

BAB 5 PEMBAHASAN

5.1. Observasi lapangan

5.1.1. Lokasi produksi

Lokasi produksi merupakan salah satu titik kritis yang mempengaruhi kualitas produk air. Proses produksi harus bersih dari tempat sampah/kotoran, tempat barang bekas, karena bisa menjadi tempat berkembang biak pengerat/serangga kecil (Kemenkes, 2014). Pada saat observasi lapangan, terdapat beberapa serangga kecil/pengerat berkeliaran disekitar lokasi. Serangga kecil juga berkeliaran di dekat tempat pengisian air. Kehadiran serangga kecil dapat membuat lokasi sekitar tempat produksi kotor dan dapat merusak peralatan.

Pencahayaan sekitar lokasi juga menjadi salah satu kemungkinan terjadinya kontaminasi fisik. Tujuan pencahayaan sekitar lokasi produksi yaitu, untuk mengetahui apakah ada kontaminasi fisik pada saat terjadinya proses produksi air (Kemenkes, 2014). Pada sampel TENG 1, lebih mengandalkan sinar matahari dan apabila mulai menuju gelap, pemilik depot akan menutup tempat produksi. Pencahayaan terbatas dapat menghambat kerja/mengkontaminasi produk dikarenakan tidak mendapatkan pencahayaan yang cukup.

Sebelum air diisi, galon biasanya dibersihkan terlebih dahulu. Untuk bagian luar dibersihkan menggunakan sabun dan serabut. Untuk bagian dalam, air akan disemprotkan dan kemudian masuk ke mesin putar serabut, untuk mencapai bagian dalam galon. Pada Peraturan Kemenkes No. 43 tahun 2014, didapatkan bahwa pencucian galon hanya perlu menyemprotkan air produk selama 15 detik, untuk mengecek kondisi fisik galon. Selain itu, diatur juga bahwa penggunaan mesin putar serabut, hanya digunakan selama 30 detik.

Selain itu, hasil uji lab dari sumber air juga penting. Menurut Kemenkes no 43 tahun 2014, bahwa seharusnya dilakukan pengujian kualitas air oleh tempat pengambilan sumber air 3 bulan sekali. Hasil pengecekan kualitas air dari laboratorium tersebut digunakan depot untuk membuktikan keamanan dan mutu air yang digunakan dalam produksi. Pada praktek di lapangan, Pengecekan air dari depot dilakukan 1 tahun 1 kali oleh pihak ketiga. Pada depot TENG 3 tidak mendapatkan hasil uji dari tempat pengambilan sumber air. Tujuan dari adanya hasil uji dari sumber air adalah untuk mengetahui apakah ada perubahan kualitas sumber air dan depot harus melakukan penyesuaian pada sistem pengolahan air mereka.

5.1.2. Alur produksi

Proses produksi dimulai dengan adanya penampungan air dari tangki pengirim air. Kemudian air akan melewati filter dan desinfeksi. Air kemudian akan dikemas dengan galon dan ditutup. Alur tersebut digunakan pada ketiga depot pengambilan sampel.

Air baku harus disimpan dalam tangki penampung (*resevoir*) yang berbahan *food grade*. Tangki penampung harus hanya dikhususkan untuk air minum, mudah dibersihkan, serta proses pengisian dan pengeluaran menggunakan kran (Kemenkes, 2014). Filter yang digunakan harus berjenjang dari ukuran besar ke kecil. Filter yang digunakan harus sesuai dengan umur filter (*life time*) (Kemenkes, 2014). *Life time* dari filter belum ada yang menyebutkan secara spesifik. Disarankan bahwa filter terluar dan kedua terluar harus sering diganti, minimal 6 bulan sekali. Kontaminasi terbesar akan disaring oleh filter terluar dan kedua terluar, sehingga efektivitas dari filter akan menurun seiring berjalannya waktu.

Desinfeksi sudah dilakukan ketiga depot, secara umum desinfeksi dilakukan dalam proses produksi di ketiga depot. Desinfeksi digunakan untuk membunuh patogen, proses dimulai dengan menggunakan ozon (O₃) dengan konsentrasi

minimal 0,1 ppm. Kemudian dilanjutkan dengan penyinaran UV dengan panjang gelombang 254 nm atau 2537^oA dengan intensitas minimum 10.000 mw detik/cm² (Kemenkes, 2014). Setiap botol galon harus diisi langsung dan diberi tutup baru dan bersih. Permenkes No 43 tahun 2014 menyebutkan bahwa metode segel (*wrapping*) bukan metode yang disarankan dan dilakukan pengelapan/pembersihan wadah di luar menggunakan kain/lap bersih.

Galon sebelum diisi air, diwajibkan untuk dibersihkan dahulu. Berdasarkan Kemenkes tahun 2014, bahwa wadah juga harus disanitasi dengan menggunakan ozon atau air yang mengandung ozon. Apabila tidak dapat mencuci dengan air ozon, dapat juga menggunakan deterjen yang *food grade* dan air bersih bersuhu 60-85^oC. Pada kenyataannya, depot TENG 2 membersihkan galon menggunakan salah satu *brand* deterjen yang tidak *food grade*. Kemudian air yang digunakan juga tidak sesuai dengan peraturan, air yang digunakan lebih ke air bersuhu ruang. Depot TENG 3 melakukan pencucian galon menggunakan deterjen yang *food grade*, namun air sisa buangan cucian dibuang di dekat tempat produksi.

5.1.3. Penerapan *good practices* dalam produksi air isi ulang oleh tiga depot di kecamatan Semarang Tengah

Dapat dilihat pada Tabel 6., bahwa filter yang digunakan pada ketiga depot yaitu *sand filter* dan *micro filter*. Depot TENG 1 dan TENG 2 mengganti filter 6 bulan sekali, sedangkan depot TENG 3 mengganti filter 1 tahun sekali. Peraturan standar produksi AMDK isi ulang diatur dalam Permenkes No 43 tahun 2014, bahwa filter yang digunakan tidak melebihi kadaluarsa pemakaian (*life time*). Filter diharuskan lebih dari satu jenjang, semua depot sudah mengimplementasikan penggunaan 2 jenjang filter.

Air yang sudah melewati proses filtrasi, akan didesinfeksi menggunakan sinar UV. Pada peraturan Permenkes No 43 tahun 2014, diatur bahwa peralatan sterilisasi

berupa UV dan/ ozonisasi, ketiga depot menggunakan alat sterilisasi yaitu sinar UV. Semua depot menerima penukaran galon, sebelum diisi galon dicuci dan disikat dengan serabut untuk bagian dalam galon. Ketiga galon juga menyediakan alat pembersih berupa mesin putar serabut.

Pada depot TENG 2 dan TENG 3, disimpan di dekat tempat produksi, dan tidak terkena sinar matahari secara langsung. Depot TENG 1, menyimpan beberapa produk yang disiapkan di dekat tempat produksi yang terkena sinar matahari secara langsung. Hal ini akan mungkin air terkontaminasi dari degradasi plastik galon. Air yang sudah diisi dalam galon tidak boleh disimpan lebih dari 1x24 jam. Depot TENG 3 melakukan penyimpanan galon yang sudah diisi untuk hari selanjutnya.

Depot TENG 1 memperhatikan umur galon dengan menukarkan galon yang sudah jelek, dengan menukarkan galon dengan *brand* yang sama, sedangkan depot TENG 2 dan TENG 3 tidak memperhatikan umur galon. Disarankan depot untuk memperhatikan umur galon, untuk yang sudah berumur >5 tahun disarankan untuk mengganti galon tersebut. Pada saat pembersihan, depot melakukan sistem *back wash* dan mencuci/mengganti filter. Depot melakukan sistem *back wash* paling tidak saat air baku datang. Pada saat wawancara, terdapat hewan berkeliaran di sekitar tempat produksi.

5.2. Konsentrasi dan karakter mikroplastik dalam sampel AMDK isi ulang

5.2.1. Rata-rata konsentrasi mikroplastik

Dapat dilihat pada Tabel 8., hasil konsentrasi mikroplastik yang ditemukan. Penelitian Pivokonsky *et al.* (2018) menyebutkan bahwa konsentrasi kontaminasi berhubungan dari sumber air, salah satunya aktivitas manusia. Penelitian tersebut menggunakan sampel metode filter sedimentasi, *carbon filtration* dan *sand filtration*. Didapatkan nilai konsentrasi sebesar 628 ± 28 partikel/L. Penelitian

Mason *et al.* (2018) pada air ledeng yang digunakan sebagai sumber air, menghasilkan konsentrasi yang lebih tinggi sebesar 325 partikel/L. Konsentrasi mikroplastik dalam air dari depot kecamatan Semarang Tengah apabila dibandingkan dengan kedua penelitian diatas, akan lebih rendah. Namun, konsentrasi juga dapat dipengaruhi oleh cara proses air dan *treatment* pada air sebelum diproduksi. Sumber air yang digunakan pada proses produksi juga dapat mempengaruhi konsentrasi mikroplastik.

Pada penelitian Shurti *et al.* (2022), konsentrasi yang didapat sebesar $74,18 \pm 48,76$ partikel/L. Sampel yang diambil merupakan air minum isi ulang di Mexico. Nilai konsentrasi yang ditemukan dalam penelitian ini lebih tinggi daripada hasil penelitian Shurti *et al.* (2022). Kemungkinan hal ini disebabkan penggunaan filter dan pengolahan sumber air di Mexico yang berbeda. Kontaminasi mikroplastik dapat disebabkan oleh penggunaan pipa yang tidak dibersihkan, dan *treatment* yang kurang baik.

Sampel air minum yang diambil dari kecamatan Semarang Tengah menggunakan kemasan isi ulang. Kemasan AMDK yang digunakan berulang akan mengalami banyak gesekan sehingga akan membuat kemasan akan terkikis dan masuk ke air minum. Hal ini didukung oleh penelitian Schymanski *et al.* (2018) dan Oßmann *et al.* (2018) yang melaporkan nilai konsentrasi mikroplastik tertinggi pada kemasan yang digunakan berulang. Pada penelitian Oßmann *et al.* (2018), membandingkan kemasan yang digunakan berulang dengan kemasan yang baru. Air dalam kemasan yang baru memiliki tingkat kontaminasi lebih rendah yaitu 2689 partikel/L, sedangkan kemasan berulang tingkat kontaminasinya sebesar 8339 partikel/L.

5.2.2. Distribusi bentuk mikroplastik

Persebaran bentuk mikroplastik dalam penelitian ini sesuai dengan urutan sebagai berikut: fragmen, film, fiber, dan pellet. GESAMP (2019), menyebutkan bahwa

plastik merupakan gabungan dari banyak polimer. Pada penelitian Mason *et al.* (2018), didapatkan persebaran bentuk sebagai berikut: fragmen (65%), film (14%), fiber (13%), foam (5%), dan pellet (3%). Shurti *et al.* (2022) juga menemukan partikel seperti fragmen, fiber, dan film dalam air minum isi ulang. Partikel fragmen muncul dikarenakan adanya pecahan dari berbagai plastik seperti *packaging*, atau dari penggunaan cairan pembersih (Zhang *et al.*, 2015; Di dan Wang, 2018). Timbulnya partikel plastik tersebut kemungkinan disebabkan abrasi dan rapuhnya plastik dari pipa yang digunakan untuk penyaluran air. Pipa yang sudah rapuh dapat melepaskan partikel mikroplastik.

Kategorisasi partikel mikroplastik juga mempengaruhi hasil temuan fragmen pada sampel, karena beberapa bentuk partikel seperti serat, bulat, busa tidak dikategorikan fragmen. Fiber memiliki ciri-ciri panjang, tipis, dan ramping (Shurti *et al.*, 2020). Fiber dapat muncul dari lepasnya fiber dari pakaian akibat pencucian yang tidak benar dan masuk pada saat proses produksi air minum (Burns *et al.*, 2018). Fiber juga digunakan sebagai bahan untuk sikat pembersih dan benang pembersih galon pada proses pembersihan galon. Pellet berbentuk bulat butir dan merupakan salah satu partikel yang jarang ditemui pada air minum (Kousth *et al.*, 2018). Kategorisasi dari pellet juga mempengaruhi dari hasil yang didapatkan. Kategori pellet memiliki tafsiran yang berbeda-beda dan perlu didefinisikan dengan baik (Koelmans *et al.*, 2019). Pellet juga muncul dalam pembuatan tutup botol. Partikel film merupakan lembaran tipis, yang terbentuk dari proses fragmentasi kemasan plastik (Koelmans *et al.*, 2019).

5.2.3. Distribusi ukuran mikroplastik

Berdasarkan Tabel 10, ukuran mikroplastik dibagi menjadi 7 ukuran. Dari ketiga sampel didapatkan persebaran pada sampel TENG 1 dan TENG 3 terbanyak pada ukuran >20-50 μm . Sedangkan sampel TENG 2 memiliki persebaran terbanyak pada ukuran >10-20 μm . Oßmann *et al.* (2018) menyebutkan ukuran mikroplastik

yang ditemukan paling banyak pada $\leq 1,5-5 \mu\text{m}$ dengan persentase 83,9%. Sedangkan Schymanski *et al.*, (2018) menyimpulkan bahwa mikroplastik dengan ukuran $< 10 \mu\text{m}$ paling banyak ditemukan pada sampel AMDK. Hal ini tidak sesuai dengan hasil temuan penelitian ini yang banyak menemukan ukuran $> 20-50 \mu\text{m}$. Schymanski *et al.* (2018) tidak menetapkan partikel dengan ukuran $< 5 \mu\text{m}$ sebagai mikroplastik. Ukuran tersebut masih dianggap terlalu kecil untuk dideteksi, menggunakan alat *Micro-Fourier Transform Infra Red* ($\mu\text{-FTIR}$), yang hanya mampu mendeteksi sampai ukuran $10 \mu\text{m}$.

Pada semua sampel, ukuran partikel $> 100 \mu\text{m}$ tidak mencapai 5% (Tabel 5). Temuan ini sejalan dengan penelitian Schymanski *et al.* (2018) yang hanya menemukan sekitar 8%. Partikel dengan ukuran besar seharusnya sudah tersaring dari air minum pada proses mikrofiltrasi, sehingga sedikit mikroplastik berukuran besar ditemukan dalam air minum (Pivokonsky *et al.*, 2018). Keberadaan partikel berukuran besar dalam penelitian ini, kemungkinan karena proses *microfiltration* tidak berjalan sempurna.

5.2.4. Identifikasi mikroplastik menggunakan $\mu\text{-FTIR spectrometer}$

Deteksi mikroplastik menggunakan $\mu\text{-FTIR}$ memiliki keterbatasan dalam mengidentifikasi polimer. Berdasarkan penelitian oleh Li *et al.*, 2018; Liu *et al.*, 2019; Yang *et al.*, 2021 ukuran yang terdeteksi menggunakan $\mu\text{-FTIR}$ adalah $> 50 \mu\text{m}$.

Penelitian ini hanya dapat mengidentifikasi sebesar $< 5\%$ hasil temuan. Penelitian Shurti *et al.* (2022), dapat mengidentifikasi polimer sebanyak 50% dari keseluruhan sampel. Penelitian Kanikage dan Babel (2020), dapat mengidentifikasi polimer sebesar 45,8% dari keseluruhan sampel. Sedangkan Mason *et al.* (2018), hanya dapat mengidentifikasi sebesar 40% keseluruhan sampel. Hasil identifikasi sampel penelitian ini jauh lebih sedikit apabila dibandingkan dengan identifikasi ketiga penelitian di atas.

5.3. Kondisi depot isi ulang air minum dan kontaminasi mikroplastik

Perbedaan tingkat kontaminasi AMDK isi ulang mencerminkan keragaman kondisi depot isi ulang air minum. Dalam konteks ini mencakup aktivitas manusia yang berlangsung di masing-masing depot isi ulang air minum. Hasil penilaian dari kelayakan produksi ketiga depot dapat dilihat pada Lampiran 4. Dari ketiga depot hanya depot TENG 3 yang dianggap layak produksi, dengan nilai yang didapat melebihi 70. Batas nilai 70 didapatkan dari standar Kemenkes itu sendiri. Depot TENG 1 dan TENG 3 mendapatkan nilai tidak diatas 70, dengan kekurangan masing-masing depot. Dari praktik ketiga depot tidak menerapkan adanya penataan ruangan dan perilaku *hygiene*, sanitasi pada saat memberikan produk kepada konsumen. Depot TENG 3 tidak memiliki lembar hasil uji laboratorium dari pengirim sumber air sejak 3 tahun lalu. Hal tersebut dikonfirmasi oleh pemilik depot sendiri.

Terdapat keterkaitan antara hasil evaluasi kelayakan produksi dan konsentrasi mikroplastik. Nilai evaluasi yang semakin tinggi berasosiasi dengan konsentrasi mikroplastik yang rendah. Dari ketiga depot, konsentrasi depot TENG 2 lebih rendah daripada kedua depot lainnya. Pada prakteknya, depot TENG 2 memiliki beberapa kelebihan dari depot lainnya, seperti tempat sampah yang tertutup, ruangan tertata, ada pembagian ruangan, dan tempat produksi mudah dibersihkan. Beberapa aspek tersebut bisa mengurangi kontaminasi mikroplastik. Sedangkan depot TENG 1 dan TENG 3 memiliki konsentrasi yang lebih tinggi. Hal ini mungkin disebabkan oleh proses produksi yang kurang baik, penanganan dari filter yang kurang baik, dan beberapa hal lainnya.

Selain itu, kemunculan beberapa jenis polimer memiliki keterkaitan dengan evaluasi yang didapatkan. Beberapa kegiatan yang tidak dilakukan/tidak sempurna dilakukan akan menimbulkan kemunculan beberapa polimer. Depot TENG 1 melakukan penyimpanan galon yang sudah diisi terkena sinar matahari, sehingga kemunculan polimer PC dan PET paling banyak ditemui pada sampel TENG 1. Berdasarkan Mason *et al.* (2018), bahwa PET sering ditemui pada

sampel air minum, sedangkan PC muncul karena adanya proses degradasi galon yang terkena sinar matahari terlalu lama. Pada Depot TENG 2 dan TENG 3 memiliki persebaran terbanyak pada polimer PVC. PVC dapat muncul karena merupakan bahan pembuat pipa, dan pipa jarang dibersihkan.

5.3.1. Sumber air

Mikroplastik dapat muncul di air minum karena banyak faktor. Kontaminasi muncul dapat berasal dari penggunaan pipa, pembuangan limbah, atau adanya kebocoran pipa yang menyebabkan tercampurnya air mentah ke sumber air utama (Ferraz *et al.*, 2020 ; Shurti *et al.*,2020). Seharusnya mikroplastik pada sumber air tidak muncul pada produk air minum karena ada proses mikrofilter.

Sumber air juga menjadi salah satu faktor yang penting bagi hasil produk akhir air minum. Pada penelitian Shurti *et al.* (2020) air keran yang dikonsumsi secara langsung mengandung paling tidak 18 partikel/L. Air didistribusikan menggunakan pipa yang terbuat dari plastik. Bahan plastik yang banyak digunakan yaitu PVC yang mungkin terbawa dan melepaskan partikel mikroplastik ke air. Polimer tersebut akan menjadi kontaminan mikroplastik dalam air (Ferraz *et al.*, 2020). Hal ini juga didukung oleh penelitian Weisser *et al.* (2021), ditemukan polimer plastik seperti *Polyester* (PEST) dan PVC. PVC sering muncul dikarenakan tidak adanya *treatment* pada air yang digunakan proses pembersihan, dan merupakan bahan pembuat pipa.

Sumber air cenderung mengandung partikel mikroplastik lebih banyak dan berukuran besar karena belum mengalami proses pengolahan. Pivokonsky *et al.* (2018) menemukan bahwa konsentrasi mikroplastik air sebelum pengolahan sebesar 3065 ± 49 partikel/L. Partikel berukuran $>100 \mu\text{m}$ ditemukan dalam tidak lebih dari 2% sampel air. Ukuran partikel 1-5 μm ditemukan dalam lebih dari setengah sampel (53,4%). Bentuk partikel mikroplastik yang banyak ditemukan yaitu fragmen, diikuti oleh fiber dan *spherical*. Dari keseluruhan sampel

ditemukan >70% partikel terdeteksi PET dan PP. Diduga partikel tersebut muncul dari bahan pakaian orang sekitar dan bahan pembuat pengemas minuman. Kehadiran partikel fiber pada air kemungkinan terkait dengan penanganan limbah yang kurang baik di dekat sumber air (Ferraz *et al.*, 2020).

5.3.2. Proses produksi

Berdasarkan Tabel 3., proses produksi menggunakan 2 proses utama untuk *treatment*, yaitu filtrasi dan desinfeksi. Filtrasi menggunakan *sand filter* dan *micro filter*, sedangkan desinfeksi menggunakan UV. Filtrasi merupakan air sumber dimasukkan ke saringan untuk mengurangi kekeruhan, menghilangkan polutan mikro, dan partikel halus. Cara desinfeksi pada air minum adalah menggunakan UV, ozon, atau yang kombinasi keduanya untuk membunuh patogen, yang merupakan masalah utama air minum (Laura *et al.*, 2012). Proses filtrasi dan desinfeksi akan memiliki efisiensi tinggi apabila alat dan filter mendapatkan *treatment* yang baik (Clasen *et al.*, 2006).

Air sebelum dikonsumsi, akan mendapat perlakuan penyaringan terlebih dahulu. Namun, efektifitas proses penyaringan air untuk menghilangkan partikel mikroplastik hanya memiliki persentase 78% (Pivokonsky *et al.*, 2018). Sehingga air kemungkinan masih mengandung mikroplastik, meskipun sudah melewati proses penyaringan. Hal ini mungkin karena adanya proses *treatment* yang tidak sesuai standar yang ditentukan. Salah satunya adalah penggunaan filter yang tidak dibersihkan dengan benar atau tidak diganti, sehingga mengurangi efektivitas kerja filter.

Selain itu, proses pengemasan juga menjadi titik kritis munculnya kontaminasi mikroplastik. Studi oleh Weisser *et al.* (2021) menunjukkan konsentrasi mikroplastik dalam AMDK meningkat drastis setelah proses pengemasan. Dari proses air yang sudah melewati UV ditemukan konsentrasi mikroplastik sebesar

0,049 partikel/L. Proses pengemasan dan pemberian tutup meningkatkan konsentrasi kontaminasi sebesar 317 partikel/L (Weisser *et al.*, 2021).

Pada Tabel 7., terdapat beberapa jenis mikroplastik yang terdeteksi sesuai dengan polimernya seperti *Polyurethane* (PU), *Polycarbonates* (PC), dan Nylon. PU merupakan polimer yang jarang ditemui untuk digunakan membuat bahan galon, namun lebih sering untuk dijadikan bahan tambahan kemasan segel galon dan cairan pengkilap pada kayu (American Chemistry Council, 2022; Arfin *et al.*, 2014). Kehadiran PU kemungkinan pada saat proses pengisian air sampel. Pada saat pengisian sampel, depot TENG 2 tidak menutup tempat pengisian air, sehingga kemungkinan PU muncul dari udara dan masuk ke air.

PC juga merupakan salah satu bahan untuk membuat galon (Kubwabo *et al.*, 2009). Hal ini juga didukung oleh penelitian Srivastava dan Godara (2013), juga mengungkapkan bahwa polimer PC juga merupakan polimer yang sering digunakan untuk bahan baku galon air minum. PC dipilih karena sifatnya yang kuat, kaku, dan tidak mudah terdegradasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ascione *et al.*, (2019), dengan pemberian suhu 70°C, polimer PC akan terhidrolisis dan membuat polimer PC bisa muncul di sekitar. Hal ini sejalan dengan proses yang dilakukan oleh sampel TENG 1, dimana semua galon diletakkan diluar tempat produksi yang terkena matahari. Galon yang kosong akan disimpan di tempat yang terkena matahari, sehingga memungkinkan adanya proses degradasi PC. Selain itu, juga proses *treatment* dari galon juga akan berpengaruh terhadap percepatan degradasi polimer PC.

Nylon/ polyamide (PA) merupakan polimer yang sering ditemui di lingkungan sekitar. *Nylon* banyak digunakan untuk membuat pakaian, bahan campuran lantai, dan karet (Kohan, 1995). *Nylon* termasuk dalam polimer yang *thermoplastic* yang dapat tahan pada suhu tinggi dan suhu rendah. Pada penelitian Mason *et al.* (2018), ditemukan juga polimer *nylon* dengan persentase sebesar 16%. Hal ini didukung oleh penelitian Weisser *et al.* (2021) yang menemukan polimer PA dengan konsentrasi sebanyak 29% dari total partikel teridentifikasi. Sikat galon yang digunakan pada depot umumnya berbahan PA. Dengan pemberian *stress* yang

berlebih, partikel sikat dapat tercecer pada galon. *Stress* dapat terjadi saat proses penyikatan galon.

5.3.3. Bahan pengemas

Berdasarkan Gambar 6., didapatkan bahwa terdapat persebaran PP, PET dan PE pada sampel AMDK isi ulang. Polimer yang paling sering digunakan untuk membuat bahan pengemas AMDK yaitu polimer PE dan PET. Weisser *et al.* (2021), menemukan sebanyak 51-96% dari keseluruhan partikel yang ditemukan adalah PE. Kelimpahan PE dan PET juga ditemukan pada penelitian AMDK di Thailand, Iran dan Jerman (Kankanige & Babel, 2020; Makhdoumi *et al.*, 2021; Oßmann *et al.*, 2018; Schymanski *et al.*, 2018). Maka kemunculan mikroplastik akibat pengemas perlu mendapat perhatian lebih.

Penggunaan kemasan plastik yang *reusable* juga berpengaruh pada jumlah konsentrasi mikroplastik. Oßmann *et al.* (2018) menyebutkan bahwa, botol yang digunakan terus menerus akan mengalami *leaching* dari bahan galon yang akan dimasuki air. Galon yang digunakan berulang dapat berpengaruh pada kualitas air, terutama karena umur galon. Selain itu, penggunaan tutup botol minum juga menjadi salah satu sumber kontaminasi mikroplastik. Berdasarkan penelitian Mason *et al.* (2018), ditemukan partikel PP dan PE yang merupakan salah satu polimer pembuat tutup botol air minum. Giese *et al.* (2020) yang meneliti proses membuka dan menutup botol sebanyak 11 kali, mendapati bahwa kontaminasi mikroplastik akan meningkat sebesar 80%.

Kemasan yang digunakan berulang kali akan menyebabkan gesekan dan abrasi plastik menyebabkan kontaminan masuk ke air minum (Schymanski *et al.*, 2018). Berdasarkan penelitian Oßmann *et al.* (2018) kemasan plastik sekali pakai menghasilkan konsentrasi 2.659 partikel/L, sedangkan penggunaan plastik *reusable* menghasilkan konsentrasi mikroplastik sebesar 4.889 partikel/L. Penyebab lain adalah umur dari kemasan yang digunakan berulang. Semakin lama

umur kemasan botol isi ulang, konsentrasi mikroplastiknya akan lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kemasan botol isi ulang yang baru (Schymanski *et al.*, 2018).

5.4. Estimasi paparan mikroplastik dari konsumsi AMDK isi ulang

Hasil perhitungan estimasi paparan mikroplastik karena konsumsi AMDK isi ulang dapat dilihat pada Tabel 11. Mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui berbagai cara, seperti makanan/minuman terkontaminasi atau pernafasan (Cox *et al.*, 2019). Konsumsi makanan/minuman merupakan salah satu jalur masuknya mikroplastik. Weisser *et al.* (2021), menyebutkan bahwa keragaman jenis air yang dikonsumsi juga dapat mempengaruhi tingkat paparan mikroplastik. Pada AMDK, kontaminasi mikroplastik cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontaminasi mikroplastik pada air keran. Hal ini disebabkan lebih banyak faktor yang mempengaruhi masuknya mikroplastik ke dalam air seperti proses produksi dan abrasi bahan kemasan (Weisser *et al.*, 2021).

Hasil estimasi paparan mikroplastik akibat konsumsi AMIU di kecamatan Semarang Tengah berkisar pada 207,66-659,34 partikel/kg berat badan/hari. Hasil kisaran berasal dari konsentrasi terendah dan konsentrasi tertinggi mikroplastik pada setiap sampel. Pada penelitian Danopoulos *et al.* (2020), estimasi paparan mikroplastik melalui konsumsi AMDK isi ulang setiap hari di Eropa mencapai 9778 partikel/kg/hari. Nilai paparan mikroplastik pada konsumen AMDK isi ulang di kecamatan Semarang Tengah lebih rendah daripada hasil penelitian Danopoulos *et al.* (2020). Tingkat paparan AMDK isi ulang ini juga lebih rendah daripada paparan konsumsi buah dan sayur. Nor *et al.* (2021) menyebutkan paparan mikroplastik dari konsumsi buah dan sayuran adalah $1,50 \times 10^7$ partikel/orang/hari.

Hasil ini menunjukkan bahwa paparan mikroplastik yang ditemukan dalam penelitian ini dapat dikatakan rendah, tetapi tidak berarti bahwa rute paparan dari AMDK isi ulang tidak perlu mendapat perhatian.