Hasil studi ini menambah daftar panjang bukti penggunaan kemasan plastik telah memberikan ancaman terhadap pencemaran lingkungan dan keamanan pangan manusia. Korporasi dan pemerintah sebagai *leading sector* perlu secara serius meninjau peraturan *Extended Producer Responsibility* (EPR) dengan memperhitungkan seluruh beban lingkungan dari produksi plastik kemasan. Hal ini mencakup potensi pelepasan pelet/biji plastik pada proses produksi, emisi karbon dari proses ekstraksi dan transportasi bahan baku, pelepasan bahan kimia pada kemasan plastik, hingga dampak pencemaran makroplastik dan mikroplastik.

Referensi

Badan Pusat Statistik, B. (2017). *Persentase Rumah Tangga Menurut Provinsi dan Sumber Air Minum 2000-2016*.

Brennecke, D., Ferreira, E. C., Costa, T. M. M., Appel, D., da Gama, B. A. P., & Lenz, M. (2015). *Ingest ed microplastics (>100μm) are translocated to organs of the tropical fiddler crab Uca rapax*. Marine Pollution Bulletin, 96(1–2), 491–495. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.05.001

Danopoulos, E., Twiddy, M., & Rotchell, J. M. (2020). *Microplastic contamination of drinking water: A systematic review*. PLoS ONE, 15(7 July), 1–23. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236838

Dutta, A. (2017). Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *In Spectroscopic Methods for Nanomaterials Characterization* (Vol. 2). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-46140-5.00004-2

Gambino, I., Bagordo, F., Coluccia, B., Grassi, T., de Filippis, G., Piscitelli, P., Galante, B., & de Leo, F. (2020). *Pet-bottled water consumption in view of a circular economy: The case study of Salento (South Italy)*. Sustainability (Switzerland), 12(19), 1–13. https://doi.org/10.3390/su12197988

Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E., & Svendsen, C. (2017). *Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities*. Science of the Total Environment, 586, 127–141. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190

Hwang, J., Choi, D., Han, S., Jung, S. Y., Choi, J., & Hong, J. (2020). *Potential toxicity of polystyrene microplastic particles*. Scientific Reports, 10(1), 1–12. https://doi.org/10.1038/s41598-020-64464-9

Koelmans, A. A., Mohamed Nor, N. H., Hermsen, E., Kooi, M., Mintenig, S. M., & de France, J. (2019). *Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality*. Water Research, 155, 410–422. https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.054

Lassen, C., Hansen, S. F., Magnusson, K., Hartmann, N. B., Rehne Jensen, P., Nielsen, T. G., & Brinch, A. (2015). *Microplastics Occurrence , effects and sources of releases*. In Danish Environmental Protection Agency.

Löder, M. G. J., Kuczera, M., Mintenig, S., Lorenz, C., & Gerdts, G. (2015). *Focal plane array detector-based micro-Fourier-transform infrared imaging for the analysis of microplastics in environmental samples*. Environmental Chemistry, 12(5), 563–581. https://doi.org/10.1071/EN14205

Loussouarn, G., Lozano, I., Panhard, S., Collaudin, C., el Rawadi, C., & Genain, G. (2016). *Diversity in human hair growth, diameter, colour and shape*. An in vivo study on young adults from 24 different ethnic groups observed in the five continents. European Journal of Dermatology, 26(2), 144–154. https://doi.org/10.1684/ejd.2015.2726

Mason, S. A., Welch, V. G., & Neratko, J. (2018). *Synthetic Polymer Contamination in Bottled Water*. Frontiers in Chemistry, 6(September). https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00407

Mintenig, S. M., Löder, M. G. J., Primpke, S., & Gerdts, G. (2019). *Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources*. Science of the Total Environment, 648, 631–635. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.178

Nair, L. S., & Laurencin, C. T. (2006). *Polymers as biomaterials for tissue engineering and controlled drug delivery*. Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology, 102(October 2005), 47–90. https://doi.org/10.1007/b137240

Nel, A., Xia, T., Madler, L., & Li, N. (2006). *Toxic Potential of Materials at the Nanolevel*. Science, 311(5761), 622–627. https://doi.org/10.1126/science.1114397

Oßmann, B. E., Sarau, G., Holtmannspötter, H., Pischetsrieder, M., Christiansen, S. H., & Dicke, W. (2018). *Small-sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water. Water Research*, 141, 307–316. https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.027

Raamsdonk, L. W. D. van, Zande, M. van der, Koelmans, A. A., Ron L. A. P. Hoogenboom, R. J. B. P., Groot, M. J., Peijnenburg, A. A. C. M., & Weesepoel, Y. J. A. (2020). *Current Insights into Monitoring, Bioaccumulation and Potential Health Effects of Microplastics Present in the Food Chain*. Foods, 9(72).

Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. v., Lam, R., Miller, J. T., Teh, F. C., Werorilangi, S., & Teh, S. J. (2015). *Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. Scientific Reports*, 5(September), 1–10. https://doi.org/10.1038/srep14340

Schymanski, D., Goldbeck, C., Humpf, H. U., & Fürst, P. (2018). *Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water. Water Research*, 129, 154–162. https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.11.011

Showkat, N., & Parveen, H. (2017). *Non-Probability and Probability Sampling*. E-PG Pathshala.

Taherdoost, H. (2016). Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)*, 5(2), 18–27.

Verschoor, A., de Poorter, L., Dröge, R., Kuenen, J., & de Valk, E. (2016). *Emission of microplastics and potential mitigation measures*. REPORT - RIVM Report 2016-0026, 76. https://www.rivm.nl/dsresource?objectid=dad60794-a4a2-44f9-8416-624cfbc4861e&type=org&disposition=inline

World Health Organization, W. (2019). *Microplastics in drinking-water*.

Wright, S. L., & Kelly, F. J. (2017). Plastic and Human Health: A Micro Issue? *Environmental Science and Technology, 51*(12), 6634–6647. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423

Yang, D., Shi, H., Li, L., Li, J., Jabeen, K., & Kolandhasamy, P. (2015). Microplastic Pollution in Table Salts from China. *Environmental Science and Technology, 49*(22), 13622–13627. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b03163

Zhang, M., Gu, L., Zheng, P., Chen, Z., Dou, X., Qin, Q., & Cai, X. (2020). Improvement of cell counting method for Neubauer counting chamber. *Journal of Clinical Laboratory Analysis, 34*(1), 1–6. https://doi.org/10.1002/jcla.23024

Glosarium

Aquabidest

Air yang telah melalui proses distilasi bertingkat dan dianggap memiliki kemurnian tinggi atau bebas dari mineral-mineral dan senyawa selain H_2O

Atom

Bagian terkecil penyusun material

Bioimaging

Metode yang digunakan untuk mengamati partikulat (biologis dan dapat juga non-biologis) yang ukurannya sangat kecil, umumnya dalam skala mikro

Blanko

Bagian dari larutan yang dianggap tidak mengandung analit atau senyawa yang ingin dianalisis, umumnya berupa pelarut yang tidak terlibat dalam reaksi

Genotoksisitas

Rusaknya materi genetik dalam sel oleh paparan bahan kimia sehingga dapat menyebabkan mutasi sel

Homogen

Kondisi di mana partikel zat terlarut terdistribusi merata dalam seluruh bagian zat pelarut/larutan

Inflamasi

Peradangan pada organ atau bagian tubuh yang terjadi sebagai bentuk perlindungan tubuh terhadap infeksi

Infra Merah

Jenis cahaya tidak tampak yang biasa digunakan dalam analisis spektroskopi, yang memiliki panjang gelombang pada kisaran 780 nm hingga 1 mm

Karakterisasi

Metode analisis saintifik yang digunakan untuk mengetahui, mengidentifikasi, dan menjelaskan fenomena yang terjadi dalam suatu eksperimen, yang dilakukan terhadap sampel menggunakan instrumentasi tertentu

Karsinogenesis

Proses terbentuknya kanker melalui transformasi sel yang sebelumnya normal kemudian mulai menjadi sel kanker karena adanya pemicu tertentu

Mikrometer (µm)

Satuan panjang yang apabila dikonversi besarnya satu per sejuta meter (10-6 m)

Nekrosis

Terjadinya cedera atau kematian dini sel-sel hidup yang disebabkan oleh faktor eksternal

Oxydative Stress / Tekanan Oksidatif

Adanya ketidakseimbangan antara kandungan spesi oksigen reaktif yang berbahaya dengan kemampuan sistem biologis untuk mendetoksifikasi spesi reaktif tersebut

PET

Poly Ethylene Terephthalate, yaitu salah satu jenis polimer (senyawa berbentuk seperti jalinan rantai yang massa molekularnya besar) penyusun plastik

Populasi

Keseluruhan individu atau objek yang akan diamati dalam suatu penelitian

ppm

part per million atau bagian per juta, dapat juga dituliskan dalam satuan mg/liter

Sampling

Kelompok tertentu dari suatu populasi yang diambil sebagai contoh untuk dapat merepresentasikan parameter-parameter yang akan diamati terhadap populasi

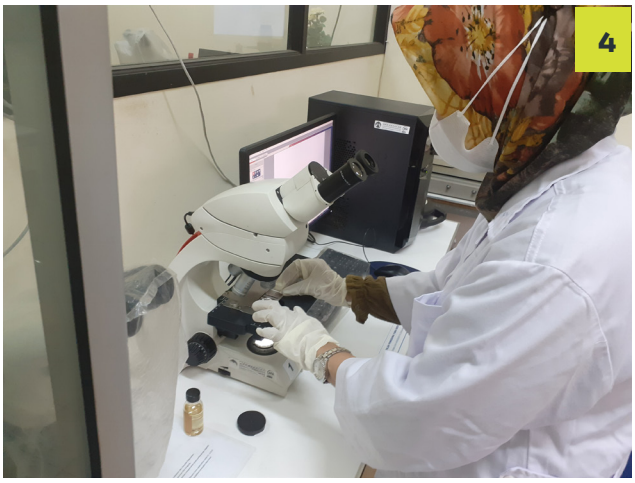
Senyawa

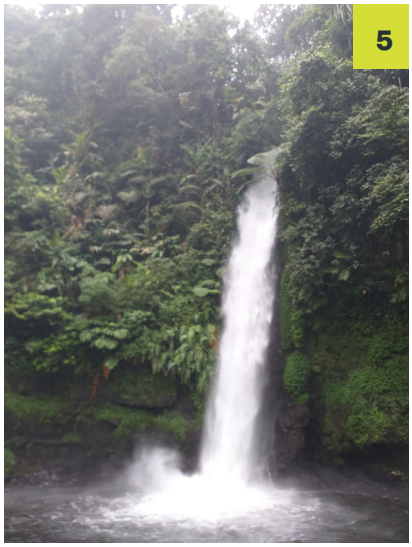
Bagian dari material yang tersusun atas dua atau lebih atom

Transmitansi

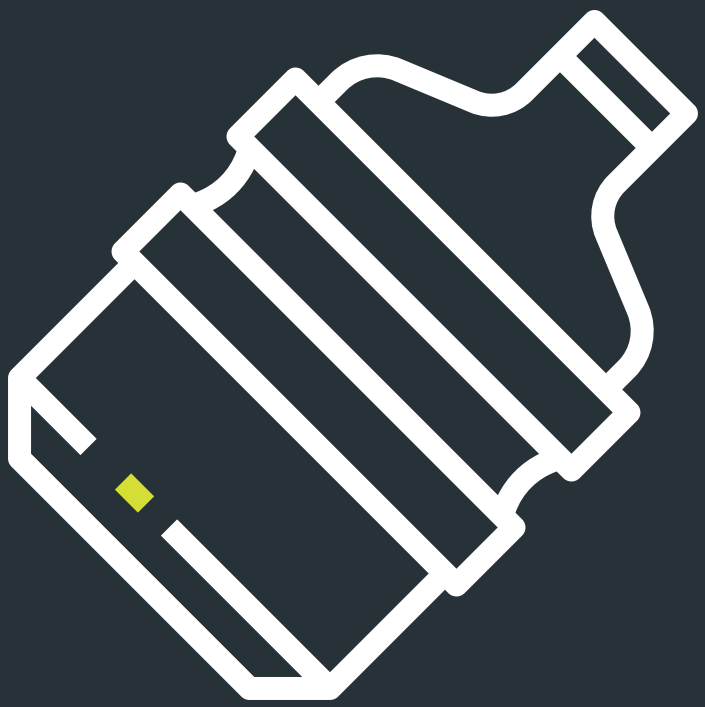
Dalam analisis spektroskopi, analisis dilakukan dengan menyinari sampel dengan suatu jenis cahaya datang. Transtansi adalah perbandingan (umumnya dalam persentase) antara cahaya yang ditransmisikan oleh sampel dengan cahaya datang di awal

Lampiran





Keterangan gambar:
[1] Pengumpulan sampel melalui pembelian sampel Sampel A dan Sampel B
[2] Preparasi sampel untuk pengujian kandungan kualitatif mikroplastik dalam sampel uji menggunakan mikroskop dan FTIR dilakukan di laboratorium Kimia Anorganik Departemen Kimia FMIPA UI.
[3] Pengujian kualitatif kandungan mikroplastik dalam dua sampel uji Sampel A dan Sampel B.
[4] Pengujian mikroskop untuk sampel sumber mata air
[5] Pengambilan sampel dari sumber mata air Situ Gunung
[6] Pengambilan sampel dari sumber mata air Sentul



GREENPEACE

(c) 2021