

Identifikasi Karakteristik dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Sampel Air Kali Surabaya

✉Anisa Safari Putri, Lilis Nurhalimah & Maya Firda Azzahra

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Kali Surabaya merupakan bagian dari sistem aliran Sungai Brantas Hilir. Kali Surabaya mengalir dari Dam Mlirip Mojokerto sampai Dam Jagir Surabaya dengan panjang total 41 km. Sepanjang Kali Surabaya banyak ditemukan sampah plastik dari limbah rumah tangga karena padatnya pemukiman, adanya limbah industri, aktivitas nelayan, dan lain-lain. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik dan kelimpahan mikroplastik di Kali Surabaya. Penelitian ini menggunakan metode purposive sampling dengan 9 stasiun pengambilan sampel dan metode NOAA untuk melakukan preparasi mikroplastik. Hasil penelitian ditemukan empat tipe mikroplastik yaitu filamen sebesar 644 partikel, fiber sebanyak 370 partikel, fragmen sebanyak 42 partikel, dan film sebanyak 20 partikel. Tipe Filamen yang ditemukan bersumber dari degradasi kantong plastik sekali pakai, tipe fiber bersumber dari sisa alat pancing nelayan maupun serat pakaian, tipe fragmen bersumber dari degradasi plastik dengan densitas yang lebih tinggi seperti galon dan tipe film bersumber dari sampah bungkus makanan.

Kata Kunci : Air, Kali Surabaya, Kelimpahan, Mikroplastik

Identification of Characteristics and Abundance of Microplastic in Surabaya River

ABSTRACT

Surabaya River is part of the Brantas Hilir River flow system. Surabaya River flows from Mojokerto Mlirip Dam to Surabaya Jagir Dam with a total length of 41 km. Along the Surabaya River, you can find a lot of plastic waste from household waste due to dense settlements, industrial waste, fishing activities, and others. The purpose of this study was to determine the characteristics and abundance of microplastics in the Surabaya River. This research uses the method purposive sampling with 9 sampling stations and the NOAA method for preparing microplastics. The results of the study found four types of microplastics, namely filaments of 644 particles, fibers of 370 particles, fragments of 42 particles, and films of 20 particles. The type of filament found came from the degradation of single-use plastic bags, the type of fiber came from leftover fishing rods and clothing fibers, the type of fragments came from degradation of plastic with a higher density such as gallons and the type of film came from food packaging waste.

Keywords: Water, Surabaya River, Abundance, Microplastic

PENDAHULUAN

Sungai adalah wadah air alami yang terbentuk diatas permukaan bumi berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya mulai dari bagian hulu sampai muara. Sungai dibatasi bagian kanan dan kiri oleh garis sempadan (Peraturan Menteri PUPR Nomor 21 Tahun 2020). Kali Surabaya merupakan salah satu sungai yang berada di Provinsi Jawa Timur dan menjadi sungai utama di Kota Surabaya. Kali Surabaya termasuk bagian dari aliran Sungai Brantas Hilir (Pradana *et al.*, 2019). Panjang total

aliran Kali Surabaya yaitu 41 km yang mengalir dari Dam Mlirip Mojokerto sampai Dam Jagir Surabaya. (Yulfiah *et al.*, 2019). Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tentang Penetapan Kelas Air pada Air Sungai, Kali Surabaya berdasarkan kelas sungai tergolong sebagai kelas II yang pemanfaatannya untuk irigasi lahan pertanian, budidaya ikan air tawar, peternakan, atau peruntukan lainnya yang sesuai dengan tingkat kualitas air.

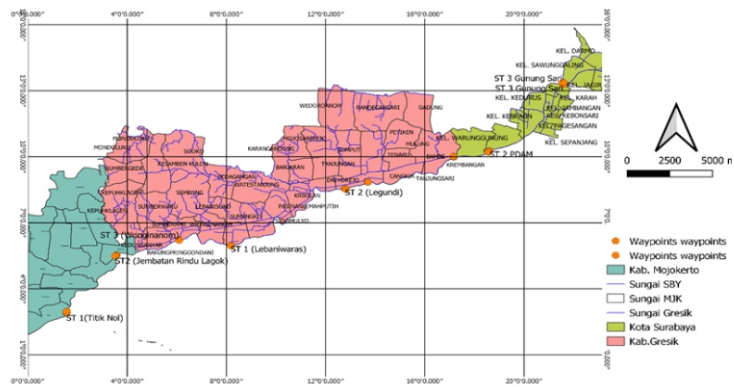
✉ Corresponding author :
Address : Tangerang, Banten
Email : anisasafariputri@gmail.com

Kali Surabaya mengalir melewati Kota Surabaya, Kota Mojokerto, dan Kabupaten Gresik. Kota Surabaya merupakan ibu kota Provinsi Jawa Timur dengan jumlah penduduk terbesar kedua. Kabupaten Gresik memiliki jumlah penduduk sebesar 1.311.215 jiwa pada tahun 2020 (BPS Kabupaten Gresik, 2020). Sedangkan Kota Mojokerto memiliki jumlah penduduk sebesar 132.434 jiwa (BPS Kota Mojokerto, 2020). Menurut data Badan Pusat Statistik Surabaya menyatakan bahwa Kota Surabaya memiliki jumlah penduduk sebesar 2.880.284 jiwa pada tahun 2021 dengan kepadatan penduduk sebesar 8.612 jiwa/km. Bertambahnya populasi penduduk di Kota Surabaya menjadi salah satu faktor dibangunnya rumah masyarakat di sempadan Kali Surabaya. Menurut ECOTON (2014), sepanjang Kali Surabaya yang berada di Kecamatan Driyorejo dan Wringinanom Kabupaten Gresik ditemukan lebih dari 1.000 bangunan permukiman, sarana umum, dan tempat usaha yang berdiri secara permanen di bantaran Kali Surabaya. Menurut Dinas Kebersihan dan Pertamanan (2015) jumlah timbulan sampah Kabupaten Gresik mencapai 3.000 m³ atau 900 ton/hari dengan kemampuan angkut sebesar 416 m³ atau 125 ton/hari (Wardhani & Harto, 2018).

Jumlah penduduk yang besar dan padat diiringi dengan peningkatan dari volume sampah yang dihasilkan oleh penduduk Kota Surabaya, Kota Mojokerto, dan juga Kabupaten Gresik mengakibatkan banyaknya pencemaran di Kali Surabaya. Salah satunya pencemaran oleh sampah plastik. Kepala Pusat Penelitian Infrastruktur Berkelanjutan ITS Surabaya menyatakan bahwa produksi sampah di tahun 2019 didominasi oleh sampah plastik sekali pakai (*Single Used Plastic*) dengan persentase 14% dari total sampah yang mencapai 1.800 ton/hari. Kondisi tersebut menjadikan adanya Peraturan Walikota Surabaya Nomor 16 Tahun 2022 yang diterbitkan pada 9 Maret 2022. Peraturan tersebut berisi perintah Pengurangan Penggunaan Kantong Plastik di Kota Surabaya untuk menekan penggunaan plastik sekali pakai. Namun faktanya masih banyak sampah plastik yang dihasilkan oleh masyarakat sehingga mencemari badan sungai.

Produksi sampah yang semakin meningkat menjadi pencemar utama yang mendominasi di wilayah sungai. Pernyataan ini diperkuat pada pernyataan Dhokhikah dan Trihadiningrum (2012), bahwa sebanyak 2,9% sampah terbuang ke sungai. Sampah plastik memiliki ketahanan kuat dan sifat yang berkelanjutan sehingga mengalami peningkatan produksi dengan tingkat pemulihan sampah yang rendah. Hal itu menyebabkan terjadinya akumulasi serpihan plastik di sepanjang perairan terutama sungai (Barnes *et al.*, 2009). Polimer plastik sulit terurai secara biologis, namun dapat terpecah menjadi bagian yang lebih kecil akibat radiasi UV dan arus air. Partikel plastik menurut ukurannya terbagi menjadi makroplastik yang berukuran lebih dari 2,5 cm, mesoplastik berukuran 2,5 cm sampai 5 mm, dan mikroplastik yaitu yang berukuran kurang dari 5 mm (Napper *et al.*, 2015).

Mikroplastik berasal dari dua sumber yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer merupakan plastik yang sengaja dibuat untuk bahan dasar seperti pellet, serat tekstil, kemasan, dan keperluan industri sedangkan Mikroplastik sekunder adalah mikroplastik yang mengalami degradasi lingkungan secara fisika maupun kimia menjadi mikroplastik. Mikroplastik sekunder mudah terakumulasi di badan perairan karena memiliki ukuran yang sangat kecil (Gupta *et al.*, 2022). Sungai diprediksi menjadi jalur transportasi dari partikel-partikel plastik ke laut (Lestari *et al.*, 2020). Mikroplastik yang masuk ke badan perairan sungai akan berdampak terhadap lingkungan perairan dan kehidupan biota di dalamnya (Nurfitriyani Sulistyio *et al.*, 2020). Banyak hasil penelitian yang menyatakan bahwa mikroplastik telah dikonsumsi oleh hampir seluruh organisme (Gupta *et al.*, 2022) seperti biota perairan sungai yang berpotensi masuk kedalam tubuh manusia melalui konsumsi makanan (Babel & Dork, 2021). Ukuran mikroplastik yang sangat kecil memudahkan untuk termakan oleh organisme yang memiliki kebiasaan memakan partikulat yang menurutnya sesuai dengan makanan aslinya. Organisme tersebut seperti zooplankton, moluska, ikan, *crustacea*, dan hewan-hewan akuatik lainnya (Franzellitti *et al.*, 2019). Mikroplastik yang



Sumber: Data Primer, 2022

Gambar 1

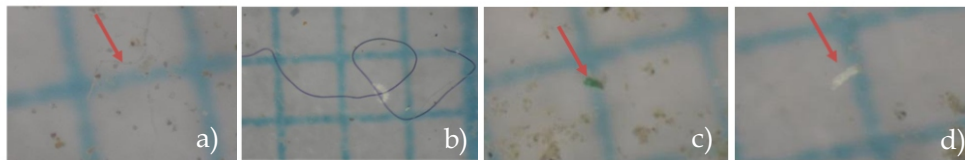
Peta Pengambilan Sampel Mikroplastik

telah dikonsumsi oleh biota berpotensi masuk kedalam tubuh manusia melalui rantai makanan akibat mengonsumsi biota yang telah memakan mikroplastik. Air permukaan Kali Surabaya dimanfaatkan oleh masyarakat Kota Surabaya untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Air Kali Surabaya dimanfaatkan sebagai air baku PDAM Kota Surabaya (Fitriatien et al., 2014). Sementara itu Kali Surabaya telah terkontaminasi mikroplastik dengan kelimpahan tertinggi berada di titik Driyorejo sebesar 13,33 partikel/ m^3 (Wijaya dan Trihadiningrum, 2019).

Penelitian identifikasi mikroplastik di air Kali Surabaya bertujuan untuk memperbarui penelitian sebelumnya mengenai karakteristik mikroplastik dan kelimpahan di Kali Surabaya. Karakteristik mikroplastik yang diamati berupa tipe dan warna mikroplastik. Penelitian akan berfokus pada keberadaan mikroplastik pada sampel air di Kali Surabaya berdasarkan akumulasi sampah plastik dari limbah rumah tangga karena padatnya pemukiman, adanya limbah industri, aktivitas nelayan, dan lain-lain. Pemanfaatan Kali Surabaya untuk kebutuhan masyarakat terutama PDAM menjadi hal yang diperhatikan apakah terdapat kontaminasi mikroplastik yang dapat mengganggu kesehatan biota di Kali Surabaya maupun manusia yang menduduki tingkat tertinggi dalam rantai makanan.

METODE PENELITIAN

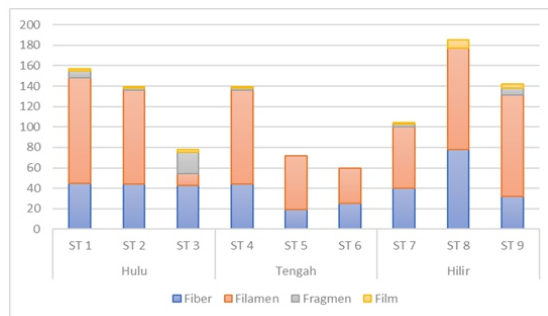
Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2022 di segmen hulu hingga hilir Kali Surabaya dengan 9 stasiun dan 3 kali ulangan. Lokasi penelitian di Kali Surabaya dapat dilihat pada Gambar 1. Pengambilan sampel air dilakukan menggunakan *microplastic scan* dengan menyaring air sebanyak 100 liter kemudian disimpan dalam botol sampel. Sampel kemudian dipreparasi berdasarkan Metode *National Oceanic and Atmospheric Administration* (2015). Tahap awal dilakukan penyaringan sampel air dengan menggunakan kertas nilon 300 mesh kemudian ditambahkan larutan H_2O_2 30% 20 ml dan $FeSO_4$ 0,05 M 5 tetes. Sampel diinkubasi ± 24 jam dan di *waterbath* ± 30 menit. Sampel disaring kembali dan diletakan pada cawan petri dengan melarutkan NaCl 30% untuk proses identifikasi di laboratorium. Mikroplastik lalu diidentifikasi menggunakan mikroskop binokular stereo dengan perbesaran 4x10 dan mikroskop Digital Wais yang dilengkapi Sanqtid DX-300. Analisis data deskriptif dilakukan terhadap jenis, bentuk, warna, ukuran, jumlah, dan juga kelimpahan mikroplastik.. Hasil analisis data akan ditampilkan dalam bentuk tabel atau grafik pada masing-masing lokasi pengambilan sampel. Kelimpahan mikroplastik dapat dihitung menggunakan rumus dari (Masura et al, 2015):



Sumber : Data Penelitian, 2022

Gambar 2

Tipe Mikroplastik di Air Kali Surabaya
(a)Filamen, (b) Fiber, (c) Fragmen, (d) Film



Sumber: Data Primer, 2022

Gambar 3

Jumlah Tipe Mikroplastik di Air Kali Surabaya

Tabel 1
Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik di Air Kali Surabaya

Segmen	Lokasi	Tipe Mikroplastik				Kelimpahan (partikel/m ³)
		Fiber	Filamen	Fragmen	Film	
Hulu	ST 1	45	103	7	2	1570
	ST 2	44	92	2	1	1390
	ST 3	43	11	21	3	780
Tengah	ST 4	44	92	2	1	1390
	ST 5	19	53	0	0	702
	ST 6	25	35	0	0	603
Hilir	ST 7	40	60	3	1	1040
	ST 8	78	99	0	8	1805
	ST 9	32	99	7	4	1420

Sumber : Data Primer, 2022

$$C = \frac{\text{Jumlah Partikel (n)}}{\text{Volume Tersaring (V)}} \quad (1)$$

Dimana C mewakili kelimpahan mikroplastik dengan satuan partikel/liter, (n) mewakili jumlah partikel mikroplastik yang tersaring dengan satuan partikel, dan (V) mewakili volume air yang tersaring dalam satuan liter.

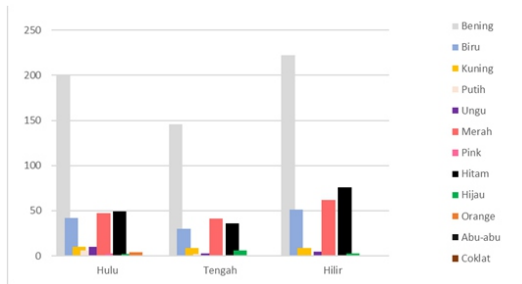
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian identifikasi mikroplastik Kali Surabaya ditemukan empat tipe mikroplastik yaitu filamen, fiber, fragmen, dan film yang ditunjukkan pada Gambar 2. Hal ini menunjukkan bahwa pada segmen hulu hingga hilir di Kali Surabaya telah positif terkontaminasi oleh mikroplastik

seperti Gambar 3. Tipe mikroplastik yang umum ditemukan pada seluruh stasiun penelitian yaitu filamen sebesar 644 partikel, fiber sebanyak 370 partikel, disusul oleh fragmen 42 partikel, dan paling sedikit film sebanyak 20 partikel. Tipe mikroplastik yang mendominasi pada segmen hulu hingga hilir didominasi oleh filamen, lalu fiber, fragmen, dan film seperti pada Tabel 1. Degradasi botol, kantong plastik, dan gelas plastik sekali pakai menjadi sumber mikroplastik tipe filamen (Sugandi et al., 2021). Selain itu, kegiatan penangkapan ikan seperti menggunakan perahu, jaring, dan peralatan lainnya juga dapat menghasilkan filamen (Katsanevakis dan Katsarou, 2004). Seperti serat, filamen memiliki bentuk tidak beraturan, warna putih buram, dan warna lebih bening (Frias et al., 2018).

Mikroplastik tipe fiber bersumber dari degradasi tekstil, tali, dan berbagai peralatan penangkapan ikan, termasuk jaring dan kantong plastik (Nurfitriyani Sulistyono et al., 2020). Fiber memiliki bentuk seperti benang dengan tebal yang sama pada keseluruhan panjangnya (Hidalgo-Ruz et al., 2012). Mikroplastik tipe fragmen memiliki bentuk yang tidak beraturan (Hartmann et al., 2019). Fragmen berasal dari degradasi makroplastik yang bersifat tebal dan kaku karena paparan sinar ultraviolet, arus air sungai, material oksidatif plastik, dan lain-lain (Andrady, 2011). Film merupakan mikroplastik hasil degradasi tas plastik dan bungkus makanan yang bersifat lentur, memiliki bentuk lembaran, dan tembus pandang (Kovač Viršek et al., 2016).

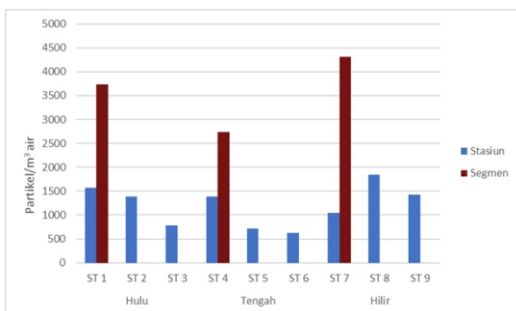
Mikroplastik ditemukan dalam warna antara lain biru, kuning, putih, ungu, merah, hitam, hijau, oranye, coklat, dan abu-abu yang ditunjukkan pada Gambar 4. Warna bening menjadi warna mikroplastik yang umum ditemukan sejumlah 568 partikel, sedangkan coklat dan abu-abu hanya me-



Sumber: Data Primer, 2022

Gambar 4

Warna Mikroplastik di Air Kali Surabaya



Sumber: Data Primer, 2022

Gambar 5

Kelimpahan Mikroplastik di Air Kali Surabaya

nyumbang satu partikel masing-masing. Warna mikroplastik dapat memberikan sebuah informasi mengenai sumber pencemaran limbah atau keadaan mikroplastik tersebut (Ryan et al., 2019). Lamanya mikroplastik terpapar sinar matahari serta proses oksidasi yang menghasilkan perubahan warna pada mikroplastik menyebabkan perbedaan warna pada mikroplastik (Browne, 2015).

Mikroplastik yang berwarna hitam diduga berasal dari proses pemanasan selama pengolahan hingga mengalami perubahan warna yang awalnya berwarna cerah berubah menjadi hitam (gelap) (Gunawan et al., 2021). Menurut Fauzi (2016) plastik akan mengalami perubahan warna apabila dipanaskan. Selain itu, mikroplastik hitam menunjukkan bahwa polutan telah diserap oleh mikroplastik. Warna merah, biru, dan hijau merupakan warna sintetik yang dihasilkan dari aktivitas manusia (Dektiff, 2014). Mikroplastik berwarna putih karena kantong plastik dan gabus yang dibuang sembarangan (Hastuti et al., 2014). Warna mikroplastik menunjukkan lamanya mikroplastik mengalami fotodegradasi oleh sinar matahari (UV) (Kapo et al., 2020).

Kelimpahan mikroplastik pada seluruh stasiun pengambilan sampel terlihat pada Gambar 5. Kelimpahan mikroplastik tertinggi berturut-turut diperoleh pada segmen hilir dengan jumlah 4310 partikel /m³, segmen hulu dengan jumlah 3740 partikel /m³ dan segmen tengah dengan jumlah 2740 partikel/m³. Kelimpahan mikroplastik pada segmen hulu Kali Surabaya tergolong tinggi dikarenakan pada bagian ini merupakan bagian hilir Sungai Brantas yang padat akan kegiatan industri. Menurut Jawa Pos (2018) pada wilayah ini terdapat banyak usaha, beberapa diantaranya masih belum memiliki sistem pengelolaan air dan limbah (IPAL). Sekitar 70% industri memiliki kapasitas untuk mengeluarkan polusi cair, termasuk pembuatan tahu, pengolahan logam dan tekstil, serta beberapa industri sektor lainnya yang membuang limbah secara langsung ke sungai.

Distribusi kelimpahan mikroplastik pada segmen tengah Kali Surabaya mengalami penurunan dibandingkan dengan segmen hilir. Hal ini dikarenakan morfologi aliran sungai mulai Titik Nol Mlirip, Mojokerto menuju titik Desa Lebaniwaras, Gresik terdapat banyak belokan atau *meander*. Tibbetts et al., (2018) menambahkan bahwa *meander* (belokan) pada morfologi aliran sungai mampu menyebabkan terjadinya penurunan kecepatan aliran, sehingga terjadi pengendapan sedimen yang berpotensi untuk mengakibatkan *settle* pada partikel mikroplastik. Hal tersebut menyebabkan penurunan partikel mikroplastik karena diduga mikroplastik akan mengendap di dasar perairan sebelum mencapai segmen tengah perairan. Adapun yang telah mempengaruhi penurunan kelimpahan mikroplastik yaitu faktor waktu sampling.

Jumlah kelimpahan mikroplastik pada penelitian ini mengalami peningkatan kelimpahan jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang mengambil titik Driyorejo, Bambe, dan Karangpilang. Kelimpahan mikroplastik pada daerah studi di titik bambe sebesar 603 partikel /m³, titik Driyorejo sebesar 1040 partikel /m³, dan titik Karangpilang 1805 partikel /m³. Sedangkan kelimpahan mikroplastik di *Referensi Site* masing-masing sejumlah 32,38 partikel/m³ untuk titik Driyorejo,

7.139 partikel/m³ untuk titik Bambe, 14.857 partikel/m³ untuk titik Karang Pilang. Salah satu faktor penyebab perbedaan kelimpahan mikroplastik yaitu timbunan sampah dan pengelolaan dari sampah yang tidak teratur. Menurut Dinas Kebersihan dan Pertamanan (2015) jumlah timbunan sampah sisa yang tidak bisa dikelola di Kota Surabaya mencapai 2.000 m³ per hari. Kondisi ini tidak jauh berbeda dengan timbunan sampah yang ada di Kabupaten Gresik yang memproduksi sampah sekitar 900 ton/hari dengan kemampuan angkut hanya 125 ton/hari sehingga hanya 15-30% sampah yang dapat dikelola. Selain itu pertumbuhan penduduk dan pola kehidupan masyarakat yang semakin konsumtif sehingga meningkatkan volume sampah serta keberagaman sampah dihasilkan (Wardhani & Harto, 2018).

Nilai kelimpahan mikroplastik tertinggi terdapat pada segmen hilir Kali Surabaya dikarenakan pada bagian hilir merupakan akumulasi pencemar dari bagian hulu (Machairiyah et al., 2020). Kelimpahan mikroplastik dipengaruhi oleh besarnya tekanan antropogenik aktivitas manusia di sekitar kawasan tersebut. Adapun pada segmen tengah yakni stasiun 4 terdapat aktivitas perahu tambang dan banyak sampah botol plastik, sachet, dan lain-lain, stasiun 5 terdapat Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) dari PT. Dayasa dan pada stasiun 6 terdapat TPS (Tempat Pembuangan Sampah) tepat di sempadan sungai yang tidak dikelola dengan baik dan hanya dibakar. Sementara pada segmen hilir pada stasiun 8 terdapat pemukiman warga di bantaran sungai sekaligus membuat peternakan rumahan yaitu kandang ayam dan bebek, serta membuang sampah rumah tangga langsung ke badan sungai. Hasibuan et al., (2020) menambahkan bahwa faktor lingkungan dapat mempengaruhi nilai kelimpahan dan distribusi mikroplastik yang meliputi arus gelombang, arah angin, hidrodinamika, dan pasang surut.

Mikroplastik dalam tubuh akan dikeluarkan melalui aksi mekanik yaitu batuk, bersin, transport limfatik, sistem mukosiliaris, dan fagositosis makrofag (Supit dkk., 2022). Hal ini dibuktikan dalam penelitian Dris et al. (2017) mengatakan bahwa ditemukan partikel mikroplastik di lingkungan di dalam ruangan sejumlah 0,4-59,4 serat/m³

dan di luar ruangan sejumlah 0,3-1,5 serat/m³. Partikel mikroplastik ini berupa 33% serat mengandung petrokimia, campuran poliamida (nilon), dan *polypropylene*. Dampak mikroplastik yang ditransfer melalui sistem pernafasan ataupun pencernaan yang akan mentransformasikan kandungan kimia plastik yang berpotensi mengganggu kesehatan manusia seperti mengalami peradangan organ, penyumbatan saluran usus akibat mikroba usus, stres fisiologis, penurunan kesuburan, dan penghambat pertumbuhan (Faujiah dan Wahyuni, 2022).

Keberadaan mikroplastik di lingkungan perairan menimbulkan dampak negatif secara langsung maupun tidak langsung (Thevenon dan Thevel, 2015). Partikel mikroplastik berpotensi bersifat toksik bagi tubuh ikan yaitu toksik secara fisika maupun kimiawi karena mikroplastik mampu mengabsorpsi zat adiktif dan monomer lain yang berbahaya (Browne et al., 2013). Mikroplastik memiliki ukuran yang sangat kecil (mikro) sehingga dapat tertelan secara tidak sengaja oleh biota sungai lalu terakumulasi di dalam tubuh manusia dan biota lain melalui rantai makanan sehingga akan berdampak negatif (Eriksen et al., 2014). Biota yang mengkonsumsi mikroplastik dapat merusak beberapa fungsi organ yaitu mengganggu saluran pencernaan, terhambatnya pertumbuhan, terhambatnya produksi enzim, turunnya kadar hormon steroid, dan sistem reproduksi (Wright et al., 2013). Senyawa yang terkandung dalam mikroplastik belum ditetapkan sebagai senyawa beracun dengan daya racun tertentu (Widianarko dan Hantoro, 2018). Mikroplastik yang ditemukan dalam biota dianggap melanggar kriteria keamanan pangan karena terdapat kandungan kimia plastik yang terserap ke dalam daging biota (Tuhumury & Ritonga, 2020).

Mengingat dampak yang ditimbulkan dengan adanya mikroplastik pada organisme, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai serapan maksimal mikroplastik pada tubuh organisme. Selain itu, diperlukan identifikasi jenis polimer dari mikroplastik yang terdapat di Kali Surabaya menggunakan metode FT-IR (*Fourier Transform Infrared*). Pernyataan ini diperkuat oleh Frias et al. (2018) bahwa metode FT-IR

digunakan untuk mengkonfirmasi variasi jenis polimer sintetis yang berasal dari degradasi sampah plastik yang memiliki bentuk menyerupai mikroplastik. Analisis FT-IR dilakukan menggunakan *database* polimer yaitu spektrum polimer referensi yang dimiliki oleh produsen FT-IR. Jenis polimer akan ditentukan dengan dilakukan perbandingan tingkat kemiripan antara spektrum inframerah pada sampel dan spektrum referensi.

SIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan di Kali Surabaya dengan 9 titik pengambilan sampel, menunjukkan bahwa ditemukan empat tipe mikroplastik yaitu filamen, fiber, fragmen, dan film. Filamen menjadi tipe mikroplastik yang mendominasi di setiap stasiun. Warna mikroplastik yang ditemukan di seluruh stasiun antara lain warna biru, kuning, putih, ungu, merah, hitam, hijau, orange, coklat, dan abu-abu dengan didominasi oleh warna bening. Kelimpahan mikroplastik tertinggi berturut-turut diperoleh pada segmen hilir dengan jumlah 4310 partikel/m³, segmen hulu dengan jumlah 3740 partikel/m³ dan segmen tengah dengan jumlah 2740 partikel/m³. Kelimpahan mikroplastik dipengaruhi oleh besarnya antropogenik aktivitas manusia di sekitar kawasan tersebut. Adapun kegiatan antropogenik masyarakat di sepanjang Kali Surabaya diantaranya industri, pemukiman, penangkapan ikan, peternakan dan pembuangan sampah ke sungai menjadi penyebab adanya mikroplastik di perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almiza, G., & Patria, M. P. (2021, April). Distribution and abundance of macroplastic at Musi estuary, South Sumatera, Indonesia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1869, No.1, p. 012178). IOP Publishing.
- Andina, E. 2019. Analisis Perilaku Pemilahan Sampah di Kota Surabaya. *Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 10(2): 119-138.
- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Aufar, D. V. G., & Muzayanah, M. T. (2019). Analisis kualitas air sungai pada Aliran Sungai Kali Surabaya. Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Babel, S., & Dork, H. (2021). Identification of micro-plastic contamination in drinking water treatment plants in Phnom Penh, Cambodia. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 53(3). <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2021.53.3.7>
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985–1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>
- Browne, M. A., Niven, S. J., Galloway, T. S., Rowland, S. J., & Thompson, R. C. (2013). Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. *Current Biology*, 23(23), 2388–2392. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.012>
- Browne, M. A. 2015. Sources and pathways of microplastics to habitats. *Marine anthropogenic litter*, 229-244.
- 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.
- Dhokhikah, Y., & Trihadiningrum, Y. (2012). Solid Waste Management in Asian Developing Countries: Challenges and Opportunities. *J. Appl. Environ. Biol. Sci. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 2(7), 329–335. www.textroad.com
- Dris, R., Gasperi, J., Mirande, C., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V., & Tassin, B. (2017). A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. *Environmental Pollution*, 221, 453–458. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.013>

- Ecoton (2014). "Bangunan Liar di Sempadan Akibatnya Kali Surabaya Menyempit". <http://www.surabaya.tribunnews.com>. Diakses tanggal 19 Juli 2022 Jam 22.01 WIB.
- Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borroero, J. C., Galgani, F., Ryan, P. G., & Reisser, J. (2014). Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS ONE*, 9(12), 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
- Faujiah, I. N., & Wahyuni, I. R. (2022, March). Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik pada Air Minum serta Potensi Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia. In *Gunung Djati Conference Series* (Vol. 7, pp. 89-95).
- Fauzi, F. (2016). Pengaruh degradasi termal polivinil klorida terhadap nilai konduktivitas. skripsi. Medan (ID). Universitas Sumatera Utara.
- Fitriati, S. R., Irawan, M. I., & Karnaningroem, N. (2014). Pola Sebaran Polutan di Kali Surabaya Menggunakan Jaringan Kohonen. *Seminar Teknologi Lingkungan 2014 "Penyediaan Air Dan Sanitasi Di Daerah Rawan Bencana Berbasis Pemberdayaan Masyarakat," December 2014*, 148-155. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/AP7JY> | ARKc7605/osf.io/ap7jy
- Franzellitti, S., Canesi, L., Auguste, M., Wathsala, R. H. G. R., & Fabbri, E. (2019). Microplastic exposure and effects in aquatic organisms: A physiological perspective. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 68, 37-51. <https://doi.org/10.1016/J.ETAP.2019.03.009>
- Frias, J., Pagter, E., Nash, R., O'Connor, I., Carretero, O., Filgueiras, A., Viñas, L., Gago, J., Antunes, J., Bessa, F., Sobral, P., Goruppi, A., Tirelli, V., Pedrotti, M. L., Suaria, G., Aliani, S., Lopes, C., Raimundo, J., Caetano, M., ... Gerdt, G. (2018). Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. *JPI-Oceans BASEMAN Project*, May, 33. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36256.89601/1>
- Gunawan, G., Effendi, H., & Warsiki, E. (2021). Cemaran Mikroplastik pada Ikan Pindang dan Potensi Bahayanya terhadap Kesehatan Manusia, Studi Kasus di Bogor. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 16(2), 105. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v16i2.772>
- Gupta, D. K., Choudhary, D., Vishwakarma, A., Mudgal, M., Srivastava, A. K., & Singh, A. (2022). Microplastics in freshwater environment : occurrence , analysis , impact , control measures and challenges. In *International Journal of Environmental Science and Technology* (Issue March). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04139-2>
- Hartmann, N. B., Hüffer, T., Thompson, R. C., Hassellöv, M., Verschoor, A., Dugaard, A. E., Rist, S., Karlsson, T., Brennholt, N., Cole, M., Herrling, M. P., Hess, M. C., Ivleva, N. P., Lusher, A. L., & Wagner, M. (2019). Are We Speaking the Same Language? Recommendation s for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris. *Environmental Science and Technology*, 53(3), 1039-1047. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05297>
- Hasibuan, N. H., Suryati, I., Leonardo, R., Risky, A., Ageng, P., & Addauwiyah, R. (2020). Analisa Jenis, Bentuk Dan Kelimpahan Mikroplastik Di Sungai Sei Sikambang Medan. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 20(2), 108. <https://doi.org/10.36275/stsp.v20i2.270>
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., & Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science and Technology*, 46(6), 3060-3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>
- Indahri, Y. (2017). Tantangan Pengelolaan Penduduk di Kota Surabaya. *Aspirasi: Jurnal Masalah-masalah Sosial*, 8(1), 1-11.
- Kapo, F. A., Toruan, L. N. L., & Paulus, C. A. (2020). The types and abundance of microplastics in surface water at Kupang Bay (in Bahasa). *Jurnal Bahari Papadak*, 1(1), 10-21.

- Katsanevakis, S., & Katsarou, A. (2004). Influences on the distribution of marine debris on the seafloor of shallow coastal areas in Greece (Eastern Mediterranean). *Water, air, and soil pollution*, 159(1), 325-337.
- Kovač Viršek, M., Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P., & Kržan, A. (2016). Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments : JoVE*, 118. <https://doi.org/10.3791/55161>
- Lestari, P., Trihadiningrum, Y., Wijaya, B. A., Yunus, K. A., & Firdaus, M. (2020). Distribution of microplastics in Surabaya River, Indonesia. *Science of the Total Environment*, 726, 138560. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138560>
- Machairiyah, M., Nasution, Z., & Slamet, B. (2020). Pengaruh Pemanfaatan Lahan terhadap Kualitas Air Sungai Percut dengan Metode Indeks Pencemaran (IP). *Limnotek : Perairan Darat Tropis Di Indonesia*, 27(1), 13-25. <https://doi.org/10.14203/limnotek.v27i1.320>
- Napper, I. E., Bakir, A., Rowland, S. J., & Thompson, R. C. (2015). Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics. *Marine Pollution Bulletin*, 99(1-2), 178-185. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.07.029>
- Nurfitriyani Sulisty, E., Rahmawati, S., Amalia Putri, R., Arya, N., & Amertha Eryan, Y. (2020). Identification of the Existence and Type of Microplastic in Code River Fish, Special Region of Yogyakarta. *EKSAKTA: Journal of Sciences and Data Analysis*, 1(1), 85-91. <https://doi.org/10.20885/eksakta.vol1.iss1.art13>
- Pradana, H. A., Wahyuningsih, S., Novita, E., Humayro, A., & Purnomo, B. H. (2019). Identifikasi Kualitas Air dan Beban Pencemaran Sungai Bedadung di Intake Instalasi Pengolahan Air PDAM Kabupaten Jember. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(2), 135. <https://doi.org/10.14710/jkli.18.2.135-143>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat RI Nomor 21 Tahun 2020
- Sandra, S. W., & Radityaningrum, A. D. (2021). Kajian Kelimpahan Mikroplastik di Biota Perairan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 638-648.
- Sari, G. L., Kasasiah, A., Utami, M. R., & Trihadiningrum, Y. (2021). Microplastics contamination in the aquatic environment of Indonesia: A comprehensive review. *Journal of Ecological Engineering*, 22(10).
- Sugandi, D., Agustawan, D., Febriyanti, S. V., Yudi, Y., & Wahyuni, N. (2021). Identifikasi Jenis Mikroplastik dan Logam Berat di Air Sungai Kapuas Kota Pontianak. *Positron*, 11(2), 112. <https://doi.org/10.26418/positron.v11i2.49355>
- Suprpti, S., Arief, U., Zahrok, S., & Purwadio, H. (2014). STRATEGI PENGENDALIAN DAN PENGAWASAN SEMPADAN SUNGAI (Studi Kasus: Kali Surabaya di Kecamatan Driyorejo dan Wringinanom Kabupaten Gresik). *JURNAL SOSIAL HUMANIORA (JSH)*, 7(2), 205-225.
- Tibbetts, J., Krause, S., Lynch, I., & Smith, G. H. S. (2018). Abundance, distribution, and drivers of microplastic contamination in urban river environments. *Water (Switzerland)*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/w10111597>
- Tuhumury, N., & Ritonga, A. (2020). IDENTIFIKASI KEBERADAAN DAN JENIS MIKROPLASTIK PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI PERAIRAN TANJUNG TIRAM, TELUK AMBON. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 16(1), 1-7. <https://doi.org/10.30598/tritonvol16issue1page1-7>
- Wardhani, M. K., & Harto, A. D. (2018). Studi Komparasi Pengurangan Timbulan Sampah Berbasis Masyarakat Menggunakan Prinsip Bank Sampah di Surabaya, Gresik dan Sidoarjo. *Jurnal Pamator*, 11(1), 52-63.

- Wijaya, B. A., & Trihadiningrum, Y. (2019). Meso- and microplastics pollution in Surabaya River on Driyorejo to Karang Pilang Segment (in Bahasa). *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), 211–216.
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, 178, 483–492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>
- Yulfiah, Y., Suzantho, F., & Kusuma, M. N. (2019). Agihan Kualitas Air Kali Surabaya Berdasarkan Perbedaan Penggunaan Lahan. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(1), 426. <https://doi.org/10.32672/jse.v4i1.975>