
Identifikasi Mikroplastik pada Air Sungai Akibat Limbah Pabrik Daur Ulang Plastik di Gresik dan Sidoarjo

Kenya Aprilia Candra 
Universitas Brawijaya

ABSTRAK

Peningkatan penggunaan plastik menjadikan perlunya penanganan dalam pengelolaan sampah plastik, salah satunya melalui daur ulang. Namun, industri daur ulang plastik berpotensi sebagai sumber kontaminasi mikroplastik di sungai. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi mikroplastik pada air permukaan Kali Pelayaran akibat dampak pembuangan limbah pabrik daur ulang plastik. Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif. Metode pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling pada dua stasiun lokasi pabrik daur ulang plastik. Sampel diambil pada tiga titik pada setiap stasiun. Kelimpahan mikroplastik yang tinggi didapatkan pada limbah pabrik daur ulang plastik Sidoarjo sebesar 8,17 partikel/L dan 3,55 partikel/L pada pabrik daur ulang plastik Gresik. Tipe mikroplastik yang ditemukan dari jumlah yang terbanyak adalah filament, fragment, fiber, granule, dan foam. Kontaminasi mikroplastik disebabkan oleh pembuangan limbah pencucian dan pendinginan dalam proses daur ulang. Berdasar hal ini perlu adanya pengelolaan limbah cair untuk mengurangi pelepasan mikroplastik ke lingkungan.

Kata kunci: Daur, Limbah, Mikroplastik, Kali Pelayaran

Microplastics Identification on River Water due to Plastic Recycling Waste in Gresik and Sidoarjo

ABSTRACT

The increasing use of plastics makes it necessary to take care of plastic waste management through plastic recycling. However, the plastic recycling industry is a potential source of microplastic contamination in rivers. This study aims to identify microplastics in Palayaran River surface water due to plastic recycling waste disposal. This research is a type of descriptive approach. Purposive sampling method was used at two stations of the plastic recycling plant. Samples were taken at three points at each station. High microplastic abundance was found in Sidoarjo plastic recycling plant 8,17 particles/L and 3,55 particles/L at Gresik. The types of microplastics found from the largest to the smallest amount were filaments, fragments, fibers, granule, and foams. Microplastic contamination is caused washing and cooling waste water in recycling process. It should be necessary to manage liquid waste in order to reduce the release of microplastics into the environment.

Keywords: Recycling, Waste, Microplastic, Pelayaran River

PENDAHULUAN

Plastik merupakan salah satu bahan anorganik buatan yang banyak digunakan di kegiatan manusia. Penggunaan plastik lebih dipilih karena keunggulannya yang praktis, ringan, dan biasanya biaya produksi relatif lebih rendah daripada bahan lainnya. Penggunaan plastik mengalami peningkatan setiap tahun

seiring dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat, perubahan gaya hidup, dan perkembangan teknologi (Liestiono et al., 2017). Produksi plastik yang terus mengalami peningkatan sejak 1970 yang menyebabkan semakin meningkatnya jumlah sampah plastik (Ritchie, H., & Roser, 2020). Berdasarkan

 Corresponding author
Address : Malang, Jawa Timur
Email : kenyacandra@gmail.com

data ScienceMag, produksi sampah plastik global pada tahun 2015 mencapai 381 juta ton/tahun dengan akumulasi sampah plastik sebesar 12% (Hakim, 2019). Penggunaan plastik yang semakin meningkat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan seperti rusaknya ekologi, timbulnya berbagai penyakit, dan mencemari lingkungan. Permasalahan sampah plastik dapat ditekan salah satunya dengan mengurangi penggunaan plastik sekali pakai.

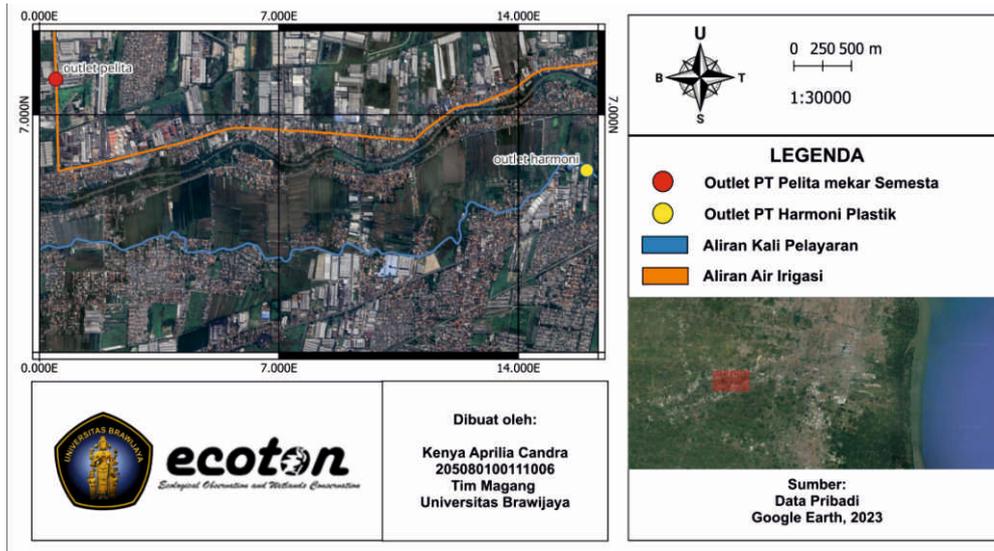
Salah satu bentuk pengelolaan sampah plastik adalah dengan mendaur ulang menjadi plastik yang dapat digunakan kembali. Pada umumnya proses daur ulang sampah plastik menjadi plastik baru dilakukan oleh pabrik yang menyebabkan adanya perubahan pada sampah plastik baik dari segi bentuk, ukuran, maupun warna. Pabrik daur ulang yang terletak di Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Gresik merupakan pabrik daur ulang yang mengolah sampah plastik berupa botol plastik, kantong plastik, dan plastik sachet yang diolah untuk menghasilkan plastik baru berupa biji plastik dan kantong plastik dengan berbagai tipe. Pengelolaan sampah plastik menjadi plastik baru menghasilkan plastik berukuran kecil yang merupakan limbah dari proses daur ulang plastik. Pengelolaan sampah plastik dengan mendaur ulang merupakan solusi palsu, dimana pengelolaan sampah plastik menjadi plastik baru akan menimbulkan plastik-plastik kecil yang dapat mencemari lingkungan. Instalasi pengelolaan air limbah (IPAL) pada pabrik daur ulang yang tidak memenuhi standart akan membuang limbahnya secara langsung ke perairan tanpa proses pengolahan sehingga menyebabkan adanya kontaminasi mikroplastik yang masuk ke dalam perairan. Berdasarkan ukurannya, sampah plastik terdiri dari 3 jenis, yaitu makroplastik (>25 mm), mesoplastik (5-25 mm), dan mikroplastik (<5 mm) (Rahma & Aulia, 2022). Mikroplastik merupakan sampah plastik dengan ukuran <5 mm yang banyak ditemukan di perairan. Berdasarkan jenis-

nya, mikroplastik terdiri dari *fiber, filament, fragment, foam, pellet*, dan *granule*. Berdasarkan sumbernya, mikroplastik dibedakan menjadi 2 jenis yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer merupakan plastik yang diproduksi dalam ukuran kecil untuk kepentingan tertentu seperti bahan dasar serat tekstil, keperluan industri maupun kemasan, sedangkan mikroplastik sekunder merupakan plastik yang berasal dari dekomposisi plastik yang lebih besar sebelumnya (Sutahaji et al., 2021). Pada umumnya mikroplastik berasal dari kantong plastik, kemasan *sachet*, botol plastik, sampah kain, sampah popok, sampah kain di ruang terbuka dan pencucian pakaian. Selain itu, sebanyak 70-80% mikroplastik bersumber dari aktivitas di daratan yang masuk dan terakumulasi dalam jumlah yang tinggi di wilayah perairan.

Kali Pelayaran merupakan salah satu sungai yang terletak di Kabupaten Sidoarjo dengan panjang ± 21 km serta memiliki bentuk yang memanjang. Sungai ini dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai sumber utama untuk memenuhi kebutuhan air seperti sebagai bahan baku untuk IPAM (Instalasi Pengolahan Air Minum), aktivitas perikanan, aktivitas pertanian, MCK, pembuangan dari kegiatan industri serta sebagai tempat pembuangan sampah. Akibat adanya pembuangan limbah ke Sungai Pelayaran menyebabkan kondisi sungai tercemar. Pencemar yang masuk ke Sungai Pelayaran bersumber dari cabang Sungai Mangetan Kanal dimana limbah yang masuk berupa limbah domestik, persawahan, dan limbah industri yang salah satunya adalah pabrik daur ulang plastik (Irsanda et al., 2014). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada air di outlet pabrik daur ulang plastik di Gresik dan Sidoarjo.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan jenis penelitian deskriptif.



Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 1
Peta Lokasi Penelitian

Metode deskriptif merupakan langkah penyelesaian masalah yang berdasarkan fakta atau sesuai dengan kondisi lapang. Penelitian deskriptif berkaitan dengan pengumpulan data, identifikasi, dan memberikan gambaran sistematis, nyata berdasarkan fakta (Ramdhan, 2021). Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* yang dilakukan dengan menentukan titik pengambilan sampel berdasarkan perbedaan karakteristik masing-masing lokasi (Setiawan et al., 2020).

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Tanggal 14 Juli 2023 yang bertempat pada dua lokasi pabrik daur ulang plastik. Lokasi pertama yaitu di PT Harmoni Plastik Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo, dan lokasi kedua yaitu di PT Pelita Semesta Kecamatan Driyorejo Kabupaten Gresik. Sampel diambil pada 2 lokasi pabrik daur ulang plastik dengan tiga titik pengambilan sampel pada masing masing lokasi. Titik pengambilan sampel pada setiap stasiun dibuat garis transek sepanjang 75 m, dengan jarak masing-masing transek adalah 25 m. Lokasi penelitian merupakan outlet pembuangan limbah dari pabrik daur ulang plastik yang terbuang di Kali Pelayaran.

Prosedur Penelitian

Sampel air permukaan yang diambil sebanyak 100 L disaring menggunakan Myistic Scan yang telah terpasang filter aluminium 300 mesh. Partikel diturunkan dari filter menggunakan aquades ke dalam botol kaca. Kemudian diberi 20 ml H_2O_2 (hidrogen peroksida) 30% dan $FeSO_4$ 0,05 M sejumlah 5 ml dengan menggunakan pipet ke dalam sampel mikroplastik, selanjutnya sampel ditutup menggunakan aluminium foil supaya tidak terjadi kontaminasi dan di inkubasi selama 24 jam. Tahapan selanjutnya yaitu sampel dipanaskan menggunakan *hotplate* selama 30 menit dengan suhu 70C. Selanjutnya sampel disaring untuk kedua kalinya menggunakan filter aluminium 300 mesh dan dibilas menggunakan NaCl untuk ditampung ke dalam cawan petri.

Tahapan selanjutnya merupakan identifikasi mikroplastik pada sampel yang sudah dipreparasi. Ukuran mikroplastik yang diidentifikasi menggunakan metode preparasi yang digunakan adalah <5 mm. Identifikasi sampel dilakukan dengan menggunakan mikroskop stereo dengan perbesaran 40x dengan pengamatan visual pada bentuk, tipe, dan jumlah partikel mikroplastik. Mikroplastik didokumentasikan dan dihitung berdasarkan tipe nya untuk dilakukan analisis data.

Analisis Data

Data jumlah partikel mikroplastik yang diperoleh dihitung kelimpahannya dengan menggunakan rumus yang sebagai berikut (Cordova et al., 2019):

$$N = \frac{\text{Jumlah Partikel Mikroplastik}}{\text{Total Volume Air yang Disaring (L)}} \quad (1)$$

Dimana N adalah kelimpahan mikroplastik (ind/L). Perhitungan kelimpahan yang dilakukan adalah kelimpahan total keseluruhan partikel mikroplastik yang dan kelimpahan mikroplastik per-jenis partikel ditemukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Stasiun penelitian merupakan lokasi pembuangan limbah pabrik daur ulang plastik yang dibuang pada Kali Pelayaran. Limbah pabrik daur ulang yang dibuang langsung di Kali pelayaran memiliki potensi yang tinggi terhadap masuknya kontaminan pada badan air sungai. Pada stasiun pertama, terdapat potongan plastik-plastik kecil berwarna putih yang dihasilkan dari pembuangan limbah pabrik. Pabrik daur ulang plastik pada stasiun pertama mendaur ulang jenis plastik PE, HDPE, PP, dan karung plastik dengan produk yang dihasilkan berupa biji plastik yang selanjutnya dijadikan bahan baku pada industri plastik. Limbah yang dibuang merupakan air bekas pencucian dan pendinginan bahan plastik sebelum proses peleburan. Limbah pada stasiun penelitian yang pertama dibuang di anak sungai Kali Pelayaran.

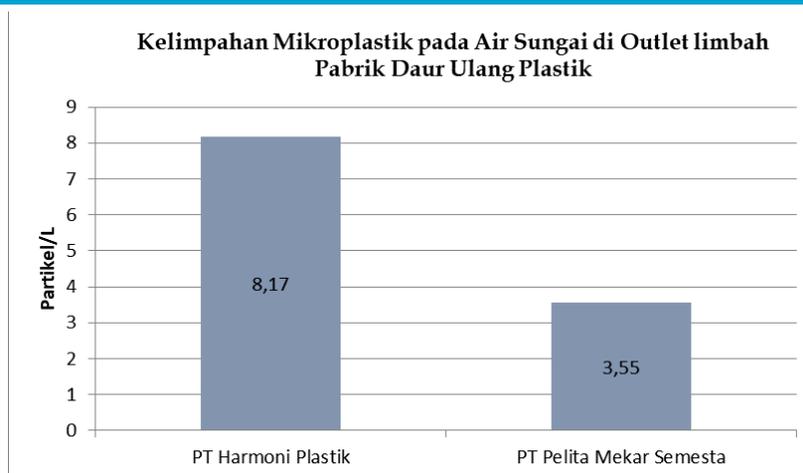
Pabrik daur ulang plastik pada stasiun kedua melakukan daur ulang plastik dari berbagai jenis sampah plastik. Hasil produk pabrik pada stasiun kedua berupa biji plastik dan kantong plastik dengan berbagai tipe yang akan digunakan sebagai bahan baku industri plastik lainnya. Pada stasiun kedua, pabrik daur ulang memiliki berbagai tahapan dalam proses pengelolaan sampah plastik menjadi plastik baru, namun dari berbagai proses yang ada pabrik daur ulang menghasilkan limbah berupa air bekas proses pendinginan yang

kemudian dibuang ke badan air. Pada lokasi ini limbah yang dibuang tidak masuk ke badan air secara langsung, melainkan melalui saluran air yang bermuara pada sungai.

Kelimpahan Mikroplastik

Berdasarkan perhitungan kelimpahan mikroplastik yang dilakukan didapatkan hasil yang menunjukkan stasiun pertama memiliki nilai kelimpahan mikroplastik lebih tinggi yaitu 8,17 partikel/L, sedangkan pada stasiun kedua kelimpahan mikroplastik sebesar 3,55 partikel/L. Adanya perbedaan kelimpahan mikroplastik pada kedua stasiun diduga disebabkan oleh karakteristik pada masing-masing lokasi penelitian. Pada stasiun pertama, pabrik daur ulang membuang limbahnya langsung ke sungai sehingga, diduga terdapat kontaminasi mikroplastik dari berbagai sumber yang terakumulasi di sungai. Hal ini sesuai dengan pernyataan Laermanns et al.(2021), yang menyatakan bahwa 80% kontaminasi mikroplastik di perairan berasal dari berbagai sumber terutama daratan dan industri. Selain itu, terdapat timbulan sampah yang berada di dekat area pengambilan sampel. Oleh karena itu dapat diketahui bahwa nilai kelimpahan mikroplastik pada stasiun pertama lebih tinggi jika dibandingkan dengan stasiun kedua. Air yang dialirkan pada saat proses pembuangan limbah pada stasiun pertama memiliki volume yang tinggi, dimana hal tersebut disebabkan karena proses daur ulang plastik membutuhkan volume air yang banyak. Sedangkan pada stasiun kedua, pabrik daur ulang membuang limbah pada aliran air yang bermuara di sungai dengan debit air yang relatif sedikit. Selain itu air limbah yang terbangun pada stasiun kedua relatif lebih sedikit jika dibandingkan stasiun pertama.

Mikroplastik yang terakumulasi di perairan dapat dimakan oleh organisme karena bentuknya yang mirip dengan plankton. Dampak kontaminasi mikroplastik pada biota antara lain gangguan pada sistem hormon, sistem pencernaan, dan sistem lainnya karena .



Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 2
Grafik Perolehan Kelimpahan Mikroplastik

sifat plastik yang menyerap polutan. Plastik mengandung BPA (*Bisphenol asetat*) yang berbahaya bagi tubuh, dimana senyawa ini dapat mengganggu sistem kerja endokrin (Gil-Solsona et al., 2022). Bisphenol-A yang terkandung dalam mikroplastik dapat mempengaruhi perkembangan otak dan perilaku, meningkatkan pencemaran hingga mengganggu hormon reproduksi.

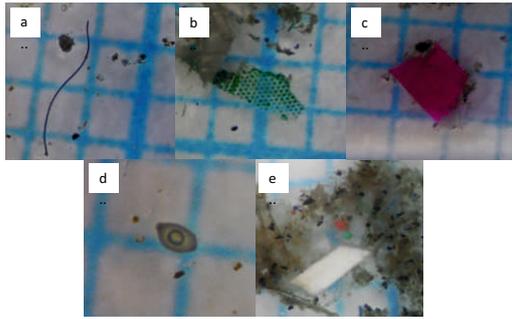
Selain berdampak pada biota perairan, mikroplastik yang termakan biota dapat masuk ke rantai makanan dan berpotensi masuk ke tubuh manusia melalui konsumsi pada biota ataupun secara langsung melalui air yang diminum. Selain mengandung Bisphenol-A, mikroplastik juga mengandung senyawa berbahaya seperti ftalat, alkylphenols, dioksin, perfluorinasi, dan lain sebagainya yang dapat mengganggu kerja sistem pada tubuh manusia. Senyawa alkylphenols pada manusia dapat mempengaruhi infertilitas pada laki-laki, mempengaruhi jumlah sperma, serta dapat meningkatkan resiko kanker payudara pada perempuan maupun laki-laki (Acir & Guenther, 2018). Selain alkylphenols, plastik juga mengandung ftalat yang dapat menurunkan tingkat testosteron dan estrogen, memblokir kerja hormon tiroid dan sebagai racun pencemar sistem reproduksi. Selain itu, ftalat juga dapat meningkatkan gangguan kehamilan, keguguran, anemia,

mengganggu siklus menstruasi hingga menopause dini (Laelasari et al., 2021).

Tipe Mikroplastik

Tipe mikroplastik yang ditemukan pada air permukaan limbah daur ulang plastik adalah tipe *filament*, *fragment*, *fiber*, *foam*, dan *granule* (**Gambar 3**). Tipe mikroplastik yang terbanyak ditemukan pada kedua stasiun adalah tipe *filament* dengan jumlah 1231 partikel pada stasiun 1 dan 712 pada stasiun 2. Penyebab banyak ditemukannya tipe *filament* diduga akibat proses pengolahan plastik yang berupa kantong plastik sehingga memicu banyak pelepasan partikel mikroplastik tipe *filament*. Selain itu, pada stasiun pertama dapat dilihat secara visual banyak potongan-potongan plastik yang tercecer di sekitar lokasi pengambilan sampel. Pada lokasi kedua di duga ditemukannya jumlah *filament* dengan jumlah tertinggi dikarenakan PT semesta memproduksi plastik daur ulang dalam bentuk *pellet* dan kantong plastik, dimana kantong plastik merupakan salah satu sumber terbentuknya mikroplastik tipe *filament*. Hal tersebut sesuai dengan Kapo et al. (2020) yang menyatakan bahwa mikroplastik tipe *filament* berasal dari kantong plastik atau plastik kemasan yang terfragmentasi di wilayah perairan.

Mikroplastik jenis *fragment* pada lokasi pertama ditemukan dengan jumlah sebanyak 712 partikel sedangkan pada lokasi kedua ditemukan dengan jumlah



Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 3

Grafik Tipe Mikroplastik

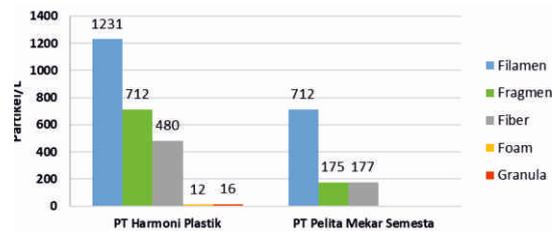
(a) *Fiber*; (b) *Filament*; (c) *Fragment*;
(d) *Granula*; (e) *Foam*

175 partikel. Partikel mikroplastik yang ditemukan pada lokasi pertama di duga disebabkan dari adanya potongan-potongan botol plastik yang terbuang ke sungai, yang terdegradasi secara alami oleh proses alam. Bahan yang digunakan pada proses daur ulang berupa botol plastik. Sedangkan pada lokasi kedua, jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan tergolong jauh jika dibandingkan dengan lokasi pertama, dimana hal tersebut diduga disebabkan karena pabrik daur ulang tersebut kebanyakan mengolah kantong plastik yang dapat mempengaruhi jumlah partikel mikroplastik tipe *fragment* yang ditemukan.

Mikroplastik jenis *fiber* pada lokasi pertama ditemukan sebanyak 480 partikel sedangkan pada lokasi kedua ditemukan sebanyak 177. Jumlah partikel mikroplastik jenis *fiber* pada lokasi pertama diduga disebabkan karena adanya buangan limbah domestik yang terakumulasi pada aliran air sungai, dimana mikroplastik jenis *fiber* dapat terbentuk dari proses pencucian pakaian. Sedangkan pada lokasi kedua, mikroplastik tipe *fiber* yang ditemukan tidak lebih banyak dari lokasi pertama. Hal tersebut dapat disebabkan karena pada lokasi kedua, aliran air yang menjadi tempat pembuangan limbah tidak bercampur dengan limbah domestik.

Mikroplastik jenis *granule* ditemukan pada lokasi pertama dan tidak ditemukan pada lokasi kedua. *Granule*

berasal dari *microbeads* yang bersumber dari limbah kosmetik maupun bahan baku pabrik pembuatan plastik (Seftianingrum et al., 2023). Selain itu, terdapat mikroplastik tipe *foam* yang ditemukan pada lokasi pertama namun tidak ditemukan pada lokasi kedua. Mikroplastik tipe *foam* berasal dari Styrofoam yang terdegradasi secara alami di alam.



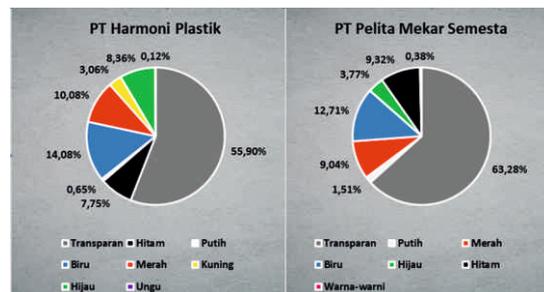
Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 4

Grafik Jumlah Tipe Mikroplastik

Warna Mikroplastik

Warna mikroplastik yang ditemukan pada kedua lokasi penelitian bermacam-macam, meliputi transparan, hitam, merah, kuning, hijau, putih, ungu, biru, dan terdapat partikel yang memiliki beberapa warna (**Gambar 5**). Mikroplastik



Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 5

Grafik Persentase Warna Mikroplastik

transparan ditemukan dalam jumlah terbanyak baik pada PT. Harmoni Plastik dan PT. Pelita Mekar Semesta.

Mikroplastik transparan umumnya terbentuk dari plastik dengan jenis polimer *polypropylene* (PP) dan *low density polyethylene* (LDPE) atau yang umum dijadikan bahan baku kantong plastik sekali pakai (Hiwari et al., 2019). Hal ini didukung dengan fakta bahwa PT. Harmoni Plastik dan PT. Pelita Mekar

Semesta memiliki hasil produksi salah satunya berupa kantong plastik, sehingga menyebabkan tingginya mikroplastik transparan yang mirip dengan warna kantong plastik

Warna-warna lain pada mikroplastik yang ditemukan menunjukkan bahwa partikel tersebut masih belum mengalami degradasi warna. Warna mikroplastik sendiri dipengaruhi oleh warna produk aslinya, namun juga dapat dipengaruhi degradasi oleh faktor lingkungan (Wagner, M., & Lambert, 2018). Pengambilan sampel pada area *outlet* memungkinkan ditemukannya mikroplastik yang baru dibuang dari proses daur ulang serta masih belum lama berada dalam perairan. Menurut Bergmann et al. (2015), durasi waktu mikroplastik terdampak faktor lingkungan seperti sinar matahari berpengaruh terhadap perubahan warna mikroplastik.

SIMPULAN

Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada pabrik daur ulang pada PT Harmoni Plastik lebih besar jika dibandingkan dengan kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada PT Pelita Harapan Semesta. Tipe mikroplastik yang ditemukan dari jumlah yang terbanyak adalah *filament*, *fragment*, *fiber*, *granule*, dan *foam*. Warna yang paling banyak ditemukan pada PT Harmoni Plastik yaitu transparan, biru, merah, hijau, hitam, kuning, putih, dan ungu. Sedangkan pada PT Pelita Harapan Semesta warna yang paling banyak ditemukan adalah transparan, biru, hitam, merah, hijau, putih, dan warna-warni. Diharapkan perusahaan memiliki komitmen untuk membenahi sistem IPAL (instalasi pengolahan Air Limbah) sehingga dapat mengurangi dampak limbah yang masuk ke dalam sungai.

DAFTAR PUSTAKA

Acir, I. H., & Guenther, K. (2018). Endocrine-disrupting metabolites of alkylphenol ethoxylates – A critical review of analytical methods, environmental occurrences, toxicity,

and regulation. *Science of the Total Environment*, 635, 1530–1546. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.079>

Bergmann, M., Gutow, L., & Klages, M. (2015). Marine anthropogenic litter. In *Marine Anthropogenic Litter*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>

Cordova, M. R., Purwiyanto, A. I. S., & Suteja, Y. (2019). Abundance and characteristics of microplastics in the northern coastal waters of Surabaya, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 142(October 2018), 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.040>

Gil-Solsona, R., Castaño-Ortiz, J. M., Muñoz-Mas, R., Insa, S., Farré, M., Ospina-Alvarez, N., ... & Rodríguez-Mozaz, S. (2022). A holistic assessment of the sources, prevalence, and distribution of bisphenol A and analogues in water, sediments, biota and plastic litter of the Ebro Delta (Spain). *Environmental Pollution*, 314.

Hakim, M. Z. (2019). Pengelolaan dan Pengendalian Sampah Plastik Berwawasan Lingkungan. *Amanna Gappa*, 27(2), 111–121.

Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. (2019). Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Condition of microplastic garbage in sea surface water at around Kupang and Rote, East Nusa Tenggara Province*. 5, 165–171. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050204>

Irsanda, P. G. R., Karnaningroem, N., & Bambang, D. (2014). Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo Dengan. *Teknik POMITS*, 3(1), 47–52. <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/5681/1687>

Kapo, F., Toruan, L. N. L., & Paulus, C. A. (2020). Jenis dan kelimpahan mikroplastik pada kolom permukaan air di perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, 1(1),

- 10-21.
- Laelasari, E., Anwar, A., & Puspita, T. (2021). Perbandingan Risiko Kesehatan Penggunaan Aditif Ftalat Dan Non Ftalat Pada Bahan Plastik Kemasan Makanan. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 20(1), 21–35. <https://doi.org/10.22435/jek.v20i1.3683>
- Laermanns, H., Reifferscheid, G., Kruse, J., Földi, C., Dierkes, G., Schaefer, D., Scherer, C., Bogner, C., & Stock, F. (2021). Microplastic in Water and Sediments at the Confluence of the Elbe and Mulde Rivers in Germany. *Frontiers in Environmental Science*, 9 (D e c e m b e r) , 1 – 11 . <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.794895>
- Liestiono, R. P., Cahyono, M. S., Widyawidura, W., Prasetya, A., & Syamsiro, M. (2017). Karakteristik Minyak dan Gas Hasil Proses Dekomposisi Termal Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE). *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 1(2), 1. <https://doi.org/10.30588/jo.v1i2.288>
- Rahma Sayyidatur, Aulia Nisfi Nurhakim, U. H. N. V. H. (2022). Komposisi Dan Distribusi Sampah Makro Dan Meso Di Sungai Keruh, Bumiayu, Kabupaten Brebes. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 12(2), 117–131. <https://doi.org/dx.doi.org/10.33512/jpk.v12i2.16310>
- Ramdhan, M. (2021). *Metode Penelitian*. Cipta Media Nusantara.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2020). *Plastic Pollution. Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>.
- Seftianingrum, B., Hidayati, I., & Zummah, A. (2023). Identifikasi Mikroplastik pada Air, Sedimen, dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur Identification of Microplastics in Water, Sediment, and Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Porong River, Sidoarjo. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Biologi*, 10(1), 68–82. <https://doi.org/10.33059/jj.v10i1.7408>
- Setiawan, A., Rofingatun, S., & Patma, K. (2020). Pengaruh Persepsi Kemudahan Penggunaan, Efektivitas, Risiko Terhadap Minat Dan Penggunaan Financial Teknologi (Fintech) Dengan Minat Sebagai Variabel Mediasi. *Jurnal Akuntansi Dan Keuangan Daerah*, 15(2), 35–48.
- Sutanhaji, A. T., Rahadi, B., & Firdausi, N. T. (2021). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8 (2) , 74 – 84 . <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2021.008.02.3>
- Wagner, M., & Lambert, S. (2018). *Freshwater Microplastics - The Handbook of Environmental Chemistry* 58. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-61615-5>