
Identifikasi Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik pada Air
Kali Mas, Kota Surabaya

✉ Mochammad Faa'is Murtadho, Gunawan Aliyansyah, Anggie Eka Wienardy,
Rizki Ayu Ramadhani

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Kali Mas adalah sungai yang melewati daerah kawasan perdagangan, kawasan perkotaan, pemukiman padat penduduk, dan industri di tengah Kota Surabaya yang memiliki potensi tingkat pencemaran yang tinggi khususnya sampah plastik. Plastik yang ada di perairan akan mengalami pelapukan dan terjadi degradasi yang disebut dengan mikroplastik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan dan karakteristik mikroplastik pada Kali Mas. Metode yang digunakan untuk penentuan lokasi yakni purposive sampling dan preparasi sampel perairan dengan menggunakan metode NOAA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan mikroplastik tertinggi terdapat pada segmen hilir sebesar 3,98 partikel/L dan terendah pada segmen hulu sebesar 2,60 partikel/L. Persentase warna mikroplastik tertinggi adalah warna bening yakni 45% dan bentuk mikroplastik yang mendominasi adalah fiber sebanyak 635 partikel. Mikroplastik dapat berdampak pada biota air dan organisme lainnya seperti lisis fisik dan inflamasi pada usus ikan. Selain itu mampu menurunkan kualitas dan merusak morfologi sperma serta mampu masuk ke tubuh manusia melalui identifikasi feses.

Kata Kunci: Kali Mas, Surabaya, Mikroplastik, Dampak Kesehatan

Identification of Abundance and Microplastic Characteristics
in the Mas River's Water, Surabaya City

ABSTRACT

Mas River is a river that passes through trade areas, urban areas, densely populated settlements, and industries in the middle of Surabaya City which has the potential for high levels of pollution, especially plastic waste. Plastic in the waters will experience weathering and degradation, which is called microplastic. This study aims to determine the abundance and characteristics of microplastics in the Mas River. The method used for determining the location is purposive sampling and preparation of water samples using the NOAA method. The results showed that the highest abundance of microplastics was found in the downstream segment of 3.98 particles/L and the lowest was in the upstream segment of 3.35 particles/L. The highest percentage of microplastic color is clear color, which is 45% and the dominant form of microplastic is fiber with 635 particles. Microplastics can have an impact on aquatic biota and other organisms such as physical lysis and inflammation in fish intestines. In addition, it is able to reduce the quality and damage the morphology of sperm and is able to enter the human body through the identification of feces.

Keyword: Mas River, Surabaya, Microplastic, Health Impact

PENDAHULUAN

Kali Mas merupakan salah satu aliran sungai yang terletak di Kota Surabaya. Aliran Kali Mas dimulai dari Ngagel hingga bermuara di Pelabuhan Tanjung Perak. Berdasarkan Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya, Kali Mas memiliki panjang 13,77 Km yang membentang melewati daerah kawasan perdagangan, kawasan perkotaan, pemukiman

padat penduduk, dan juga industri kecil di tengah Kota Surabaya yang memiliki potensi tingkat pencemaran yang tinggi (Kurnianto, 2019). Berbagai macam aktivitas yang dilakukan di sekitar aliran Kali Mas seperti menjadi tempat *working place* (ruang kerja), *marketing space* (ruang pemasaran), dan *transport line* (jalur transportasi) di Kota

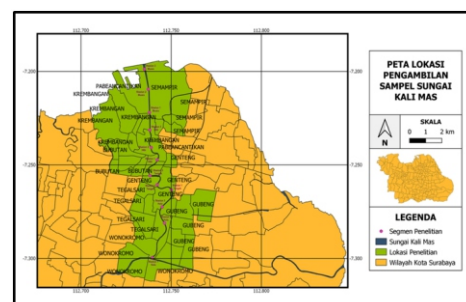
✉ Corresponding author :
Address : Malang, Jawa Timur
Email : faasmurtadho11@gmail.com

Surabaya membuat kondisi sungai tidak menentu. Aktivitas tersebut menghasilkan sampah-sampah yang dibuang ke sungai dan berdampak langsung pada air sungai menjadi keruh dan kotor (Narendro & Suryawan, 2016).

Berdasarkan data dari Laporan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada tahun 2020, timbulan sampah di Kota Surabaya mencapai sekitar 811 ribu ton dengan komposisi sampah sisa makanan 54,31% dan sampah plastik 19,44%. Sampah plastik menjadi sampah yang mendominasi kedua setelah sampah sisa makanan, karena hal itu sampah plastik menjadi salah satu persoalan sampah yang ada di Kali Mas. Sampah plastik tidak hanya dari aktivitas langsung masyarakat di sekitar Kali Mas, tapi terdapat sampah plastik kiriman dari aliran hulu sungai Brantas yang masuk ke aliran Kali Mas (Muhammad, 2022). Pencemaran sampah plastik menjadi sebuah problematika yang tidak hanya ada di Indonesia, tapi menyebar ke seluruh dunia. Peningkatan sampah plastik seiring dengan peningkatan produksi plastik yang disebabkan oleh penggunaan plastik di kehidupan sehari-hari (Bancin & Christy, 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Lebreton et al., 2017) menunjukkan bahwa 4 dari 20 sungai dengan kontribusi sampah plastik yang tinggi di dunia berada di Indonesia, salah satunya adalah sungai Brantas yang merupakan aliran utama dari Kali Mas Surabaya. Sampah plastik menjadi sampah yang paling sering dibuang oleh masyarakat ke aliran sungai (Solomon & Palanisami, 2016). Sampah plastik yang telah menumpuk akan sulit terurai secara alami dan hanya terpecah menjadi partikel kecil dalam waktu puluhan bahkan ratusan tahun (Nugroho et al., 2018). Plastik yang telah masuk ke lingkungan, khususnya perairan akan mengalami pelapukan dan terjadi degradasi karena faktor dari suhu, paparan sinar ultraviolet dan juga mikro-organisme yang mengubah karakteristik struktural dan ukurannya menjadi kecil yang disebut Mikroplastik (Zhang et al., 2021).

Mikroplastik merupakan polutan antropogenik berukuran kurang dari 5 mm yang dapat dikategorikan menjadi mikroplastik primer dan sekunder berdasarkan proses pembentukannya (He et al., 2019). Mikroplastik primer merupakan plastik yang memiliki ukuran mikro sejak awal di produksi, biasanya ditemukan dalam pembersih atau produk komestik, sedangkan mikroplastik sekunder merupakan plastik yang memiliki ukuran mikro yang awalnya berupa plastik berukuran besar yang terfragmentasi menjadi lebih kecil yang disebut mikroplastik (Ramadan & Sembiring, 2020). Mikroplastik yang ditemukan di lingkungan memiliki jenis yang beragam mulai dari bentuk, ukuran, dan komposisi yang berkaitan dengan tingkat toksisitasnya (Zhang et al., 2021). Mikroplastik memiliki potensi untuk menyerap kontaminan di suatu lingkungan yang tercemar dengan konsentrasi pencemaran yang tinggi dan juga mampu menyerap senyawa hidrofobik yang beracun dari lingkungan tersebut (Cole et al., 2013). Sungai adalah perairan tawar yang sangat berpotensi untuk tercemar. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan dan karakteristik mikroplastik pada Kali Mas Surabaya yang sering dimanfaatkan oleh warga sekitar aliran sungai untuk kebutuhan sehari-hari.

METODE PENELITIAN



Sumber: Data Primer, 2022

Gambar 1
Peta Lokasi Pengambilan Sampel

Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2022 dengan peta pengambilan sampel yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sampel air diambil di 4 segmen, yaitu segmen 1 (Hulu), segmen 2 (Tengah), segmen 3 (Hilir), dan

Tabel 1
Nama Lokasi Penelitian Mikroplastik di Air Kali Mas

Lokasi Pengambilan Sampel		Titik Koordinat
Segmen	Stasiun	
Hulu	Taman Jasa Tirta, Ngagel, Kota Surabaya.	S07°17.975' E11244.372'
	Jalan Bagong Tambangan, Ngagel, Kota Surabaya.	S07°16.868' E11244.779'
	Taman Lalu Lintas, Gubeng, Kota Surabaya.	S07°16.350' E11244.700'
Tengah	Bendungan Karet Gubeng, Embong Kaliasin, Kota Surabaya.	S07°15.802' E11245.006'
	Taman Prestasi Surabaya, Ketabang, Kota Surabaya.	S07°15.636' E11244.537'
	Taman Ekspresi Kota Surabaya Genteng, Kota Surabaya.	S07°15.345' E11244.300'
Hilir	Jalan Tambak Bayan, Alun Alun Contong, Kota Surabaya.	S07°14.836' E11244.535'
	Jalan Karet, Bongkaran, Kota Surabaya.	S07°14.441' E11244.336'
	Jalan Kalimas Barat, Krembangan Utara, Kota Surabaya.	S07°13.881' E11244.287'
Muara	Taman Petekan, Perak Utara, Kota Surabaya.	S07°13.315' E11244.275'
	Pos III Kali Mas, Perak Utara, Kota Surabaya.	S07°12.569' E11244.236'
	Pelabuhan Tanjung Perak, Perak Utara, Kota Surabaya.	S07°11.928' E11244.111'

Sumber : Data Primer, 2022

segmen 4 (Muara). Pada tiap segmen dibagi menjadi tiga stasiun serta pengambilan sampel pada tiap stasiun dilakukan tiga kali ulangan pada kanan, kiri, dan juga tengah sungai. Nama lokasi penelitian Kali Mas dapat dilihat Tabel 1.

Penentuan lokasi sampling menggunakan metode *purposive sampling* yaitu metode pengambilan sampel dengan menentukan titik lokasi sampling dengan cara memilih daerah yang mewakili lokasi penelitian. Titik segmen ditandai menggunakan *GPS essential*, QGIS v3.16. Pengambilan sampel air dilakukan dengan timba *stainless* sebanyak 100 Liter sebanyak tiga kali ulangan setiap stasiun dan disaring menggunakan *mistic scan* dengan kain filter nylon 300 mesh. Kemudian hasil penyaringan diletakkan di botol sampel kaca kemudian diidentifikasi di Laboratorium ECOTON.

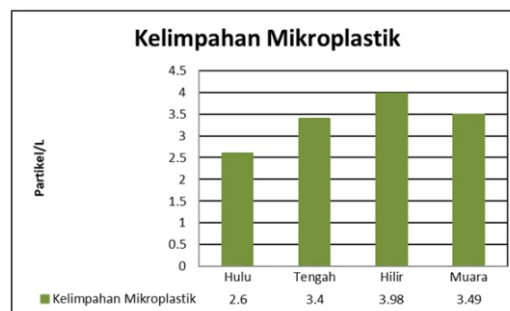
Tahapan preparasi sampel mengikuti metode dari NOAA (2015) dengan menggunakan H₂O₂ 30% sebanyak 20 ml, lalu diberikan 5 tetes larutan FeSO₄ 30% yang selanjutnya diinkubasi selama 1x24 jam. Setelah itu, dilakukan pemanasan menggunakan *waterbath* selama 30 menit, kemudian dilakukan penyaringan kembali. Hasil penyaringan dibilas menggunakan NaCl yang diletakkan di atas cawan petri.

Sampel yang telah tersaring diidentifikasi menggunakan mikroskop stereo binokuler dengan perbesaran 40x yang dilengkapi dengan kamera *Digital Ways Sangtid DX-300* dengan menggunakan alas *milimeter block*. Mikroplastik yang ditemukan dapat dikategorikan dalam beberapa bentuk, seperti fiber, film, fragmen, granula, dan filamen. Menurut (Nugroho et al., 2018) kelimpahan mikroplastik pada sampel air dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dimana C adalah kelimpahan mikroplastik dalam satuan partikel/L, n adalah jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan, dan V merupakan volume air yang tersaring.

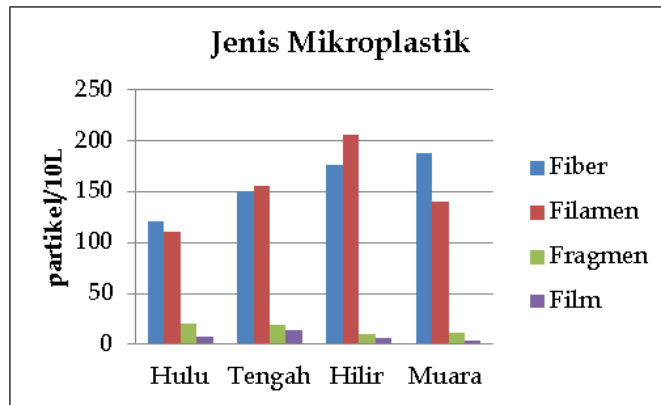
PEMBAHASAN



Sumber: Data Primer, 2022

Gambar 2
Grafik Kelimpahan Rata-rata Mikroplastik Pada Air Kali Mas

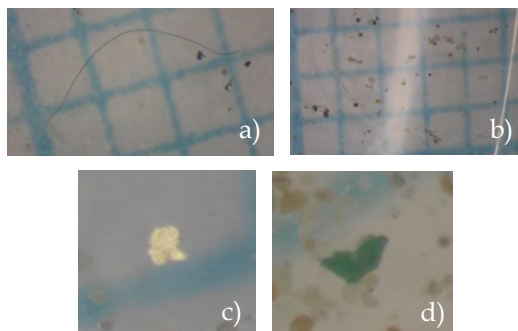
Hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa seluruh sampel air Kali Mas positif mengandung mikroplastik. Kelimpahan rata-rata mikroplastik pada air di beberapa segmen Kali Mas dengan perolehan tertinggi terdapat pada segmen hilir sebesar 3,98 partikel/L dan terendah pada segmen hulu sebesar 2,60 partikel/L. Kelimpahan rata-rata mikroplastik yang tinggi pada hilir dapat disebabkan dari intensitas aktivitas yang dilakukan di sepanjang aliran sungai dari hulu hingga hilir, seperti kegiatan domestik, industri, memancing serta banyaknya pemukiman yang telah menempati di kawasan bantaran sungai. Limbah atau buangan yang dihasilkan dari kegiatan-kegiatan pada sepanjang daerah aliran sungai yang masuk ke dalam



Sumber: Data Primer, 2022

Gambar 3

Grafik Jumlah Jenis Mikroplastik Pada Air Kali Mas



Sumber: Data Primer, 2022

Gambar 4

Jenis Mikroplastik Pada Air Kali Mas
a) Fiber; b) Filamen; c) Film; d) Fragmen

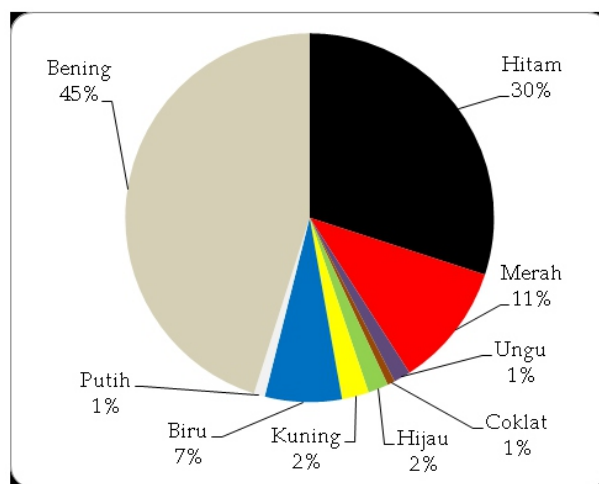
badan sungai dapat berakibat pada tingginya kelimpahan mikroplastik yang ditemukan. Sumber mikroplastik dapat berasal dari hasil kegiatan antropogenik, salah satunya yaitu limbah rumah tangga (Pham et al., 2014). Selain itu, perbedaan kelimpahan rata-rata yang didapatkan juga dapat disebabkan oleh kondisi hidrodinamik dan lebar sungai yang dimana hal tersebut mempengaruhi dari distribusi dan keberadaan mikroplastik yang terdapat di Kali Mas (Lingshi et al., 2022).

Akumulasi perolehan bentuk mikroplastik pada air di Kali Mas diperoleh sebanyak 1346/10L partikel yang meliputi jenis mikroplastik fiber, filamen, fragmen dan film yang ditunjukkan pada Gambar 3. Bentuk fiber mendominasi dengan perolehan sebanyak 635 partikel/10L, disusul dengan bentuk filamen 613 partikel/10L, dan fragmen 66 partikel/10L serta film sebanyak 32 partikel/10L. Jenis mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 4. Perbedaan

perolehan jenis mikroplastik pada setiap segmen dapat disebabkan karena perbedaan karakteristik penggunaan lahan oleh warga. Menurut Werbowski et al. (2021) menyatakan bahwa perolehan jenis mikroplastik memiliki perbedaan dikarenakan Daerah Aliran Sungai (DAS) terdapat karakteristik penggunaan lahan yang berbeda yang dapat memberikan efek signifikan pada perolehan jumlah jenis mikroplastik yang ada.

Mikroplastik bentuk fiber merupakan mikroplastik yang terbanyak ditemukan dengan karakteristik yang dimiliki yaitu seperti tali dan juga berasal dari serat kain sintetis, maupun fragmentasi monofilamen jaring ikan (Dewi et al., 2015). Fiber berasal dari kain sintetis yang terlepas akibat pencucian pakaian, jala ikan, bahan baku industri, alat rumah tangga, maupun pelapukan produk plastik. Faktor yang menyebabkan tingginya kelimpahan fiber di sekitar lokasi penelitian disebabkan banyaknya saluran pembuangan limbah rumah tangga yang langsung mengalir ke aliran sungai. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Mauludy et al., 2019) yakni tingginya kelimpahan fiber dapat dipengaruhi oleh masukan sungai yang berasal dari sumber-sumber limbah hasil kegiatan manusia berupa pencucian kain baju serta tali plastik yang mengalami proses degradasi.

Mikroplastik bentuk Filamen memiliki karakteristik fisik struktur yang tipis seperti benang dan seratnya panjang (De Falco et al., 2019). Mikroplastik jenis filamen dapat berasal dari plastik berjenis PET, *wrapping plastic*, laminasi, alat pancing, maupun jaring



Sumber: Data Primer, 2022

Gambar 5
Persentase Warna Mikroplastik Pada Air Kali Mas

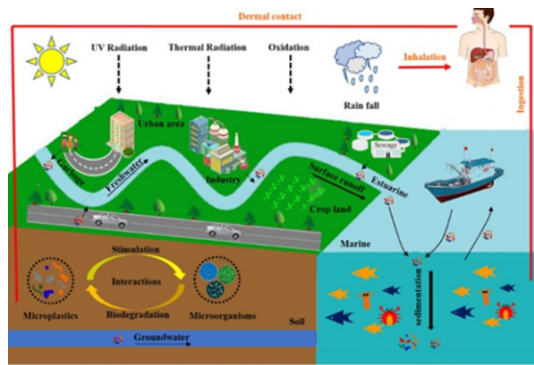
dan alat pancing memberikan pengaruh terhadap banyaknya temuan mikroplastik bentuk filamen di suatu perairan. Hal ini dikarenakan alat pancing dan jaring yang digunakan oleh masyarakat mengalami degradasi akibat adanya gesekan, arus air, dan panas matahari dan kemudian terurai menjadi komponen yang lebih kecil yakni filamen.

Mikroplastik bentuk film dan fragment menjadi bentuk yang paling sedikit ditemukan di seluruh segmen. Mikroplastik bentuk film berkarakteristik seperti lembaran plastik tipis dan juga mudah terbawa gelombang arus karena memiliki densitas yang rendah. Film dipengaruhi oleh kebiasaan masyarakat dalam menggunakan kantong plastik sekali pakai dan produk berbahan baku plastik lainnya (Sutanahaji et al., 2021). Sedangkan mikroplastik bentuk fragment berasal dari hasil fragmentasi sampah makro (Andrady, 2011). Fragment dapat berasal dari potongan botol minuman dan makanan, potongan pipa, serta plastik keras (Dewi et al., 2015). Fragment memiliki tekstur yang lebih kaku, kuat dan sudut-sudutnya memiliki bentuk yang tidak beraturan dengan tepian yang tajam (Ebere et al., 2019).

Hasil identifikasi menunjukkan persentase warna mikroplastik yang tertinggi adalah warna bening sebesar 45% disusul warna hitam 30% sedangkan persentase terendah warna putih, ungu, dan coklat yakni 1% yang ditunjukkan pada Gambar 5. Warna mikroplastik dapat memberikan gambaran mengenai asal muasal dari sampah, kondisi

suatu mikroplastik, maupun lama waktu tinggal (*residence time*) serta tingkat pelapukan. Warna mikroplastik juga dapat disebabkan oleh adanya degradasi fisik atau oksidatif, paparan infra merah, cuaca, maupun absorpsi bahan kimia. Mikroplastik dengan jenis warna gelap diketahui menunjukkan jumlah banyak kontaminan yang terserap dikarenakan mikroplastik dengan warna gelap cenderung mempunyai kemampuan dalam menyerap kandungan polutan yang lebih tinggi seperti PAHs dan PCBs (Hidalgo-Ruz et al., 2012). Mikroplastik jenis ini juga dapat berasal dari jenis plastik PS dan PP. Mikroplastik warna bening dapat menjelaskan mengenai jangka waktu yang diperlukan dalam proses fotodegradasi oleh sinar UV maupun jenis dari plastik asal (Hiwari et al., 2019).

Warna jernih dan transparan umumnya berasal dari plastik PP, warna transparan berasal dari jenis PE. Plastik LDPE memiliki warna putih, dan etil vinil asetat berwarna jernih dan transparan. Sedangkan warna kekuningan dapat menunjukkan lama waktu mikroplastik berada di perairan dan teroksidasi (Azizah et al., 2020). Warna dari mikroplastik juga berpengaruh terhadap potensi terkonsumsinya mikroplastik oleh organisme benthik (Muhamad & Nova, 2011). Hal tersebut dikarenakan mikroplastik yang memiliki warna menyerupai organisme kecil serta mengapung di air cenderung lebih mudah terkonsumsi oleh biota air karena warnanya hampir mirip dengan sumber



Sumber: Data Primer, 2022

Gambar 6
Proses Masuknya Mikroplastik ke Lingkungan

makanan alaminya (Setälä et al., 2014). Selain itu, ukuran partikel mikroplastik yang semakin kecil juga memperbesar potensi suatu mikroplastik dikonsumsi serta dicerna oleh organisme (Carson et al., 2013).

Mikroplastik yang mengkontaminasi perairan seperti sungai berpotensi memiliki dampak negatif bagi kehidupan biota air dan manusia. Mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh organisme air seperti bivalvia, zooplankton, kerang, ikan, dan udang dengan cara menelan mikroplastik tersebut (Cole et al., 2013). Sedangkan mikroplastik masuk ke dalam tubuh manusia dapat melalui tiga jalur seperti saluran pencernaan, pernapasan dan paparan dari kulit (Prata et al., 2019). Proses masuknya mikroplastik dari lingkungan ke dalam tubuh manusia bisa dilihat pada Gambar 6.

Mikroplastik mengandung zat aditif berbahaya bagi organisme dan lingkungan. Zat aditif berbahaya tersebut seperti bisphenol, DDT, dan phthalates (Supit et al., 2022). Selain itu mikroplastik juga mampu dalam menyerap racun berbahaya yang berada di air serta lingkungan sekitarnya dan dapat masuk ke dalam rantai makanan secara tidak langsung (Avio et al., 2015). Mikroplastik juga tidak hanya menyerap zat beracun, namun juga dapat sebagai vektor patogen yang membawa mikroba dengan potensi yang cukup besar (Zettler et al., 2013). Penelitian mikroplastik pada biota air pernah dilakukan di dalam ikan oleh (Adu-Boahen et al., 2022) yang menunjukkan dari seluruh ikan yang berjumlah 164 spesies dari sungai Akora, 21 diantaranya telah menelan

mikroplastik sebanyak 30 partikel. Penelitian lainnya terkait dampak langsung terhadap organ ikan diteliti oleh (Varó et al., 2021) menunjukkan bahwa terjadinya lesi fisik yang tinggi dan reaksi inflamasi pada usus ikan akibat pemberian pakan yang diberi kandungan mikroplastik. Mikroplastik tidak hanya memiliki dampak luka pada organ ikan, tapi juga kandungan zat berbahaya yang ada pada mikroplastik dapat menurunkan tingkat kesuburan. Penelitian yang dilakukan oleh (Ijaz et al., 2022) terhadap uji toksisitas zat *polyethylene* (PE) pada mikroplastik terhadap sperma tikus *Sprague-Dawley* jantan menunjukkan terjadinya penurunan kualitas sperma seperti penurunan motilitas, viabilitas, jumlah sperma serta terjadi kelainan morfologis sperma (kepala, tengah, dan ekor).

Penemuan mikroplastik pada biota air seperti ikan yang kerap dimanfaatkan oleh masyarakat untuk dikonsumsi memiliki potensi terbawa ke dalam tubuh manusia. Penemuan mikroplastik pada daging ikan dikonfirmasi oleh (Zitouni et al., 2020) menyebutkan bahwa pada daging ikan *Serranus scriba* memperoleh kelimpahan rata-rata mikroplastik sebesar 1,78 hingga 6,03 partikel/gram. Masyarakat yang tinggal di pinggir Kali Mas memanfaatkan sungai sebagai tempat pemancingan ikan dan tidak sedikit digunakan untuk dikonsumsi. Kontaminasi mikroplastik pada manusia memiliki potensi yang cukup besar dengan melalui konsumsi organisme perairan yang telah positif terkontaminasi mikroplastik. Hal tersebut diperkuat dari penemuan mikroplastik pada feses manusia oleh (Schwabl et al., 2019) pada seluruh sampel feses manusia yang berjumlah 8 sampel dengan rata-rata ukuran mikroplastik sebesar 5-500 μm dan bentuk yang ditemukan berupa fragmen, film, granul dan fiber. Dampak mikroplastik yang berbahaya tersebut merupakan gambaran yang perlu dikembangkan lagi untuk menghubungkan sejauh mana penelitian mikroplastik pada Kali mas mengganggu kesehatan warga sekitar yang memanfaatkan sumber airnya di kehidupan sehari-hari.

SIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan pada air beberapa segmen di Kali Mas dapat disimpulkan bahwa kelimpahan mikroplastik pada air tertinggi terdapat pada segmen hilir sebesar 3,98 partikel/L hal tersebut disebabkan oleh kegiatan domestik, industri, memancing serta limbah yang masuk ke badan air. Persentase warna mikroplastik tertinggi adalah warna bening yakni 45% dan bentuk mikroplastik yang mendominasi adalah fiber sebanyak 635 partikel. Mikroplastik dapat berdampak pada biota air dan organisme lainnya seperti lisis fisik dan inflamasi pada usus ikan, dampak lainnya mampu menurunkan kualitas sperma dan kerusakan pada morfologi sperma serta mampu masuk ke tubuh manusia melalui identifikasi feses. Penelitian terkait mikroplastik di Kali Mas harapannya bisa dikembangkan untuk mengetahui sejauh mana mikroplastik yang ditemukan telah berdampak ke masyarakat yang menggunakan air Kali Mas di keperluan mereka. Selain itu, juga perlu dilakukan uji menggunakan spektrofotometri FT-IR (*Fourier Transform Infra-Red*) untuk mengetahui struktur polimer dari masing-masing jenis sampel mikroplastik yang ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adu-Boahen, K., Dadson, I. Y., Mensah, D. K. D., & Kyeremeh, S. (2022). Mapping ecological impact of microplastics on freshwater habitat in the central region of Ghana: a case study of River Akora. *Geo Journal*, 87(2), 621–639. <https://doi.org/10.1007/s10708-020-10273-6>
- 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>
- Avio, C. G., Gorbi, S., Milan, M., Benedetti, M., Fattorini, D., D'Errico, G., ... Regoli, F. (2015). Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels. *Environmental Pollution*, 198, 211–222. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.12.021>
- Azizah, P., Ridlo, A., & Suryono, C. A. (2020). Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 326–332. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.28197>
- Bancin, L., & Christy, J. (2020). Pengaruh Penyuluhan Kesehatan Terhadap Pengetahuan Pencemaran Sampah Makroplastik Dan Mikroplastik Pada Mahasiswa Prodi Diii Perekam Dan Informasi Kesehatan Stikes Imelda. *Jurnal Ilmiah Perekam Dan Informasi Kesehatan Imelda (JIPIKI)*, 5(2), 156–165. <https://doi.org/10.52943/jipiki.v5i2.416>
- Carson, H. S., Nerheim, M. S., Carroll, K. A., & Eriksen, M. (2013). The plastic-associated microorganisms of the North Pacific Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 75(1–2), 126–132. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.054>
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J., & Galloway, T. S. (2013). Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental Science and Technology*, 47(12), 6646–6655. <https://doi.org/10.1021/es400663f>
- De Falco, F., Di Pace, E., Cocca, M., & Avella, M. (2019). The contribution of washing processes of synthetic clothes to microplastic pollution. *Scientific Reports*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43023-x>
- Dewi, I. S., Budiarsa, A. A., & Ritonga, I. R. (2015). Distribution of microplastic at sediment in the Muara Badak Sub district, Kutai Kartanegara Regency (in Bahasa). *Depik*, 4(3), 121–131.
- Ebere, E. C., Wirnkor, V. A., Ngozi, V. E., & Chukwuemeka, I. S. (2019). Macro debris and microplastics pollution in Nigeria: First report on abundance, distribution and composition. *Environmental Health and Toxicology*, 34(4), 1–15. <https://doi.org/10.5620/eaht.e2019012>

- He, P., Chen, L., Shao, L., Zhang, H., & Lü, F. (2019). Municipal solid waste (MSW) landfill: A source of microplastics? - Evidence of microplastics in landfill leachate. *Water Research*, 159, 38–45. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.04.060>
- 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>
- 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. *ProsSemNas Biodiversity Indonesia*, 5, 165–171. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050204>
- Ijaz, M. U., Ayaz, F., Mustafa, S., Ashraf, A., Albeshr, M. F., Riaz, M. N., & Mahboob, S. (2022). Toxic effect of polyethylene microplastic on testicles and ameliorative effect of luteolin in adult rats: Environmental challenge. *Journal of King Saud University - Science*, 34(4), 102064. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102064>
- Kurnianto, A. (2019). Analisis Kualitas Air Sungai Kalimas Kota Surabaya Menggunakan Metode Indeks Pencemaran. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201*, 2(1), 1–73.
- Lebreton, L. C. M., Van Der Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, 8, 1–10. <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>
- Lingshi, Y., Xiaofeng, W., Danlian, H., Zhenyu, Z., Ruihao, X., Li, D., ... Lan, G. (2022). Abundance, characteristics, and distribution of microplastics in the Xiangjiang river, China. *Gondwana Research*, 107.
- 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>
- Marine Debris Program, N. (2015). *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments*. (July).
- Mauludy, M. S., Yunanto, A., & Yona, D. (2019). Mikroplastik Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), 73. <https://doi.org/10.22146/jfs.45871>
- Muhamad, R. M., & Nova, A. (2011). Analisis Sebaran Mikroplastik Di Kawasan Sepanjang Sungai Kuin Kota Banjarmasin. *Tenik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat*, 71072025, 86–89.
- Muhammad, T. (2022). Aksi di Tengah Kali Mas Surabaya, Co.ensis Tolak Sampah Kemasan Sekali Pakai Sebab Dampaknya Berbahaya Bagi Lingkungan. Retrieved from Suara Jatim website: <https://jatim.suara.com/read/2022/03/10/140704/aksi-di-tengah-kalimas-surabaya-coensis-tolak-sampah-kemasan-sekali-pakai-sebab-dampaknya-berbahaya-bagi-lingkungan?page=2>
- Narendro, C., & Suryawan, W. A. (2016). Wisata Air Kota Lama Surabaya. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2), 215–218.
- Nugroho, D. H., Restu, I. W., & Ernawati, N. M. (2018). Kajian Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Teluk Benoa Provinsi Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1), 80. <https://doi.org/10.24843/ctas.2018.v01.i01.p11>
- Nur Fitria, S., Anggraeni, V., Wahyuni Abida, I., Salam Junaedi, A., & Raya Telang Kamal Bangkalan Madura, J. (2021). *Identifikasi Mikroplastik pada Gastropoda dan Udang di Sungai Brantas Identification of Microplastiks in Gastropods and Shrimp in the Brantas River*. 1, 159–166. Retrieved from <https://journalecoton.id/index.php/e pj>

- Pham, C. K., Ramirez-Llodra, E., Alt, C. H. S., Amaro, T., Bergmann, M., Canals, M., ... Tyler, P. A. (2014). Marine litter distribution and density in European seas, from the shelves to deep basins. *PLoS ONE*, 9(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095839>
- Prata, J. C., da Costa, J. P., Girão, A. V., Lopes, I., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2019). Identifying a quick and efficient method of removing organic matter without damaging microplastic samples. *Science of the Total Environment*, 686, 131-139. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.456>
- Ramadan, A. H., & Sembiring, E. (2020). Occurrence of Microplastic in surface water of Jatiluhur Reservoir. *E3S Web of Conferences*, 148, 1-4. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014807004>
- Schwabl, P., Koppel, S., Konigshofer, P., Bucsics, T., Trauner, M., Reiberger, T., & Liebmann, B. (2019). Detection of various microplastics in human stool: A prospective case series. *Annals of Internal Medicine*, 171(7), 453-457. <https://doi.org/10.7326/M19-0618>
- Setälä, O., Fleming-Lehtinen, V., & Lehtiniemi, M. (2014). Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environmental Pollution*, 185, 77-83. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.013>
- Solomon, O., & Palanisami, T. (2016). Microplastics in the Marine Environment: Current Status, Assessment Methodologies, Impacts and Solutions. *Journal of Pollution Effects & Control*, 04(02). <https://doi.org/10.4172/2375-4397.1000161>
- Supit, A., Tompodung, L., & Kumaat, S. (2022). Mikroplastik sebagai Kontaminan Anyar dan Efek Toksiknya terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan*, 13(1), 199. <https://doi.org/10.26630/jk.v13i1.2511>
- Sutanhaji, A. T., Rahadi, B., & Firdausi, N. T. (2021). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang. *Jurnal Sumber daya Alam Dan Lingkungan*, 8(2), 74-84. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2021.008.02.3>
- Varó, I., Osorio, K., Estensoro, I., Naya-Català, F., Sitjà-Bobadilla, A., Navarro, J. C., ... Piazzon, M. C. (2021). Effect of virgin low density polyethylene microplastic ingestion on intestinal histopathology and microbiota of gilthead sea bream. *Aquaculture*, 545. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737245>
- Werbowski, L. M., Gilbreath, A. N., Munno, K., Zhu, X., Grbic, J., Wu, T., ... Rochman, C. M. (2021). Urban Stormwater Runoff: A Major Pathway for Anthropogenic Particles, Black Rubbery Fragments, and Other Types of Microplastics to Urban Receiving Waters. *ACS ES&T Water*, 1(6), 1420-1428. <https://doi.org/10.1021/acsestwater.1c00017>
- Xiang, S., Xie, Y., Sun, X., Du, H., & Wang, J. (2022). Identification and Quantification of Microplastics in Aquaculture Environment. *Frontiers in Marine Science*, 8(January), 1-10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.804208>
- Zettler, E. R., Mincer, T. J., & Amaral-Zettler, L. A. (2013). Life in the "plastisphere": Microbial communities on plastic marine debris. *Environmental Science and Technology*, 47(13), 7137-7146. <https://doi.org/10.1021/es401288x>
- Zhang, L., Liu, J., Xie, Y., Zhong, S., & Gao, P. (2021). Occurrence and removal of microplastics from wastewater treatment plants in a typical tourist city in China. *Journal of Cleaner Production*, 291, 125968. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125968>
- Zitouni, N., Bousserhine, N., Belbekhouche, S., Missawi, O., Alphonse, V., Boughatass, I., & Banni, M. (2020). First report on the presence of small microplastics ($\leq 3 \mu\text{m}$) in tissue of the commercial fish *Serranus scriba* (Linnaeus, 1758) from Tunisian coasts and associated cellular alterations. *Environmental Pollution*, 263, 114576. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114576>