

Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik pada Air Permukaan Outlet Limbah Pabrik Kertas di Hilir Sungai Brantas

Lilik Maulidah Sholichah^{✉1}, Akhmad Farid¹, & Rafika Aprilianti²

¹Universitas Trunojoyo Madura

²ECOTON Foundation

ABSTRAK

Limbah cair pabrik kertas menurunkan kualitas air Sungai Brantas. Bahan baku plastik pada proses produksi akan terfragmentasi menjadi mikroplastik. Tujuan penelitian untuk menganalisa bentuk, warna, dan kelimpahan mikroplastik pada outlet limbah pabrik kertas di hilir Sungai Brantas. Penentuan lokasi dengan metode purposive sampling. Pengambilan sampel air di empat lokasi pabrik kertas menggunakan mystic scan dan filter stainless sebanyak 100 L. Sampel yang telah didapatkan kemudian dipreparasi menggunakan H₂O₂ 20ml dan Fe₂SO₄ 5 tetes. Kelimpahan mikroplastik pada outlet limbah PT. Adiprima Suraprinta sebanyak 10,75 partikel/liter, sedangkan terendah pada sebelum outlet PT. Dayasa Aria Prima 1,78 partikel/liter. Bentuk pada sampel ini tertinggi yakni filamen, fragmen, dan fiber. Sebagian besar air di Kali Surabaya sebagai bahan baku PDAM Surya Sembada. Pemerintah harus lebih tegas dan menindak industri yang membuang limbahnya langsung ke sungai.

Kata kunci: Mikroplastik, Limbah Industri Kertas, Sungai Brantas, Air Permukaan

Identification of Microplastic Abundance in Surface Water Outlets of Paper Factory Waste in the Downstream of the Brantas River

ABSTRACT

The paper mill wastewater degrades the quality of the Brantas River water. Plastic raw materials in the production process will be fragmented into microplastics. The aim of the study was to analyze the shape, color, and abundance of microplastics at the outlet of the paper mill waste downstream of the Brantas River. Location determination by purposive sampling method. Water samples were taken at four paper mill locations using a mystic scan and 100 L of stainless filters. The samples obtained were then prepared using 20 ml of H₂O₂ and 5 drops of Fe₂SO₄. The abundance of microplastics at PT. Adiprima Suraprinta as much as 10.75 particles/liter, while the lowest was before PT. Dayasa Aria Prima 1.78 particles/liter. The highest form in this sample is filament, fragment, and fiber. Most of the water in the Surabaya River is used as raw material for PDAM Surya Sembada. The government must be more assertive and take action against industries that dump their waste directly into the river.

Keywords: Microplastics, Paper Industry Waste, Brantas River, Surface Water

PENDAHULUAN

Sungai memiliki peranan penting dalam kehidupan sehari-hari manusia seperti fungsi majemuknya yakni sebagai pembangkit listrik, menjadi penyedia air bersih, sarana transportasi, dan sebagai sarana olahraga (Agustira et al., 2019). Sungai Brantas merupakan salah satu sungai yang memiliki peranan penting di

Indonesia khususnya di Provinsi Jawa Timur dimana merupakan sumber pengairan area persawahan dengan produksi padi sebesar 60%. Sungai Brantas merupakan sungai terpanjang kedua di Jawa Timur dengan sumber mata air terletak di Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Sungai

[✉] Corresponding author
Address : Bangkalan, Jawa Timur
Email : liliksokeh159@gmail.com

Brantas memiliki DAS seluas $\pm 12.000 \text{ km}^2$ yang mengalir ke beberapa daerah di Jawa Timur termasuk Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang, dan Mojokerto. Daerah tersebut merupakan daerah pengembang Industri yang limbahnya dibuang ke DAS Brantas, sehingga menyebabkan perubahan pada kualitas air Sungai Brantas. Ketersediaan air sungai berdasarkan curah hujan mengalami peningkatan 37,5% dari keadaan kemarau. Sungai Brantas memiliki fungsi yang penting bagi Jawa Timur sebesar 60%. Jumlah penduduk di wilayah DAS Brantas sebesar 14 juta jiwa, dimana sebagian besar penduduknya membutuhkan sungai sebagai sumber utama kehidupan. Penduduk sekitar menggunakan Sungai Brantas untuk memenuhi kebutuhan air baku untuk konsumsi domestik, irigasi, industri, dan lain lain. Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas juga digunakan sebagai sumber pengairan pertanian, tempat berjualan, sarana rekreasi, dan memancing ikan (Sidjabat et al., 2021).

Berdasarkan Nugraheni & Wijayati, (2021) menyatakan bahwa dari 7 industri di sekitar DAS Brantas yang diteliti hanya 4 industri yang telah melakukan pengolahan limbah sesuai prosedur sebelum dibuang ke aliran sungai. Limbah yang dihasilkan namun tidak melalui proses pengolahan terlebih dahulu akan berdampak buruk bagi ekosistem perairan. Limbah industri membawa bahan pencemar yang sulit atau bahkan tidak bisa didegradasi sehingga dapat membahayakan organisme yang terpapar. Tingginya bahan pencemar yang masuk akan menurunkan kadar DO di perairan sehingga menyebabkan kualitas air semakin memburuk.

Industri yang berada di sekitar wilayah DAS Brantas salah satunya yakni Industri pabrik kertas. Industri kertas merupakan industri yang bergerak dalam pengolahan barang belum jadi menjadi sebuah produk dengan bahan dasar kayu. kertas berasal dari pemanfaatan selulosa sebagai bahan baku (Margali et al., 2017)..

Kertas juga dapat dibuat dari bahan setengah jadi atau yang biasa disebut *pulp*. Tahapan pembuatan kertas terbagi atas dua, dimana tahap pertama yaitu mengelola barang setengah jadi dari proses penghancuran kayu hingga menjadi bubur kayu *pulp*. Tahap kedua yaitu pembuatan barang setengah jadi *pulp* menjadi kertas siap pakai. Proses pembuatan kertas menggunakan bahan kimia dan air dengan jumlah besar dalam proses produksinya. Konsumsi air yang diperlukan dalam produksi kertas sekitar 60 L/ton air. Sistem produksi kertas juga melewati proses pewarnaan kertas. Proses tersebut menyebabkan polutan tercemar tinggi dimana pewarna yang digunakan terdapat penambahan zat aditif seperti, *acid dyes*, *basic dyes*, *direct dyes*, dan *dispersed dyes* (Aini & Setyowati, 2020).

Limbah cair yang dihasilkan industri kertas memiliki karakteristik yang berbeda. Hal tersebut dipengaruhi oleh proses pengolahan, jenis kayu, teknologi yang diterapkan, dan jumlah air yang digunakan. Pabrik kertas menghasilkan limbah dari mulai proses penyiapan kayu yang menghasilkan serpihan kayu. Hasil selanjutnya dapat dari proses pemasakan yang mengandung resin, asam lemak, warna, COD, BOD, AOX, dan VOC. Proses pencucian *pulp* akan menghasilkan limbah cair yang memiliki warna kecoklatan. Warna yang coklat menyebabkan terjadinya tahapan pemutihan pulp yang menghasilkan air limbah yang mengandung lignin terlarut, karbohidrat, dan *chlorine*.

Seiring dengan banyaknya plastik yang dihasilkan serta diimpor dapat dikatakan bahwa semakin tinggi juga limbah plastik yang dihasilkan. Limbah plastik yang langsung dibuang pada perairan akan menjadi tumpukan sampah plastik yang akan mencemari lingkungan (Suryono, 2019). Terakumulasinya limbah plastik yang tidak diolah dan sulitnya terdegradasi limbah plastik akan menimbulkan mikroplastik mengkontaminasi sungai. Mikroplastik berasal dari degradasi limbah plastik yang dipengaruhi sinar UV, erosi air, angin, dan

Tabel 1
Lokasi Pengambilan dan Titik Koordinat

Lokasi	Koordinat
PT. Tjiwi Kimia	S07°26.765' E112°28.256'
PT. Adiprima Suraprinta	S07°23.640' E112°34.050'
PT. Dayasa Aria Prima	S07°22.244' E112°36.279'
PT. Surabaya Mekabox	S07°20.989' E112°39.239'

Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

radiasi. Perairan yang tercemar mikroplastik dari permukaan air hingga mengendap pada bagian dasar perairan atau yang disebut sebagai sedimen juga dapat mengkontaminasi biota pada perairan. Pencemaran mikroplastik tersebut masuk dalam rantai makanan yang dimakan oleh biota. Mikroplastik yang berukuran kecil tetap memiliki struktur kimia dari komponen penyusun plastik. Komponen tersebut tidak mengalami perubahan struktur kimia atau pemotongan atom-atom penyusunnya meskipun telah mengalami proses degradasi serta perubahan ukuran (Ariyunita et al., 2022).

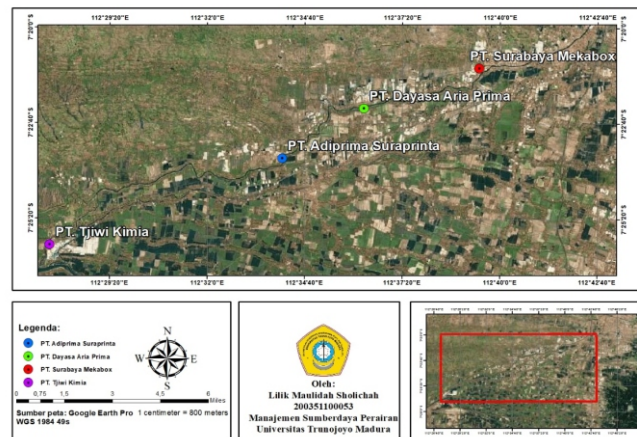
Mikroplastik dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui proses bioakumulasi dalam mengkonsumsi biota perairan yang telah tercemar oleh mikroplastik. Proses masuk mikroplastik pada tubuh manusia juga dapat terakumulasi melalui konsumsi air minum. Masyarakat sekitar DAS Brantas juga memanfaatkan air Sungai Brantas sebagai air minum sehari-hari. Direktur Utama PDAM Surya Sembada yakni Mujaiman mengatakan bahwa 97% air yang dialirkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan bersumber dari Sungai Brantas. Berdasarkan dampak dari permasalahan tersebut, maka penelitian tentang keberadaan mikroplastik di outlet limbah pabrik kertas sepanjang aliran Sungai Brantas perlu dilakukan. Tujuan penelitian untuk menganalisa bentuk, warna, dan kelimpahan mikroplastik pada outlet limbah pabrik kertas.

METODE PENELITIAN

Sampling mikroplastik dilakukan pada bulan Maret 2023. Pengambilan sampel di outlet limbah pabrik kertas di Sungai Brantas Lokasi penentuan lokasi sampling ditetapkan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Prosedur penentuan lokasi yaitu pada outlet limbah pabrik kertas yang berada pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas. Pabrik kertas tersebut meliputi PT. Tjiwi Kimia, PT. Adiprima Suraprinta, PT. Dayasa Aria Prima, dan PT. Surabaya Mekabox. Setiap lokasi akan diambil 3 titik yaitu sebelum outlet, outlet, dan sesudah outlet dengan masing-masing 3 pengulangan.

Pengambilan sampel air dilakukan menggunakan *mistic scan* ukuran 300 mesh. Jumlah sampel yang diambil sebanyak 100L. Sampel yang sudah didapatkan dimasukkan ke dalam botol sampel dan diuji di laboratorium. Preparasi sampel air pada air permukaan menggunakan metode *National Oceanic and Athmospheric Administration* (NOAA) dengan menambahkan H₂O₂ sebanyak 20 ml dan Fe₂SO₄ sebanyak 5 tetes. Setelah diberikan penambahan larutan, sampel diinkubasi selama 24 jam dalam suhu ruang. Sampel air kemudian di *waterbath* selama 30 menit, kemudian sampel dapat diidentifikasi.

Analisis data mikroplastik dilakukan menggunakan mikroskop stereo dengan perbesaran 70-100 kali dan dialasi oleh milimeter blok. Kemudian mengamati jenis dan warna mikroplastik. Pengolahan data mikroplastik mengguna-



Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 1
Peta Lokasi Penelitian

kan Microsoft Excel. Analisis data meliputi pada jenis dan kelimpahan mikroplastik. Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan dapat dihitung menurut Kapo et al. (2020) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{n}{V} \quad (1)$$

Dimana, C merupakan total kelimpahan mikroplastik (partikel/liter). N merupakan jumlah mikroplastik yang ditemukan (partikel). V adalah jumlah volume air yang tersaring (liter).

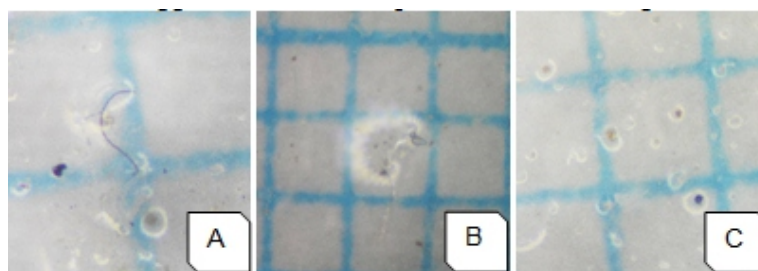
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian pada sampel air permukaan outlet limbah pabrik kertas hilir Sungai Brantas bahwa seluruh sampel telah terkontaminasi mikroplastik. Jenis yang ditemukan pada sampel ini yaitu fiber, filamen, dan fragmen. Sumber mikroplastik juga dapat berasal dari hasil fragmentasi dari plastik berukuran besar atau makro dalam proses produksi industri kertas. Mikroplastik terbawa oleh aliran sungai dan dipengaruhi oleh pasang surut, angin, dan sinar ultraviolet. Hal tersebut sama dengan pernyataan Hasibuan (2016) jenis dan bentuk mikroplastik ditentukan dari jalur masuknya.

Berdasarkan hasil penelitian yang ditemukan pada outlet limbah pabrik kertas telah didominasi mikroplastik tipe sekunder terbentuk karena abrasi fisik plastik menjadi remahan plastik dari

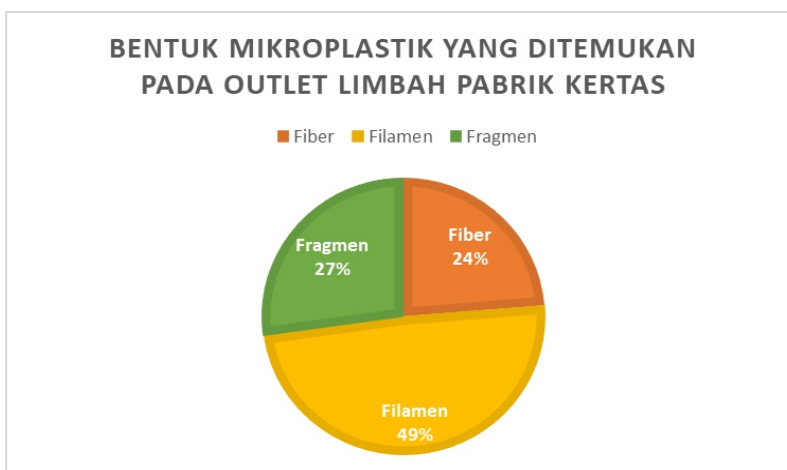
dari mikro menjadi nano dan terbentuk karena degradasi plastik. perbedaan bentuk mikroplastik dapat dilihat dari aktivitas masyarakat dan bahan baku yang digunakan dalam proses produksi industri kertas. Bentuk fiber dapat dilihat berdasarkan karakternya seperti helai rambut yang memiliki warna ataupun transparan. Fragmen memiliki bentuk yang tidak beraturan, warna yang menyala, dan berukuran sedikit tebal. Bentuk mikroplastik filamen berkarakteristik fleksibel dan tipis. Bentuk mikroplastik yang ditemukan disampel air permukaan outlet limbah pabrik kertas hilir Sungai Brantas menggunakan mikroskop stereo yang tergambar dalam Gambar 2.

Hasil penelitian total diseluruh stasiun pengambilan sampel menunjukkan bahwa jenis mikroplastik fiber, filamen, dan fragmen. Total tertinggi pada jenis filamen dengan persentase 49%, persentase tertinggi kedua fragmen dengan 27%, dan total persentase fiber terendah dengan 24%. Untuk jumlah partikel pada fiber 3132 partikel, filamen 6475 partikel, dan fragmen 3591 partikel. Total kelimpahan mikroplastik pada air permukaan dengan kedalaman 0-10 cm memiliki hasil yang cenderung tinggi karena mikroplastik sendiri memiliki densitas rendah dan melayang-layang di perairan (Sari Dewi et al., 2015). Mikroplastik jenis filamen memiliki bentuk lembaran plastik tipis dari kantong



Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 2
Bentuk Mikroplastik: a) Fiber, b) Filamen, dan c) Fragmen



Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 3
Persentase Bentuk Mikroplastik yang Ditemukan pada Outlet Limbah Pabrik Kertas

plastik, polybag, dan plastik kemasan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan beberapa industri dapat menghasilkan mikroplastik dari kemasan pembungkus atau dari alat dan bahan yang digunakan saat proses produksi. Menurut Santagata et al., (2020) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa banyaknya ditemukan sampah jenis plastik kresek bermaterial LDPE (*Low Density Polyethylene*) seperti kantong plastik, tas belanja, dan bungkus makanan.

Hasil penelitian menunjukkan jumlah rata-rata mikroplastik yang ditemukan pada seluruh stasiun pengambilan sampel sejumlah 131,98 partikel/liter. Lokasi pengambilan sampel terbagi atas sebelum, outlet, dan sesudah. Total mikroplastik sebelum outlet tertinggi pada sebelum outlet PT. Adiprima Suraprinta yaitu pada angka 2712 partikel/liter. Total tertinggi kedua yaitu pada sebelum PT. Surabaya Meka-

box pada total 1.129 partikel/liter. Ketiga yaitu pada sebelum PT. Tjiwi kimia sejumlah 495 partikel/liter, dan yang terakhir sebelum PT. Dayasa Aria Prima dengan total 446 partikel/liter. Jenis mikroplastik yang mendominasi pada sebelum outlet pada seluruh lokasi didominasi oleh mikroplastik fiber. Mikroplastik jenis fiber mudah dijumpai pada perairan disebabkan jenis tersebut bagaikan dari bahan dasar kain sintetis, jaring nelayan, maupun bahan rumah tangga (Ayu et al., 2022). Hal tersebut dikarenakan titik sebelum outlet terdapat aktivitas warga yang menghasilkan limbah domestik. Penelitian Rahma et al., (2022) pada sampel air permukaan ditemukan mikroplastik jenis fiber sebanyak 51% serta jenis mikroplastik dengan total tertinggi. Fiber mendominasi pada air permukaan disebabkan oleh densitas rendah dan ringan. Menurut Fitriyah et al., (2022) menyatakan bahwa

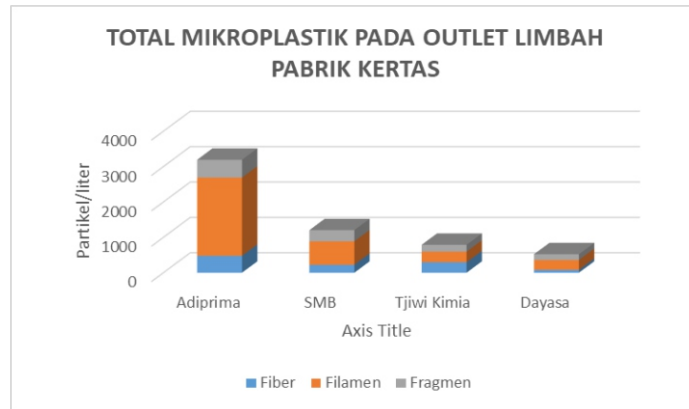
daerah dengan jumlah penduduk yang tinggi dan tergolong padat sepanjang aliran sungai dapat menghasilkan mikroplastik fiber dalam jumlah besar. Aktivitas manusia mencuci sebanyak 6 kg bahan sintesis melepaskan mikroplastik jenis fiber berkisar 137.951-728.729 partikel. Banyak warga khususnya Kota Surabaya mencuci dan maraknya bisnis laundry yang tidak memiliki fasilitas pengolahan limbah, sehingga air limbah pencucian secara umum dibuang ke saluran yang bermuara di sungai.

Mikroplastik pada outlet limbah pabrik kertas yang mengalami total melimpah pertama yaitu pada outlet PT. Adiprima Suraprinta yang berjumlah 3193 partikel/liter. Kelimpahan kedua pada outlet PT. Surabaya Mekabox dengan jumlah 1204 partikel/liter. Kemudian disusul oleh outlet PT. Tjiwi Kimia 890 partikel/liter dan yang terakhir yaitu outlet PT. Dayasa Aria Prima 523 partikel/liter. Mikroplastik pada outlet limbah industri kertas mengalami peningkatan total kelimpahan. Hal tersebut disebabkan oleh dalam proses produksi kertas menggunakan bahan baku plastik. Pada outlet limbah pabrik kertas jenis mikroplastik didominasi oleh jenis filamen. Jenis mikroplastik berbentuk filamen berasal dari pecahan plastik yang memiliki ukuran sangat tipis. Hasil penelitian Febriani et al., (2020) kelimpahan mikroplastik jenis filamen ditemukan tertinggi dibandingkan dengan tipe lainnya dengan persentase 67,7%-74,1%. Persentase filamen lebih tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya. Hal tersebut disebabkan mikroplastik jenis filamen memiliki densitas lebih rendah sehingga lebih mudah di transportasikan.

Berdasarkan aliran pada sungai mikroplastik juga ditemukan pada sesudah outlet limbah pabrik kertas. Mikroplastik pada sesudah outlet terhitung menurun dapat dilihat padagambar . Total mikroplastik tertinggi pada PT. Adiprima Suraprinta sebanyak 1800 Partikel/liter. Urutan kedua jumlah

mikroplastik tertinggi ialah PT. Surabaya Mekabox yang berjumlah 1045 Partikel/liter. Urutan selanjutnya disusul oleh PT. Tjiwi Kimia dan PT. Dayasa Aria Prima dengan jumlah 891 partikel/liter dan 554 partikel/liter. Hasil identifikasi pada titik sesudah outlet mengalami penurunan kembali dibandingkan dengan hasil pada outlet. Total keberadaan mikroplastik menurun diduga berasal dari volume tampung dari sungai, debris akuatik, dan pada PT. Dayasa Aria Prima terdapat aktivitas tambangan yang beroperasi. Jenis mikroplastik yang dominan pada outlet sesudah yaitu filamen berjumlah 2083 partikel/liter, kemudian fiber 1189 partikel/liter, dan fragmen 1018 partikel/liter. Hal tersebut diduga jumlah filamen yang tinggi berasal dari outlet limbah pabrik kertas. Fiber mengalami kenaikan kembali yang berasal dari outlet limbah dan terakumulasinya limbah domestik serta aktivitas memancing di sekitar lokasi tersebut. Fragmen pada keempat lokasi ini juga mendapatkan hasil yang cukup tinggi namun selalu menjadi bentuk mikroplastik dengan total terendah. Berdasarkan Lolodo & Nugraha, (2020) menjelaskan bahwa, jenis mikroplastik fiber termasuk dalam jenis polimer polyester sedangkan jenis mikroplastik filamen termasuk dalam jenis polimer polietilen. Nilai gravitasi spesifik dapat menentukan densitas polimernya. Nilai keduanya saling berkaitan dimana nilai densitas jenis fiber yang termasuk polimer poliester bernilai 1,35. Nilai dari jenis mikroplastik filamen termasuk dalam polimer polietilen pada angka 0,91-0,95 (Wang et al., 2018).

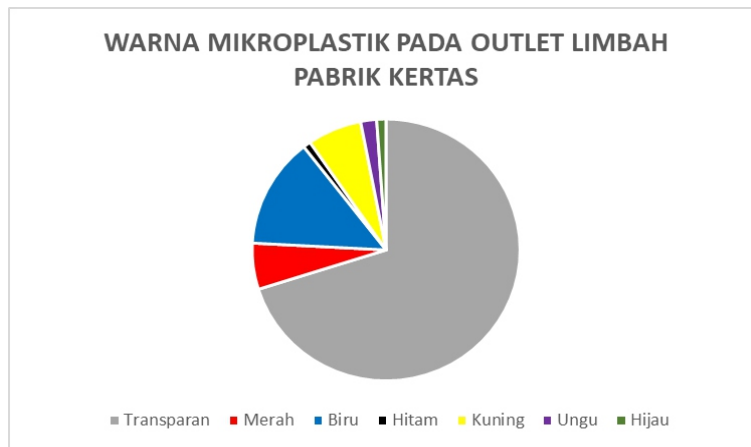
Warna mikroplastik yang ditemukan cukup bervariasi yaitu, merah, hitam, biru, kuning, ungu, hijau, dan transparan. Warna transparan mendapatkan jumlah tertinggi dengan persentase 70% atau 9529 partikel/liter. Persentase pada warna terendah yaitu warna hitam dan hijau dengan persentase masing-masing 1%, warna hitam berjumlah 124 partikel/liter dan warna



Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 4

Total Mikroplastik pada Outlet Limbah Pabrik Kertas



Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 5

Warna Mikroplastik pada Outlet Limbah Pabrik Kertas

hijau 154 partikel/liter. Warna pada mikroplastik yang telah diidentifikasi diduga berasal dari warna awal atau warna murninya yang dapat berasal dari cucian kain sintetis maupun warna pada kemasan plastik. Menurut Dekiff et al., (2014) menyatakan bahwa warna merah dan biru merupakan salah satu warna buatan yang berasal dari proses antropogenik. Warna pada mikroplastik juga terdapat yang pekat dan pudar. Hal tersebut dipengaruhi oleh terjadinya proses degradasi dengan sinar matahari (UV). Mikroplastik dengan warna yang masih pekat diduga mikroplastik tersebut belum mengalami perubahan warna (*discolouring*) secara signifikan. Warna pada mikroplastik yang mendominasi ialah warna putih, biru, dan merah. Sesuai dengan penelitian Castro et al. (2016) yang menemukan mikroplastik berwarna biru

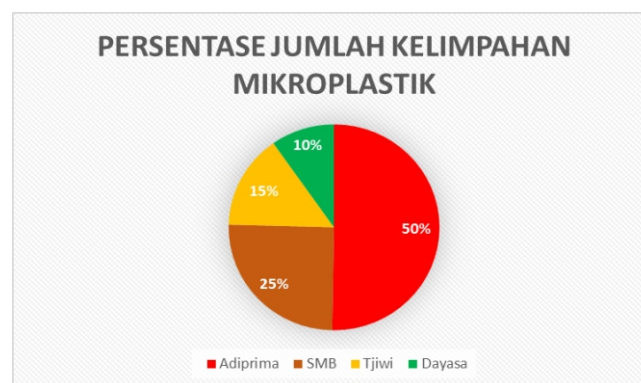
sejumlah 60% disampel air. Sedangkan pada jenis filamen dan foam didominasi oleh warna putih, warna tersebut diduga berasal dari kantong plastik dan gabus penyimpanan. Berbeda dengan penelitian Laksono et al., (2021) warna yang paling banyak ditemukan yaitu warna hitam dengan total 200 partikel sedangkan jumlah terendah ialah warna bening sebanyak 10 partikel dan ungu sejumlah 2 partikel. Warna yang terkandung dalam mikroplastik juga dapat digunakan untuk mengetahui dari jenis polimer apa mikroplastik tersebut dan lama terpapar sinar UV yang akan terjadi proses oksidasi polimer. Warna bening atau transparan pada mikroplastik diakibatkan fragmentasi dari plastik yang belum lama terpapar sinar UV. Warna hitam mengindikasikan mikroplastik berasal dari polimer jenis *Polistirena* (PS) atau poli-



Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 6

Kelimpahan Mikroplastik pada Outlet Limbah Pabrik Kertas



Sumber: Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 7

Persentase Jumlah Kelimpahan Mikroplastik

propilena (PP) dengan kandungan kimia PAH's (*Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*) (Clark et al., 2016).

Kelimpahan mikroplastik pada pabrik kertas tertinggi ditemukan pada outlet limbah PT. Adiprima Suraprinta yaitu, 10,75 partikel/liter. Hal tersebut diduga penyebab melimpahnya mikroplastik dari bahan baku yang digunakan yaitu *waste paper* dari sampah impor yang melalui proses produksi kertas. Bahan baku *waste paper* di Mikroplastik tidak dapat terurai atau hilang namun dia hanya berubah bentuk menjadi ukuran mikro maupun nano. Sedangkan kelimpahan terendah ditemukan pada sebelum outlet PT. Dayasa Aria Prima pada 1,78 partikel/liter. Kelimpahan pada PT. Adiprima Suraprinta sangat fluktuatif dibanding dengan perusahaan lainnya baik di sebelum, outlet, maupun sesudah.

Menurut Karthik et al., (2018) mengkategorikan dampak pencemaran mikroplastik lebih dari 50% dikategorikan tercemar berat, 15-50% dikategorikan tercemar sedang, dan kurang dari 15% dikategorikan sebagai tercemar rendah. Hasil persentase kelimpahan mikroplastik di outlet PT Adiprima dengan persentase 50% dapat dikategorikan pada wilayah tercemar berat. Outlet PT Surabaya Mekabox dengan persentase 25% dan PT Tjiwi Kimia menghasilkan persentase 15%, kedua industri ini dikategorikan sebagai wilayah tercemar ringan. Outlet PT Dayasa Aria Prima hanya mendapatkan persentase 10% serta dapat dikategorikan sebagai wilayah tercemar ringan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian komposisi mikroplastik pada air permukaan outlet

limbah pabrik kertas hilir Sungai Brantas yaitu, fiber, filamen, dan fragmen. Warna yang ditemukan pada sampel ini merah, kuning, biru, hitam, ungu, hijau, dan transparan atau bening. PT. Adiprima Suraprinta mendapatkan kelimpahan mikroplastik tertinggi berjumlah 26,35 partikel/liter, sedangkan PT. Dayasa Aria Prima dengan kelimpahan mikroplastik terendah pada 5,2 partikel/liter. Bentuk mikroplastik yang mendominasi yaitu filamen yang berasal dari kertas kresek dan bungkus makanan yang digunakan dalam proses produksi industri kertas. Oleh karena itu perlu adanya peran pemerintah guna mengawasi aktivitas pembuangan limbah industri yang penyumbang mikroplastik di Jawa Timur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada ECOTON Foundation yang telah menyediakan sarana dan prasarana sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustira, R., Lubis, K. S., & Jamilah. (2019). Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air Dan Debit Sungai Pada Kawasan Das Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Tjyybjb.Ac.Cn*, 3(2), 58-66. <http://www.tjyybjb.ac.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=9987>
- Aini, N., & Setyowati, L. (2020). Identifikasi Fungsi Status Respirasi Pada Pekerja Pabrik Akibat Dampak Dari Limbah Pabrik Kertas. *Jurnal Kesehatan Mesencephalon*, 6(1), 31-36. <https://doi.org/10.36053/mesencephalon.v6i1.190>
- Ariyunita, S., Subchan, W., Alfath, A., Wardatun Nabilla, N., & Nafar, S. A. (2022). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Dan Gastropoda Di Sungai Bedadung Segmen Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember. *Jurnal Biosense*, 5 (2) , 4 7 - 5 1 . <https://doi.org/10.36526/biosense.v5i2.2267>
- Ayu, C., Susanto, Z., Fitria, S. N., Purwaningrum, D., Fadila, M. D., & Chandra, A. B. (2022). *Study of Microplastic Abundance in Various Sediment Textures in the*. 3(4), 143-150.
- Castro, A. J., Castro, H., García-Llorente, M., & Quintas-Soriano, C. (2016). Impacts of land use change on ecosystem services and implications for human well-being in Spanish drylands. *Land Use Policy*, 54, 534-548. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.011>
- Clark, J. R., Cole, M., Lindeque, P. K., Fileman, E., Blackford, J., Lewis, C., Lenton, T. M., & Galloway, T. S. (2016). Marine microplastic debris: a targeted plan for understanding and quantifying interactions with marine life. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(6), 317-324. <https://doi.org/10.1002/fee.1297>
- Dekiff, J. H., Remy, D., Klasmeier, J., & Fries, E. (2014). Occurrence and spatial distribution of microplastics in sediments from Norderney. *Environmental Pollution*, 186, 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.11.019>
- Febriani, I. S., Amin, B., & Fauzi, M. (2020). Distribusi mikroplastik di perairan Pulau Bengkalis Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. *Depik*, 9(3), 386-392. <https://doi.org/10.13170/depik.9.3.17387>
- Fitriyah, A., Insafitri, I., & Nugraha, W. A. (2022). Mikroplastik pada Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Tebul Kecamatan Kwanyar Kabupaten Bangkalan Madura. *Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan*, 13(1), 8-16. <https://doi.org/10.35316/jsapi.v13i1.1218>
- Hasibuan, R. (2016). Analisis dampak limbah/sampah rumah tangga terhadap lingkungan hidup. *Jurnal Ilmiah "Advokasi,"* 04(01), 42-52. <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=jurnal+issn+rosmidah+hasibuan>

- Kapo, F. A., Toruan, L. N. L., & Paulus, C. A. (2020). The types and abundance of microplastics in surface water at Kupang Bay. *Jurnal Bahari Papadak*, 1(1), 10-21.
- Karthik, R., Robin, R. S., Purvaja, R., Ganguly, D., Anandavelu, I., Raghuraman, R., Hariharan, G., Ramakrishna, A., & Ramesh, R. (2018). Microplastics along the beaches of southeast coast of India. *Science of the Total Environment*, 645, 1388 - 1399. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.242>
- Laksono, O. B., Suprijanto, J., & Ridlo, A. (2021). Kandungan Mikroplastik pada Sedimen di Perairan Bandengan Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*, 10(2), 158 - 164. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i2.29032>
- Lolodo, D., & Nugraha, W. A. (2020). Mikroplastik Pada Bulu Babi Dari Rataan Terumbu Pulau Gili Labak Sumenep. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 12(2), 112-122. <https://doi.org/10.21107/jk.v12i2.6267>
- Margali, G. E., Rate, P. Van, & Maramis, J. B. (2017). Analisis Akurasi Model Prediksi Financial Distress Altman, Springate, Ohlson dan Grover (Studi Kasus pada Perusahaan PT. Dayaindo Resources International Tbk dan PT. Surabaya Agung Industri Kertas dan Pulp Tbk yang Telah Bangkrut). *Jurnal EMBA*, 5(2), 1493-1502.
- Nugraheni, R., & Wijayati, E. W. (2021). Implementasi Kebijakan Pencegahan Pencemaran Air Permukaan oleh Air Limbah Industri di Daerah Aliran Sungai Brantas Kediri. *JUMANTIK (Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan)*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.30829/jumantik.v6i1.7227>
- Rahma, S., Nurhakim, A. N., Hadiyawati, U., & Hidayati, N. V. (2022). Komposisi dan Distribusi Sampah Makro dan Meso Di Sungai Keruh, Bumiayu, Kabupaten Brebes. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 12(2), 117-131.
- Santagata, C., Iaquaniello, G., Salladini, A., Agostini, E., Capocelli, M., & De Falco, M. (2020). Production of low-density poly-ethylene (LDPE) from chemical recycling of plastic waste: Process analysis. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119837. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119837>
- Sari Dewi, I., Aditya Budiarsa, A., & Ramadhan Ritonga, I. (2015). Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, 4(3), 121-131. <https://doi.org/10.13170/depik.4.3.2888>
- Sidjabat, F. N., Alwi, V., & Puspitasari, Y. (2021). Pengukuran Timbal Pada Air Sungai Dan Bioindikator Lokal Di Sungai Brantas Kota Kediri, Provinsi Jawa Timur Measuring Of Lead In River Water And Local Bioindicators in Brantas River Kediri City, East Java Province Sungai Brantas adalah sungai luas Provi. *January*, 161-173.
- Suryono, D. D. (2019). Sampah Plastik di Perairan Pesisir dan Laut : Implikasi Kepada Ekosistem Pesisir Dki Jakarta. *Jurnal Riset Jakarta*, 12(1), 17-23. <https://doi.org/10.37439/jurnaldrd.v12i1.2>
- Wang, X., Wang, L., Zhang, J., Yin, W., Hou, J., Zhang, Y., Hu, C., Wang, G., Zhang, R., Tao, Y., & Yuan, J. (2018). Dose-response relationships between urinary phthalate metabolites and serum thyroid hormones among waste plastic recycling workers in China. *Environmental Research*, 165 (January), 63 - 70. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.04.004>