

Analisis Cemaran Mikroplastik pada Daging dan Insang Ikan Gabus (*Channa striata*) di Sungai Kalimas, Surabaya

Haidar Rafli Putra Suhardi[✉]

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

ABSTRAK

Sungai Kalimas merupakan salah satu pecahan Kali Surabaya yang berada di Kota Surabaya dengan panjang kurang lebih 8 mil atau 12,8 km. Tepian sungai kalimas berdekatan langsung dengan pemukiman dan pembuangan pabrik yang berpotensi terjadi pencemaran mikroplastik. Tujuan penelitian berikut untuk mengetahui keberadaan mikroplastik pada daging dan insang ikan gabus (*Channa striata*) di Sungai Kalimas. Metode pengambilan sampel ikan menggunakan purposive sampling yang selanjutnya dilakukan preparasi sampel menggunakan larutan destruksi, yaitu H_2O_2 30% sebanyak 30 ml dan diinkubasi selama 24 jam. Kemudian pemanasan dilakukan menggunakan hotplate pada suhu $70^\circ C$ selama 30 menit dan disaring dengan kain filter nylon ukuran 200 mikrometer. Hasil saringan difoliasi menggunakan NaCl 1% dan sampel diidentifikasi menggunakan mikroskop stereo. Hasil menunjukkan kelimpahan mikroplastik pada insang ikan gabus 23,29 partikel/gram dan daging 14,14 partikel/gram. Ukuran terpanjang mikroplastik 12,98 mm dengan keragaman warna. Hasil penelitian tersebut dapat diketahui lebih lanjut mengenai jenis polimer dengan menggunakan instrumen Fourier Transform Infra Red (FTIR). Diharapkan masyarakat dan pemerintahan berkolaborasi dalam penanganan cemaran yang ada di sungai.

Kata kunci: Mikropastik, Sungai Kalimas, Daging Ikan, Insang, *Channa striata*

Analysis of Microplastic Contamination in Meat and Gills of Snakehead Fish (*Channa striata*) in Kalimas River, Surabaya

ABSTRACT

Kalimas River is one of the Surabaya River fragments located in Surabaya City with a stretch of approximately 8 miles or 12.8 km. Kalimas river banks are directly close to settlements and factory discharges that have the potential for microplastic pollution. The purpose of the following study was to determine the presence of microplastics in the meat and gills of corks fish (*Channa striata*) in the Kalimas River. The method of taking fish samples using purposive sampling and then preparation. Sample preparation uses a deconstruction solution, namely 30% H_2O_2 as much as 30 ml and then incubated for 24 hours. Then heated using a hotplate with a temperature of $70^\circ C$ for 30 minutes and afterwards filtered using nylon filter cloth size 200 micrometers. The filter results were solubilized using 1% NaCl and the samples were identified using a Stereo Microscope. The results of the analysis showed the abundance of microplastics in the gills 23.29 particles/gram and meat 14.14 particles/gram, as well as the longest size of microplastics 12.98mm and has a variety of colors. The results of this research can be further known about the type of polymer using the Fourier Transform Infra Red (FTIR) instrument.

Keywords: Microplastic, Kalimas River, Fish Meat, Gill, *Channa striata*

PENDAHULUAN

Sungai Kalimas merupakan salah satu pecahan Kali Surabaya yang berada di Kota Surabaya dengan panjang kurang lebih 8 mil atau 12,8 km. Aliran Sungai Kalimas berawal dari Pintu Air Ngagel

menuju Pelabuhan Tanjung Perak. Kondisi Sungai Kalimas Surabaya sangat dipengaruhi oleh masyarakat yang tinggal sepanjang sungai tersebut. Jumlah penduduk yang tinggal diujung dan

[✉] Corresponding author
Address : Sidoarjo, Jawa Timur
Email : haidarrafli29@gmail.com

akhir aliran sungai kalimas sekitar 32,5% dengan jarak 500 meter dari sungai (Fitriyah et al., 2022). Tepian sungai kalimas bersempadan langsung dengan pemukiman yang berpotensi terjadi pencemaran limbah domestik (Fitriyah et al., 2022).

Penggunaan Sungai Kalimas saat ini juga menjadi destinasi wisata untuk menarik peningkatan status ekonomi masyarakat Surabaya. Pemanfaatan Kalimas sebagai pariwisata menggunakan acuan Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1990 berkairan dengan pemanfaatan lokasi, daya tarik wisata dan usaha (Nurany & Fitriawardhani, 2024). Kalimas Surabaya menyajikan konsep baru pariwisata air yang bernilai sejarah dan edukasi. Selain itu di Sungai Kalimas sering diadakan acara beragam seperti lomba olahraga dayung, fashion, parade perahu hias yang diadakan Dinas Pemuda dan Olahraga yang bertujuan menyelaraskan kunjungan tamu manca negara di Kota Surabaya (Nurany & Fitriawardhani, 2024).

Bentuk pencemaran sungai yang sering ditemukan pada lingkungan perairan khususnya sungai ialah sampah plastik. Hasil penelitian Lebreton et al., (2017), menyatakan bahwa diperkirakan 1,15 dan 2,41 juta ton sampah plastik masuk ke dalam daerah sungai setiap tahun dengan lebih dari 74% menjadi emisi. Sungai yang paling banyak mencemari sebagian besar berada di Asia dan menjadi penyumbang 67% dari total global. Menurut Zulfan (2019), bahwa Negara Indonesia menjadi penghasil sampah ke laut terbanyak kedua di dunia dari jenis sampah plastik. Penambahan jumlah sampah dapat terus meningkat ketika kesadaran masyarakat terkait pengolahan sampah masih kurang (Hakim, 2019).

Sampah plastik yang terakumulasi di daerah pesisir maupun perairan yang terdegradasi dapat berubah menjadi mikroplastik melalui proses foto-oksidasi dan paparan sinar UV yang dihasilkan oleh matahari. Pembentukan mikroplastik disebabkan gugus karbonil dan hidroksil

pada rantai polimer plastik tidak stabil menyebabkan polimer menjadi rapuh dan rentan terfragmentasi akibat kecepatan aliran air (Susanto & Trihadiningrum, 2021). Menurut Wicaksono et al., (2021), menyatakan bahwa area pemukiman yang terdapat pada tepi sungi atau daerah perairan dapat menyediakan berbagai pencemaran sumber mikroplastik contohnya, produk perawatan atau kecantikan, limbah cucian dan sampah domestik. Temuan Fitriyah et al., (2022) mengungkapkan bahwa Sungai Kalimas telah tercemar oleh mikroplastik dengan konsentrasi rata-rata sebesar 0,07 item/m³. Karakteristik mikroplastik didominasi oleh bentuk fiber yang dihasilkan kegiatan masyarakat.

Mikroplastik berkemampuan dapat mengikat polutan organik, sehingga kumpulan mikroplastik berpotensi tertelan oleh biota perairan dan berbahaya bagi manusia (Yona et al., 2019). Bahan kimia yang terkandung pada mikroplastik memiliki paparan zat aditif dan zat toksik yang dapat mengakibatkan ragam penyakit, seperti kardiovaskular, gangguan pencernaan, iritasi kulit, masalah pernapasan, reproduksi dan kanker (Campanale et al., 2020) Penelitian Pedà et al., (2016) menunjukkan dampak negatif paparan mikroplastik diantaranya dapat menurunkan kemampuan reproduksi ikan. Selain itu juga mengakibatkan perubahan panjang usus dan perubahan inflamasi pada ikan. Mikroplastik diduga telah menjadi vektor pembawa polutan lainnya, seperti bahan kimia berbahaya, bakteri patogen dan logam berat sebagai pemicu beberapa penyakit (Rahman et al., 2021).

Ikan Gabus (*Channa striata*) merupakan salah satu ikan yang hidup di rawa atau di perairan tenang dengan banyak vegetasi tanaman. Meskipun ikan gabus hidup di daerah rawa yang memiliki kerapatan vegetasi yang tinggi, Ikan Gabus tergolong kelompok karnivora atau pemakan daging. Menurut penelitian Muslim, (2017) mengenai pembenihan Ikan Gabus (*Chana striata*), bahwa makanan Ikan Gabus berupa *Artemia* sp.,

cacing, kutu air dan larva capung. Ikan Gabus dominan hidup pada habitat perairan tenang yang minim sinar matahari serta berdekatan dengan tanaman air, seperti enceng gondok (Muslim, 2017). Selain itu Ikan Gabus memiliki resistensi terhadap kondisi lingkungan dengan pH rendah (asam) dan mampu bertahan hidup di daerah kurang air karena terdapat alat bantu pernafasan sehingga dapat memanfaatkan oksigen di udara untuk bernafas (Muslim, 2019).

Ikan Gabus sering dimanfaatkan oleh masyarakat sering digunakan sebagai obat. Hasil penelitian Rosyidi et al., (2019), menyatakan bahwa daging Ikan Gabus dapat menyembuhkan luka dengan cepat karena daging Ikan Gabus mampu meningkatkan serum albumin guna mempercepat penyembuhan luka. Selain itu, ekstrak daging Ikan Gabus yang dimanfaatkan sebagai *hydrogel* dapat mengatasi pasien diabetes mellitus tipe 2 (Hadisaputro & Sunarjo, 2021). Penggunaan Ikan Gabus sebagai olahan makanan juga sangat tinggi peminatnya dikarenakan khasiatnya serta cepatnya perkembangbiakan (Muslim, 2019). Kajian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan, jenis, ukuran, warna mikroplastik pada Ikan Gabus dengan sampel insang dan daging.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Maret-April 2024 di Kawasan Sungai Kalimas, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia. Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan *Purposive Sampling Methods* di tiga tempat. Pemilihan tempat ini berdasarkan kategori pembuangan cemar (rendah, sedang dan tinggi). Lokasi sampling stasiun I berada di ujung Sungai Kalimas yang berdekatan dengan Pintu Air Ngagel. Kondisi sekitar terhubung dengan selokan pembuangan limbah warga dan terus mengalir tanpa adanya filtrasi atau penyaringan. Stasiun II terletak di pembuangan rumah pipa PDAM PU 82 Keputran yang menurut warga sekitar mengalir deras siang hari dan menimbulkan busa kimia yang me-

mungkinkan terjadinya pencemaran. Stasiun III ditentukan di bawah jembatan Petekan Perak Utara dengan kondisi arus sungai sedikit tenang, ditemukan vegetasi rendah, terdapat pabrik dan industri yang saluran pembuangannya mengarah ke Sungai Kalimas yang mengindikasikan pencemaran.

Metode sampling tersebut bertujuan membandingkan kelimpahan, jenis, ukuran dan warna mikroplastik yang ada pada bagian Ikan Gabus. Penangkapan Ikan Gabus didapatkan dengan bantuan warga sekitar menggunakan senapan angin karena sifat Ikan Gabus yang sering muncul ke permukaan air, aliran air yang sedikit tenang dan dekat vegetasi Sungai. Sebanyak 7 sampel ikan didapatkan dan diidentifikasi berdasarkan nama ilmiah, jenis makanan, serta dipastikan ikan tersebut sejenis, yaitu (*Chana striata*). Identifikasi didasarkan menggunakan referensi buku (Gustiano et al., 2019) yang kemudian dilakukan pengukuran morfometrik dan penimbangan sampel. Sampel ikan dibawa ke laboratorium untuk proses bedah dengan cara sayat ikan melalui anus menuju ke arah ventral sampai *linea lateralis* atau gurat sisi. Kemudian ke belakang kepala hingga bagian dasar perut dan ambil daging ikan diambil sebanyak 3 gram. Pengambilan insang dilakukan dengan memotong tulang penutup insang di bagian samping dan menggunting seluruh bagian insang untuk ditimbang.

Prosedur Penelitian.

Daging dan insang ikan dilakukan proses destruksi dengan memasukkan sampel ke dalam botol yang berisikan H_2O_2 30% sebanyak 30 ml. Kemudian diamkan hingga sampel insang dan daging hancur (kurang lebih 24 jam). Setelah tampak hancur dilakukan proses pemanasan dengan hotplate selama 30 menit pada suhu $70^{\circ}C$ serta diamkan sampel setelah proses pemanasan. Selanjutnya saring sampel menggunakan kain filter Nylon berdiameter 200 mikrometer dan difoliasi menggunakan NaCl 1% dan hasil preparat dianalisis menggunakan mikroskop



Sumber: Google Earth (2020)

Gambar 1
Peta Lokasi Penelitian

stereo (*Digital Ways TC-Y Black*). Analisis mikroplastik meliputi, warna, ukuran, kelimpahan dan jenis mikroplastik (Rofiq & Sari, 2022).

Analisis Data

Partikel mikroplastik yang teridentifikasi di insang dan daging ikan dihitung menggunakan rumus kelimpahan menggunakan persamaan dalam Neves et al. (2015):

$$\text{Kelimpahan} = \frac{\text{Jumlah Partikel Mikroplastik}}{\text{Jumlah Sampel}} \quad (1)$$

Kemudian pengukuran partikel mikroplastik menggunakan aplikasi *ImageJ* dan olah data berupa grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Ikan dan Kelimpahan Mikroplastik

Berdasarkan hasil penelitian kelimpahan mikroplastik sampel ikan perlu ditimbang untuk menentukan akumulasi partikel

pada setiap insang dan 3 gram daging (Tabel 2). Ikan Gabus 1,2 didapatkan dari stasiun 1, Ikan Gabus, 3,4 dari stasiun 2 dan Ikan Gabus 5,6,7 dari stasiun 3. Seluruh sampel ikan telah terkontaminasi cemaran mikroplastik baik dari organ insang dan daging (Tabel 3). Pada hasil tabel 3 kelimpahan mikroplastik paling banyak ditemukan di bagian insang ikan dibandingkan daging ikan. Menurut hasil kelimpahan mikroplastik pada sampel ikan bagian insang menunjukkan angka tertinggi dibandingkan daging. Total kelimpahan sampel insang berjumlah 23,29 partikel/gram sedangkan kelimpahan daging berjumlah 14,14 partikel/gram.

Ditemukannya cemaran mikroplastik pada Ikan Gabus disebabkan karakteristik habitat ikan tersebut lebih menyukai tepian sungai dengan arus tenang dengan kerapatan vegetasi tinggi

Tabel 2
Karakteristik Ikan Gabus

Titik Pengambilan	Jenis Kategori Penelitian (cm dan gram)			
	Berat Ikan (Gram)	Panjang (cm)	Berat Daging	Berat insang (Gram)
Stasiun I	31,42	18	3 Gram	1,23
	43,58	16,5		1,54
Stasiun II	125,18	24		5,12
	152,09	26		5,02
	427,90	39,5		12,74
Stasiun III	260,76	29,5		9,80
	146,19	25		8,35

Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Tabel 3
Jenis Mikroplastik Ditemukan pada Ikan Gabus

Sampel Penelitian		Jenis Mikroplastik			
		Fiber	Fragmen	Filamen	Total
Ikan Gabus 1	Insang	18	-	-	18
	Daging	14	-	-	14
Ikan Gabus 2	Insang	17	-	-	17
	Daging	4	-	1	5
Ikan Gabus 3	Insang	34	2	-	36
	Daging	21	-	-	21
Ikan Gabus 4	Insang	18	-	1	19
	Daging	13	-	-	13
Ikan Gabus 5	Insang	26	-	2	28
	Daging	20	-	-	20
Ikan Gabus 6	Insang	25	-	-	25
	Daging	10	-	-	10
Ikan Gabus 7	Insang	20	-	-	20
	Daging	16	-	-	16

Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

yang berpotensi terdapat sumber makanan, seperti hewan kecil atau benthos dan jenis cacing (Muslim, 2017). Namun pada tepian sungai sering digunakan sebagai saluran pembuangan limbah domestik dan limbah pabrik yang berpotensi ikan tersebut terpapar pencemaran. Selain itu, Ikan Gabus bersifat predator ganas yang sangat aktif dalam pencarian makanan. Hal tersebut memungkinkan bentuk cemaran mikroplastik yang serupa dengan jenis makanan Ikan Gabus tertelan dan terakumulasi dalam pencernaan sehingga terpecah masuk ke dalam daging (Rofiq & Sari, 2022).

Kelimpahan mikroplastik pada ikan juga dipengaruhi oleh ukuran morfometri ikan karena semakin besar ukuran mulut dan insang membuat potensi mikroplastik tertelan atau tersangkut menjadi mudah (Tabel 3). Hal tersebut menyebabkan akumulasi mikroplastik pada ikan berukuran besar lebih tinggi (Labibah & Triajie, 2020). Faktor pendukung kelimpahan mikroplastik pada biota terletak di faktor lingkungan. Hasil (Tabel 3) penangkapan ikan stasiun 2 lebih banyak terkontaminasi mikroplastik disebabkan letak sampling

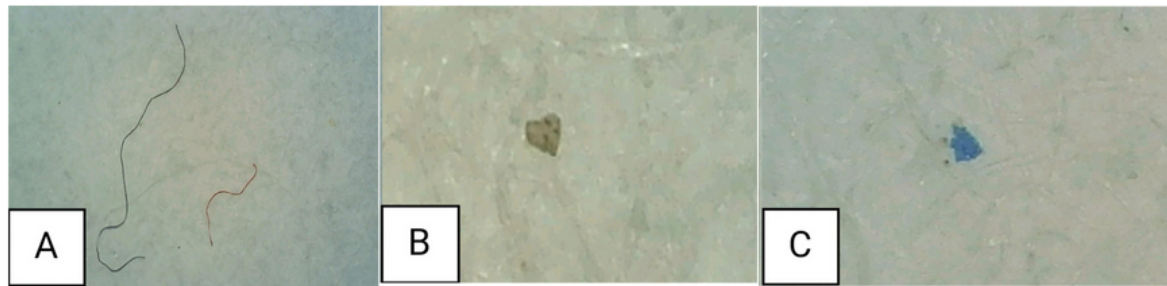
dekat dengan rumah pipa sebagai sumber pembuangan sisa limbah antropogenik (Gambar 1). Mikroplastik ditemukan di air berasal dari degradasi pakaian cuci, limbah pabrik dan jaring ikan nelayan (Lestari & Nurdiansyah, 2019).

Jenis Mikroplastik

Penemuan jenis mikroplastik tidak hanya berbentuk fiber, tetapi bentuk fragmen dan filamen (Gambar 2). Jenis fragmen berbentuk tidak beraturan, memiliki layer tebal, berasal dari potongan kemasan plastik, seperti pipa paralon, botol minuman, plastik sachet dan kantong plastik (Azizah et al., 2020). Sedangkan jenis film berbentuk lembaran atau pecahan plastik polimer sekunder yang berasal dari proses fragmentasi kantong plastik kemasan densitas rendah (Hiwari et al., 2019). Menurut hasil penelitian Murtadho et al., (2023) terkait kelimpahan mikroplastik pada air di Kalimas Surabaya, bahwa penemuan jenis fiber lebih dominan dibandingkan lainnya karena limbah domestik, industri dan aktivitas masyarakat salah satunya memancing.

Ukuran Mikroplastik

Berdasarkan hasil rata-rata hasil ukuran mikroplastik jenis fiber bagian insang



Sumber : Data Primer Diolah, 2024

Gambar 2

Jenis Partikel Mikroplastik pada Ikan Gabus

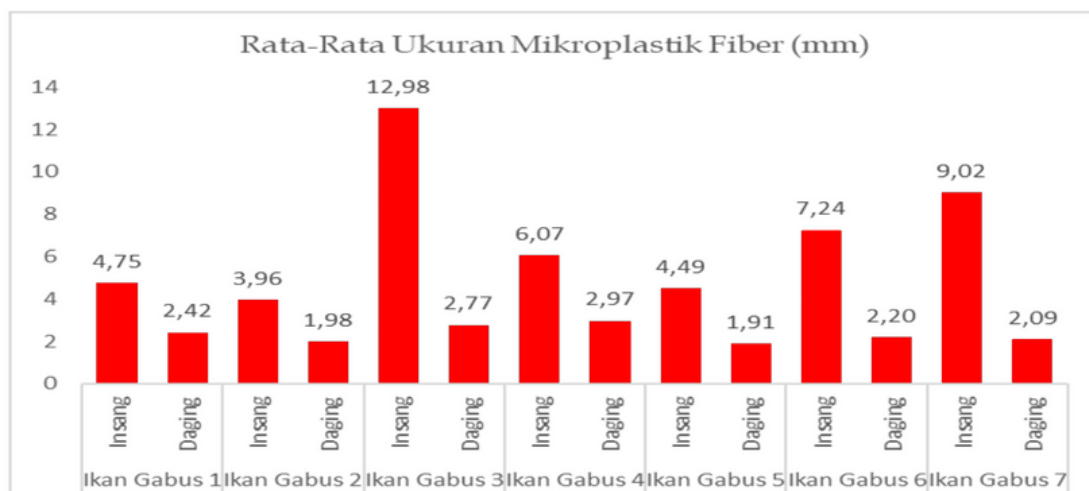
A)Fiber B)Filamen C)Fragmen

memiliki ukuran mikroplastik lebih panjang dibandingkan daging (Gambar 3). Ukuran fiber paling panjang ditemukan pada insang gabus 3 dengan panjang 12,98mm, sedangkan ukuran paling pendek pada sampel daging gabus 6 (1,91mm). Menurut penelitian —Gad & Midway, (2022) terkait hubungan mikroplastik dengan ukuran ikan, bahwa ukuran sedang (1000-2500 μ m) dan terbesar (>2500 μ m) jenis fiber didapatkan di tubuh ikan khususnya insang ikan dengan total 6 partikel. Ukuran mikroplastik juga dipengaruhi beberapa faktor, meliputi degradasi oleh gelombang air, gaya mekanik, lamanya paparan sinar UV matahari dan bahan plastik yang bersifat oksidatif. Pemecahan plastik menjadi mikroplastik berpengaruh terhadap ukurannya. Semakin lama waktu proses fragmentasi, maka semakin kecil pula ukuran mikroplastik tersebut (Avio et al., 2015).

Penemuan ukuran pendek jenis mikroplastik fiber pada ikan dikarenakan saat tertelan akumulasi mikroplastik tidak semua dapat dicerna dan dikeluarkan melalui feses, namun akan mengalir bersama peredaran darah menuju seluruh bagian tubuh ikan (Yudhantari et al., 2019). Kontaminasi mikroplastik yang tersangkut di *filamen rakers* insang ikan berupa serat atau fiber dan menyebabkan proses pernapasan ikan menjadi terhambat hingga berdampak kematian ikan (Ningrum et al., 2023). Hal tersebut terjadi ketika air yang mengangkut oksigen tidak bisa masuk ke dalam insang (Ningrum et al., 2023). Selain itu, mikroplastik yang ditemukan pada organ insang bersifat konstan dikarenakan bentuk gerigi insang membuat mikroplastik sulit untuk keluar, seperti bentuk fiber (Sawalman et al., 2021).

Warna Mikroplastik

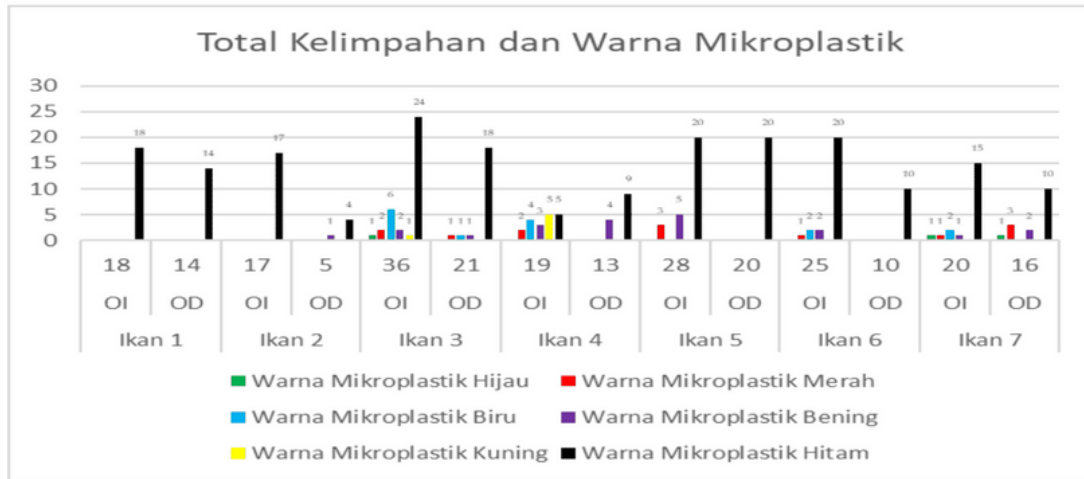
Perhitungan partikel bersama penentuan



Sumber : Data Primer Diolah, 2024

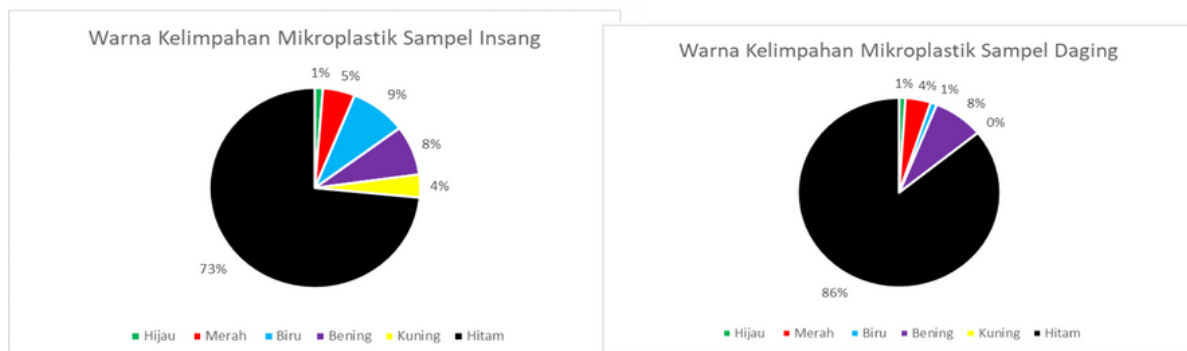
Gambar 3

Rata-rata Ukura Mikroplastik (mm) pada Ikan Gabus



Sumber : Data Primer Diolah, 2024

Gambar 4
Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Gabus



Sumber : Data Primer Diolah, 2024

Gambar 5
Persentase Warna Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Gabus

warna pada hasil (Gambar 4) tertinggi di organ insang Ikan Gabus 3 dengan total 36 partikel serta rincian warna hitam (24), kuning (1), Bening (2), Biru (6), merah (2) dan hijau (1). Selain itu, pada insang gabus 3 memiliki keragaman warna mikroplastik yang tinggi dibandingkan sampel lain. Sedangkan partikel paling sedikit ditemukan di daging gabus 2 dengan 5 partikel berwarna hitam (4) dan bening (1) (Gambar 5). Banyaknya variasi warna mikroplastik disebabkan oleh keragaman limbah antropogenik yang tercampur ke dalam air dan tertelan oleh biota perairan disekitarnya (Pedà et al., 2016). Warna hitam atau warna lainnya lebih dominan dibandingkan warna transparan atau bening mengindikasikan, bahwa cemaran terfragmentasi bukan karena paparan sinar UV yang lama (fotodegradasi) melainkan serat potongan dan degradasi lainnya dari limbah pabrik maupun rumah tangga (Romaskila et al., 2023).

Jenis mikroplastik yang ditemukan memiliki berbagai warna antara lain, biru, hitam, merah, hijau, kuning dan bening (Gambar 5). Mikroplastik berwarna bening dan tidak berwarna memiliki jenis bahaya yang paling tinggi karena dapat menyerap lebih banyak PCB (*Polychlorinated Biphenyls*). Senyawa PCB sangat toksik dan berbahaya bagi manusia dan lingkungan, seperti kerusakan sistem saraf, risiko kanker dan kerusakan keseimbangan ekosistem (Lumban Tobing et al., 2020). Selain itu, perubahan beragam warna mikroplastik menjadi bening diakibatkan faktor lamanya paparan sinar matahari terhadap mikroplastik (Laksono et al., 2021). Mikroplastik dengan warna lebih cerah memiliki kandungan PAH (hidrokarbon aromatik polisiklik) rendah dibandingkan mikroplastik warna lebih gelap (Fisner et al., 2017).

SIMPULAN

Hasil penelitian ini meliputi identifikasi, kelimpahan, warna dan ukuran. Jenis mikroplastik yang ditemukan berupa fiber, fragmen dan filamen. Hasil kelimpahan rata-rata mikroplastik tertinggi pada sampel insang, sedangkan terendah di sampel daging. Keragaman warna mikroplastik yang ditemukan pada sampel disebabkan lokasi pengambilan atau sampling di kawasan tercemar. Ukuran mikroplastik terpanjang ditemukan pada sampel insang, sedangkan ukuran pendek ditemukan di sampel daging. Jenis mikroplastik yang ditemukan dalam tubuh ikan tentunya perlu penelitian lebih lanjut, seperti identifikasi polimer pada penyusunan plastik. Hal tersebut dapat menggunakan kajian lanjutan menggunakan instrumen FTIR atau *Fourier Transform Infra Red*. Memperhatikan temuan cemaran mikroplastik pada salah satu ikan di Sungai Kalimas masyarakat dan pemerintah perlu berkolaborasi dalam pengolahan sampah domestik, peraturan terkait industri yang menghasilkan limbah berpotensi adanya mikroplastik serta edukasi terhadap masyarakat sekitar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada ECOTON Foundation yang telah memfasilitasi dan memberikan pengarahan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Avio, C. G., Gorb, S., & Regoli, F. (2015). Experimental development of a new protocol for extraction and characterization of microplastics in fish tissues: First observations in commercial species from Adriatic Sea. *Marine Environmental Research*, 111, 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.06.014>
- Azizah, P., Ridlo, A., & Suryono, C. A. (2020). Microplastics on Marine Sediment at Kartini Coastal Area, Jepara District, Central Java (in Bahasa). *Journal of Marine Research*, 9(3), 326–332.
- Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo, V., & Uricchio, V. F. (2020). A Detailed Review Study on Potential Effects of Microplastics and Additives of Concern on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph17041212>
- Fisner, M., Majer, A., Taniguchi, S., Bicego, M., Turra, A., & Gorman, D. (2017). Colour spectrum and resin-type determine the concentration and composition of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in plastic pellets. *Marine Pollution Bulletin*, 122(1–2), 323–330. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.072>
- Fitriyah, A., Syafrudin, S., & Sudarno, S. (2022). Identifikasi Karakteristik Fisik Mikroplastik di Sungai Kalimas, Surabaya, Jawa Timur. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(3), 350–357. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.3.350-357>
- Gad, A. K., & Midway, S. R. (2022). Relationship of Microplastics to Body Size for Two Estuarine Fishes. *Microplastics*, 1(1), 211–220. <https://doi.org/10.3390/microplastics1010014>
- Gustiano, R., Ath-thar, M. F., & Kusmini, I. I. (2019). *Diversiti, Biologi Reproduksi, dan Manajemen Induk Ikan Gabus* (Issue July 2022).
- Hadisaputro, S., & Sunarjo, L. (2021). The Effectiveness of Hydrogel from Snakehead Fish Extract (*Channa striata*) on Wound Healing of Grade II Ulcer in Type II Diabetes Mellitus Patients Nursing Student Postgraduate Program, Master of Applied Health Polytechnic of the Ministry of Health. *International Journal of Nursing and Health Services (IJNHS)*, 4(2), 215–222.
- Hakim, M. Z. (2019). Pengelolaan dan Pengendalian Sampah Plastik Berwawasan Lingkungan. *Amanna Gappa*, 27(2), 111–121.

- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. (2019). *Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote , Provinsi Nusa Tenggara Timur* Condition of microplastic garbage in sea surface water at around Kupang and Rote , East Nusa Tenggara Province. 5, 165–171. <https://doi.org/10.13057/pnmbi/m050204>
- Labibah, W., & Triajie, H. (2020). Keberadaan Mikroplastik pada Ikan Swanggi (*Priacanthus tayenus*), Sedimen dan Air Laut di Perairan Pesisir Brondong, Kabupaten Lamongan. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(3), 351–358. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i3.8563>
- 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>
- 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>
- Lumban Tobing, S. J. B., Hendrawan, I. G., & Faiqoh, E. (2020). Karakteristik Mikroplastik Pada Ikan Laut Konsumsi Yang Didaratkan Di Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 3 (2) , 1 0 2 . <https://doi.org/10.24843/jmrt.2020.v03.i02.p07>
- Murtadho, M. F., Aliyansyah, G., Wienardy, A. E., & Ramadhani, R. A. (2023). Identifikasi Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik pada Air Kali Mas, Kota Surabaya. *Environmental Pollution Journal*, 2(2), 436–444. <https://doi.org/10.58954/e pj.v2i2.86>
- Muslim. (2017). Pemijahan Ikan Gabus (*Channa striata*) Secara Alami dan Semi Alami. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(1), 25–32. <https://repository.unsri.ac.id/21944/1/27.iTenticateResult>
- Muslim, M. (2019). Teknologi Pembenihan Ikan Gabus (*Channa striata*). *Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, 7(2), 21–25. <https://doi.org/10.29406/jr.v7i2.1312>
- Neves, D., Sobral, P., Ferreira, J. L., & Pereira, T. (2015). Ingestion of Microplastics by Commercial Fish off the Portuguese Coast. *Marine Pollution Bulletin*, 101(1), 119–126. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.008>
- Ningrum, P. T., Negoro, A. H. S., Nurdiansyah, Y., Indahyani, D. E., & Kusnadi. (2023). Microplastic Contamination in Marine Fish and Shells in the Coastal Areas of Jember Regency, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 15(1), 201–211. <https://doi.org/10.20473/jipk.v15i1.34888>
- Nurany, F., & Fitriawardhani, T. (2024). Identifikasi Potensi Wisata Susur Sungai Kalimas Kota Surabaya. *Jurnal Elektronik Universitas Tulungagung*, 17(1), 1–11.
- Pedà, C., Caccamo, L., Fossi, M. C., Gai, F., Andaloro, F., Genovese, L., Perdichizzi, A., Romeo, T., & Maricchiolo, G. (2016). Intestinal Alterations in European Sea Bass *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) Exposed to Microplastics: Preliminary Results. *Environmental Pollution*, 212, 251–256. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.01.083>
- Rahman, A., Sarkar, A., Yadav, O. P., Achari, G., & Slobodnik, J. (2021). Potential Human Health Risks due to Environmental Exposure to Nano- and Microplastics and Knowledge Gaps: A Scoping Review. *Science of the Total Environment*, 757, 143872. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143872>
- Rofiq, A. A., & Sari, I. K. (2022). Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan dan Insang Ikan di

- Sungai Brantas, Jawa Timur. *Environmental Pollution Journal*, 2(1), 263-272.
- Romaskila, U., Widiastuti, E. L., Susanto, G. N., Damai, A. A., & Juliasih, N. L. G. R. (2023). Karakteristik, Warna, Dan Ukuran Mikroplastik Yang Ditemukan Pada Air Dan Kerang Hijau Di Pulau Pasaran, Lampung. *Journal of Tropical Marine Science*, 6(2), 147-154. <https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v6i2.4236>
- Rosyidi, R. M., Januarman, Priyanto, B., Islam, A. A., Hatta, M., & Bukhari, A. (2019). The Effect of Snakehead Fish (*Channa striata*) Extract Capsule to the Albumin Serum Level of Post-operative Neurosurgery Patients. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 12(2), 893-899. <https://doi.org/10.13005/bpj/1714>
- Sawalman, R., Zamani, N. P., Werorilangi, S., & Ismet, M. S. (2021). Akumulasi Mikroplastik Pada Spesies Ikan Ekonomis Penting Di Perairan Pulau Barranglompo, Makassar. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(2), 241-259. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i2.34587>
- Simamora, C. S. L., Warsidah, W., & Nurdiansyah, S. I. (2019). Identifikasi dan Kepadatan Mikroplastik pada Sedimen di Mempawah Mangrove Park (MMP) Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 2(3), 96-101. <https://dx.doi.org/10.26418/lkuntan.v2i3.34828>
- Susanto, S. S., & Trihadiningrum, Y. (2021). Kajian Fragmentasi Polypropylene Akibat Radiasi Sinar Ultraviolet dan Kecepatan Aliran Air. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.53583>
- Wicaksono, E. A., Werorilangi, S., Galloway, T. S., & Tahir, A. (2021). Distribution and Seasonal Variation of Microplastics in Tallo River, Makassar, Eastern Indonesia. *Toxics*, 9(6), 1-13. <https://doi.org/10.3390/toxics9060129>
- Yona, D., Hikmah, S., Sari, J., Iranawati, F., Bachri, S., & Ayuningtyas, W. C. (2019). Microplastics in the Surface Sediments from the Eastern Waters of Java Sea, Indonesia. *F1000Research*, 8, 1-14. <https://doi.org/10.12688/f1000research.17103.1>
- Yudhantri, C. I. A. S., Hendrawan, I. G., & Puspitha, N. L. P. R. (2019). Kandungan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Lemuru Protolan (*Sardinella Lemuru*) Hasil Tangkapan di Selat Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 2(2), 48-52.