

Kontaminasi Mikroplastik Pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Dari Muara Sungai Banjir Kanal Timur, Semarang

Clara Vania, Ali Ridlo*, Bambang Yulianto

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

*Corresponding author, email: aliridlo26@gmail.com

ABSTRAK: Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm yang berasal dari fragmentasi plastik makro akibat proses degradasi fisik, kimia, dan biologis. Paparan mikroplastik pada ikan dapat menyebabkan gangguan fisiologis serta berpotensi menimbulkan risiko bioakumulasi dalam rantai makanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kontaminasi mikroplastik pada ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang diperoleh dari Muara Sungai Banjir Kanal Timur, Semarang, dengan menganalisis jumlah, bentuk, ukuran, dan warna mikroplastik yang ditemukan. Analisis dilakukan melalui ekstraksi dan identifikasi mikroplastik yang terakumulasi dalam saluran pencernaan dan insang ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik terdeteksi di seluruh sampel ikan, dengan konsentrasi lebih tinggi pada saluran pencernaan (46×10^{-5} partikel/kg) dibandingkan insang (37×10^{-5} partikel/kg). Bentuk mikroplastik yang dominan adalah fragmen, diikuti oleh fiber, pelet, dan film, dengan variasi warna meliputi hitam, merah, coklat, biru, hijau, kuning, oranye, ungu, putih, dan transparan. Temuan ini mengindikasikan tingginya tingkat paparan mikroplastik pada ikan bandeng yang berasal dari perairan yang tercemar, yang berpotensi memengaruhi kesehatan biota perairan serta menimbulkan risiko transfer mikroplastik ke manusia melalui konsumsi ikan.

Kata kunci: Mikroplastik; Ikan Bandeng; Pencemaran Perairan; Muara Sungai

*Microplastic Contamination in Milkfish (*Chanos chanos*) from the Estuary of Banjir Kanal Timur River, Semarang*

ABSTRACT: Microplastics are plastic particles smaller than 5 mm, resulting from macroplastic fragmentation due to physical, chemical, and biological degradation. Exposure to microplastics in fish can cause physiological disturbances and pose a potential bioaccumulation risk in the food chain. This study aims to examine microplastic contamination in milkfish (*Chanos chanos*) obtained from the estuary of the Banjir Kanal Timur River, Semarang, by analyzing the quantity, shape, size, and color of microplastics present. Microplastics were extracted and identified from the fish's digestive tract and gills. The results showed that microplastics were detected in all fish samples, with higher concentrations in the digestive tract (46×10^{-5} particles/kg) than in the gills (37×10^{-5} particles/kg). The dominant microplastic forms were fragments, followed by fibers, pellets, and films, with color variations including black, red, brown, blue, green, yellow, orange, purple, white, and transparent. These findings indicate a high level of microplastic exposure in milkfish from a contaminated estuary, which may impact aquatic biota health and pose a potential risk of microplastic transfer to humans through fish consumption.

Keywords: Microplastics; Milkfish; *Chanos Chanos*; Water Pollution

PENDAHULUAN

Pencemaran sampah plastik di Indonesia menjadi masalah lingkungan yang semakin mendesak, dengan Indonesia sebagai penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia, mencapai 187,2 juta ton (Yusnita *et al.*, 2022). Plastik memiliki sifat tidak terurai sehingga

berpotensi mencemari ekosistem perairan dalam jangka panjang. Lingkungan perairan, plastik mengalami fragmentasi menjadi mikroplastik, partikel berukuran kurang dari 5 mm yang dapat bertahan lama dan tersebar luas di berbagai habitat perairan. Muara sungai menjadi jalur utama distribusi mikroplastik dari daratan ke laut, yang kemudian terakumulasi dalam biota perairan.

Mikroplastik dapat dikonsumsi oleh ikan yang sering kali tidak dapat dibedakan dari plankton atau sumber makanan lainnya. Partikel ini dapat menumpuk di saluran pencernaan dan insang, mengganggu fungsi fisiologis ikan, menyebabkan inflamasi usus, stres oksidatif, serta mengganggu metabolisme dan reproduksi (Murtadho *et al.*, 2022). Beberapa jenis mikroplastik juga mengandung aditif kimia berbahaya atau menyerap polutan dari lingkungan, yang dapat meningkatkan risiko toksik bagi biota laut dan manusia melalui rantai makanan. Ikan konsumsi, seperti ikan bandeng (*Chanos chanos*), yang banyak dikonsumsi masyarakat, berpotensi menjadi vektor transfer mikroplastik ke manusia.

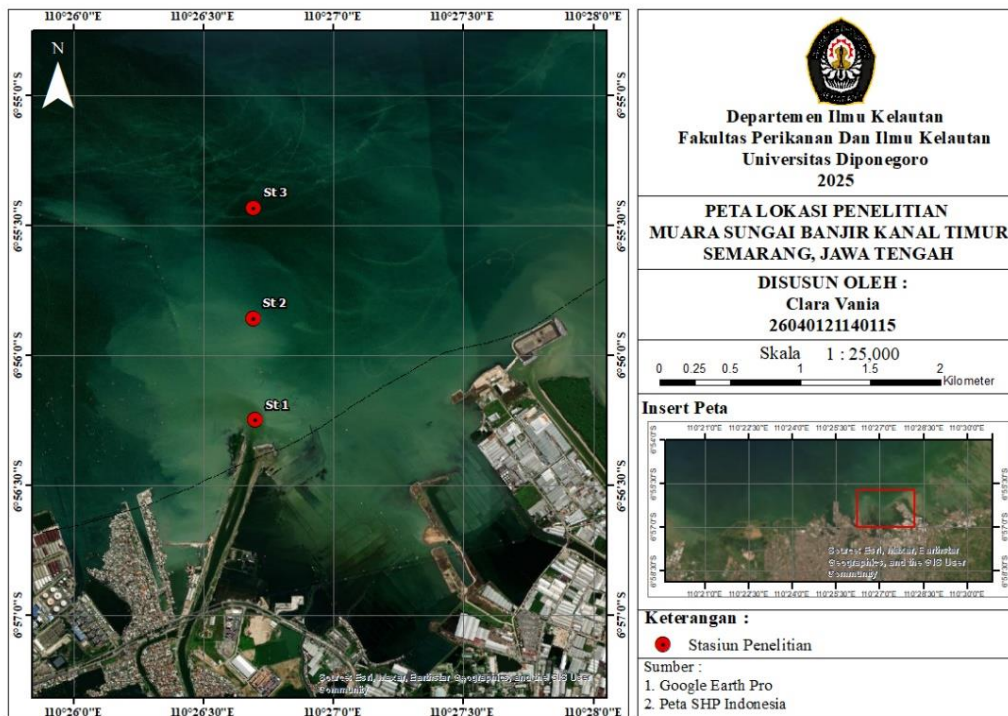
Penelitian mengenai kontaminasi mikroplastik pada ikan di Indonesia telah dilakukan di beberapa lokasi, termasuk Semarang ((Prameswari *et al.*, 2022). Studi sebelumnya menemukan bahwa mikroplastik dengan bentuk dominan fragmen dan serat banyak ditemukan dalam saluran pencernaan dan insang ikan di berbagai wilayah pesisir (Prameswari *et al.*, 2022; Yona *et al.*, 2021). Muara Sungai Banjir Kanal Timur, Semarang, yang menerima limpasan limbah dari aktivitas domestik dan industri, berpotensi tinggi terhadap pencemaran mikroplastik, yang dapat berimplikasi pada ekosistem perairan dan kesehatan manusia. Ikan merupakan sumber pangan bergizi dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Namun, pencemaran mikroplastik di muara sungai menyebabkan ikan terpapar mikroplastik melalui mekanisme konsumsi langsung atau melalui rantai makanan. Beberapa faktor seperti lokasi habitat, kebiasaan makan, dan tipe mulut ikan mempengaruhi tingkat akumulasi mikroplastik dalam tubuh ikan (Arisanti *et al.*, 2021). Ikan bandeng (*Chanos chanos*), yang merupakan filter feeder, memiliki risiko tinggi terhadap kontaminasi mikroplastik karena cara makannya yang menyaring air secara terus-menerus. Akumulasi mikroplastik dalam tubuh ikan dapat berdampak pada kesehatannya serta menimbulkan risiko bagi manusia yang mengonsumsinya. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami karakteristik dan tingkat kontaminasi mikroplastik dalam ikan bandeng yang hidup di muara sungai tercemar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan mikroplastik yang terakumulasi pada ikan bandeng (*Chanos chanos*) dari muara Sungai Banjir Kanal Timur, Semarang, mengidentifikasi karakteristik mikroplastik termasuk bentuk, ukuran, dan warna, serta menentukan jumlah mikroplastik yang terakumulasi dalam ikan bandeng dari lokasi penelitian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai tingkat pencemaran mikroplastik pada ikan konsumsi dan dampaknya terhadap kesehatan ekosistem serta manusia.

MATERI DAN METODE

Objek yang dianalisis dalam penelitian ini yaitu ikan bandeng (*Chanos chanos*) khususnya bagian saluran pencernaan dan insang yang diambil dari lokasi penelitian muara Sungai Banjir Kanal Timur, Semarang. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menganalisis kontaminasi mikroplastik pada ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang diperoleh dari Muara Sungai Banjir Kanal Timur, Semarang. Menurut Syahrizal dan Jailani (2023), metode deskripsi termasuk dalam kategori non-eksperimental dalam penelitian kuantitatif. Hal tersebut menekankan bahwa metode deskripsi merupakan pendekatan dalam penelitian kuantitatif yang bersifat observasional, tanpa intervensi, dan bertujuan untuk menggambarkan kondisi yang ada. Metode deskriptif kuantitatif digunakan agar dapat menggambarkan ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang terpapar kontaminasi mikroplastik di muara Sungai Banjir Kanal Timur, Semarang.

Sampel ikan dikumpulkan menggunakan jaring berukuran *mesh* 2 inci, dengan metode penangkapan yang dilakukan secara perlahan dari Stasiun 1 hingga Stasiun 3, kemudian kembali ke Stasiun 1. Sebanyak 9 ekor ikan bandeng dikumpulkan dan disimpan dalam *coolbox* berisi es guna menjaga kesegaran sampel sebelum dianalisis di laboratorium. Pengukuran morfometri ikan meliputi Panjang Total (PT) dan Tinggi Badan (TB) menggunakan alat ukur linear,



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel di Muara Sungai Banjir Kanal Timur, Semarang

sementara berat ikan ditentukan dengan neraca digital (Islamadina *et al.*, 2018). Setelah pengukuran, ikan dibedah untuk mengambil saluran pencernaan dan insang, yang kemudian ditimbang dan disimpan dalam kantong *ziplock* berlabel sebelum proses ekstraksi mikroplastik. Ekstraksi mikroplastik dilakukan dengan destruksi alkali menggunakan larutan KOH 10%, yang dibiarkan selama 24 jam hingga sampel mengalami degradasi organik. Jika masih terdapat sisa bahan organik, ditambahkan larutan H₂O₂ 30% dan dibiarkan selama 24 jam hingga larutan menjadi bening kekuningan. Selanjutnya, larutan ZnCl₂ 15 ml digunakan untuk pemisahan densitas guna mengisolasi partikel mikroplastik dari material sisa. Supernatan hasil pemisahan kemudian disaring menggunakan kertas saring *Whatman* (2,5 µm) dengan bantuan *vacuum pump* dan dikeringkan dalam wadah aluminium foil sebelum proses identifikasi. Identifikasi mikroplastik dilakukan secara visual menggunakan mikroskop, dengan parameter yang diamati meliputi jumlah, bentuk, ukuran, dan warna mikroplastik yang ditemukan dalam saluran pencernaan dan insang ikan. Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan Microsoft Excel, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menggambarkan tingkat kontaminasi mikroplastik dalam ikan bandeng. Menurut Yudhantari *et al.* (2019), jumlah mikroplastik dalam setiap individu dihitung menggunakan rumus:

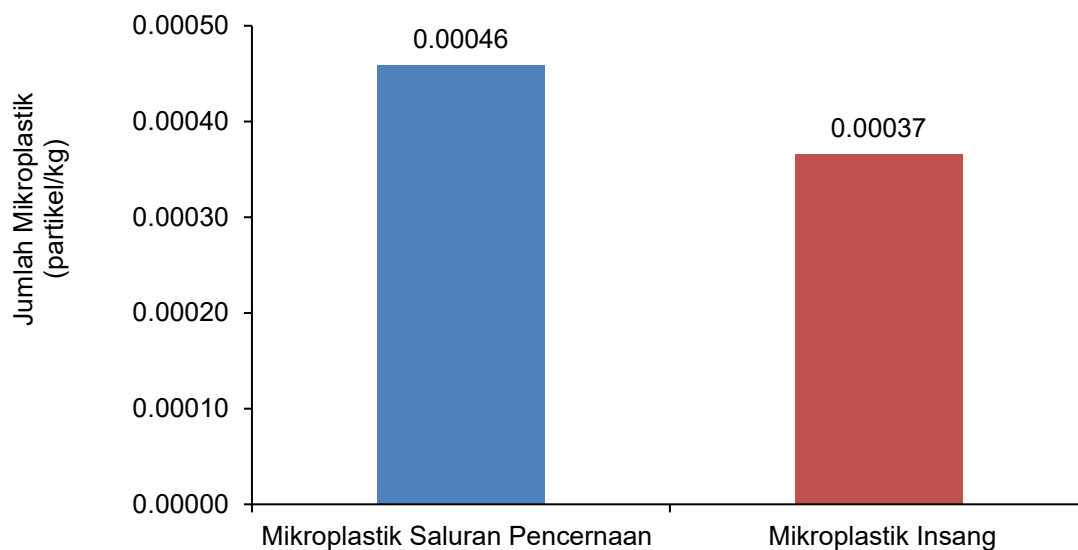
$$\text{Jumlah Mikroplastik (partikel/Kg)} = \frac{\sum \text{Partikel Mikroplastik}}{\sum \text{Berat Ikan}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

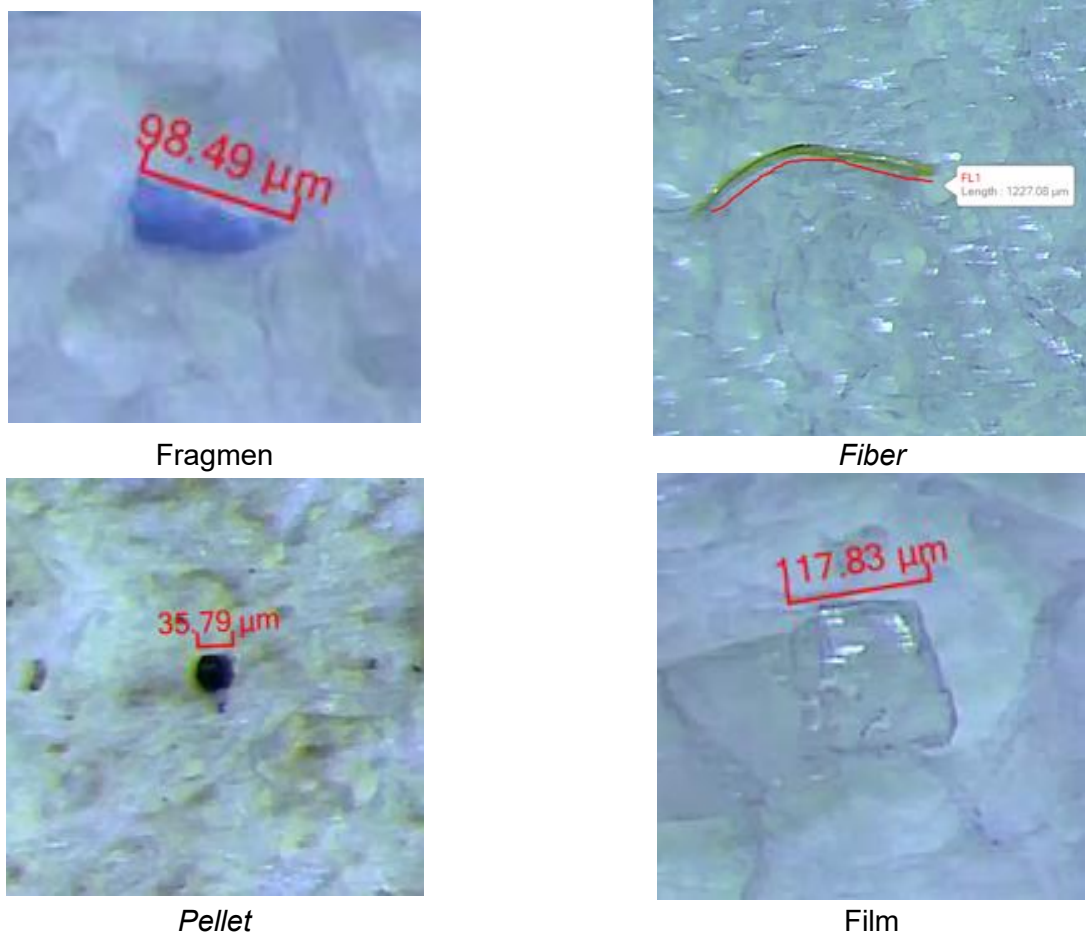
Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan akumulasi mikroplastik antara saluran pencernaan dan insang pada ikan bandeng (*Chanos chanos*). Berdasarkan analisis, kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan mencapai 46×10^{-5} (0,00046) partikel/kg, sedangkan pada insang tercatat sebesar 37×10^{-5} (0,00037) partikel/kg (Gambar 2). Hasil penelitian menunjukkan

bahwa jumlah mikroplastik pada saluran pencernaan ikan lebih tinggi dibandingkan dengan insang. Temuan ini sejalan dengan Su *et al.* (2019), yang melaporkan akumulasi mikroplastik lebih banyak pada saluran pencernaan dibandingkan organ lain seperti insang, otot, dan hati. Namun, Abbasi *et al.* (2018), menemukan sebaliknya pada ikan demersal dan pelagis, di mana insang memiliki kandungan mikroplastik lebih tinggi. Perbedaan ini mencerminkan peran fungsional masing-masing organ. Insang berperan dalam respirasi dan bersentuhan langsung dengan air, memungkinkan partikel mikroplastik tersaring, meskipun hanya sebagian kecil yang terperangkap. Sebaliknya, mikroplastik pada saluran pencernaan umumnya masuk melalui makanan yang terkontaminasi dan dapat terakumulasi lebih banyak akibat waktu retensi yang lebih lama, terutama pada ikan herbivora (Suwarni, 2018). Korelasi positif antara mikroplastik pada saluran pencernaan dan sedimen menunjukkan bahwa sedimen merupakan sumber utama paparan mikroplastik, sedangkan korelasi negatif yang lemah antara mikroplastik pada insang dan air menunjukkan pengaruh faktor lain seperti perilaku pernapasan dan ukuran partikel. Secara keseluruhan, sedimen memainkan peran lebih besar dalam akumulasi mikroplastik pada ikan, khususnya di saluran pencernaan, dengan dinamika yang berbeda antara kedua organ. Rofiq dan Indah (2022), menambahkan bahwa mikroplastik di saluran pencernaan bersifat fluktuatif karena dapat dikeluarkan melalui feses, sedangkan pada insang cenderung menempel dan lebih sulit keluar.

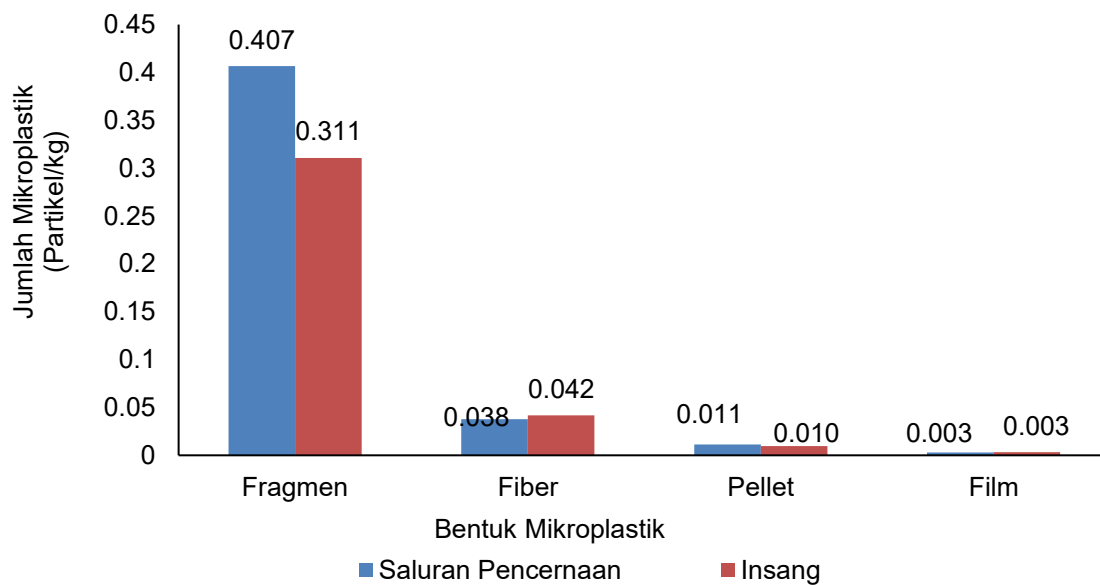
Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk mikroplastik yang ditemukan pada saluran pencernaan dan insang ikan Bandeng (*Chanos chanos*) terdiri dari fragmen, *fiber*, *pellet*, dan film (Gambar 3). Dari keempat bentuk tersebut, fragmen merupakan jenis mikroplastik yang paling dominan baik yang ditemukan pada saluran pencernaan maupun insang ikan, sementara film ditemukan dalam jumlah paling sedikit (Gambar 4). Fragmen mikroplastik berasal dari degradasi mekanis, fotodegradasi, dan oksidasi plastik berukuran besar yang telah lama terpapar lingkungan perairan. Sumber utama fragmen mikroplastik diduga berasal dari limbah rumah tangga, seperti kantong plastik, botol kemasan, dan potongan pipa paralon yang mengalami fragmentasi (Ayuinytyas *et al.*, 2019). Dominasi fragmen mikroplastik dapat disebabkan oleh proses degradasi plastik makro yang telah terpapar dalam waktu lama di lingkungan perairan. Fragmen berasal dari pecahan plastik yang lebih besar, seperti botol plastik, kemasan makanan, dan kantong plastik yang mengalami fragmentasi akibat faktor fisik (gesekan dengan pasir dan batu), kimia (oksidasi), serta fotodegradasi oleh sinar UV



Gambar 2. Jumlah Mikroplastik pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)



Gambar 3. Bentuk Mikroplastik pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

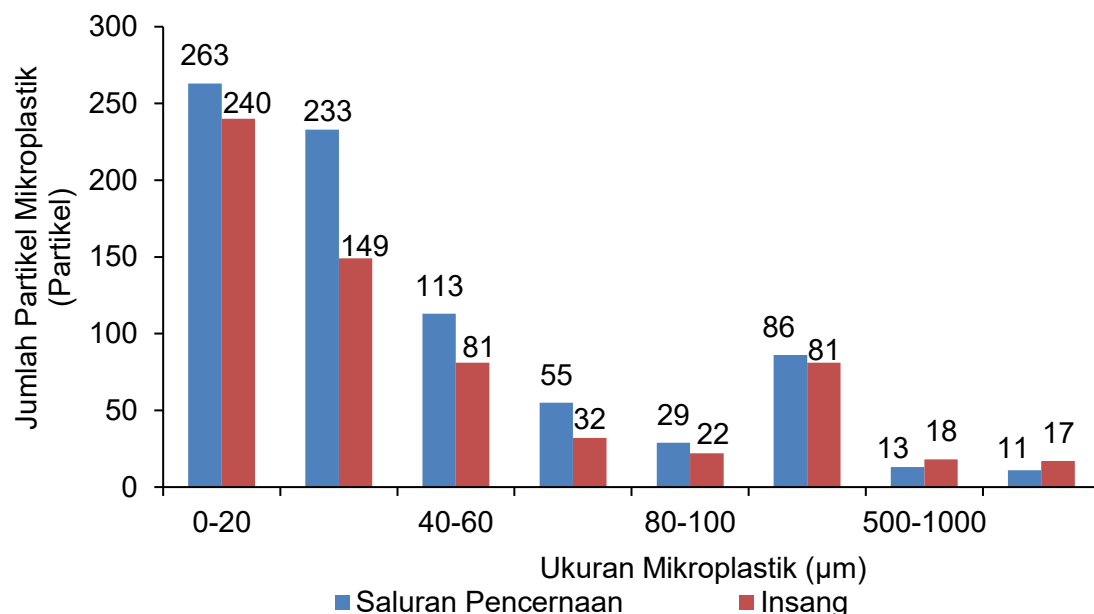


Gambar 4. Jumlah Mikroplastik (Partikel/kg) Berdasarkan Bentuk Mikroplastik pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Mikroplastik *fiber* lebih banyak ditemukan pada insang dibandingkan saluran pencernaan, yang kemungkinan besar berasal dari aktivitas rumah tangga dan perikanan, seperti limbah cucian pakaian, degradasi tekstil, serta potongan alat tangkap nelayan (Immanuel *et al.*, 2022). Serat mikroplastik ini dapat tersangkut dan menempel pada insang, mengganggu proses respirasi ikan (Rofiq dan Indah, 2022). Sementara itu, *pellet* merupakan mikroplastik primer yang berasal dari industri manufaktur plastik, dan dapat mengalami fragmentasi lebih lanjut akibat degradasi lingkungan (Ibrahim *et al.*, 2023). Film plastik yang ditemukan dalam jumlah kecil diduga berasal dari kemasan sekali pakai, seperti pembungkus makanan, yang lebih mudah terdegradasi karena ketipisannya (Harpah *et al.*, 2020).

Berdasarkan ukuran, mikroplastik dengan rentang 0–20 μm mendominasi jumlah partikel yang ditemukan pada saluran pencernaan (263 partikel) dan insang (240 partikel) yang disajikan pada Gambar 5. Mikroplastik dengan ukuran lebih kecil (0–40 μm) lebih banyak ditemukan dibandingkan dengan ukuran yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa mikroplastik berukuran kecil lebih mudah tertelan atau terakumulasi di dalam tubuh ikan. Hastuti *et al.* (2019) menyebutkan bahwa mikroplastik dengan ukuran kecil lebih sulit dieliminasi oleh organisme akuatik dan cenderung terperangkap dalam jaringan tubuh. Ukuran mikroplastik berkaitan erat dengan proses degradasi plastik di lingkungan perairan. Degradasi plastik terjadi melalui proses mekanis, fotodegradasi, dan oksidasi. Susanto dan Trihadiningrum (2021) menyatakan bahwa sinar UV memainkan peran penting dalam fotodegradasi plastik, yang menyebabkan rantai polimer terpecah menjadi fragmen yang lebih kecil. Plastik dengan kandungan kromofor seperti *PS*, *PVC*, *PP*, dan *PET* lebih rentan terhadap fotodegradasi dibandingkan jenis plastik lainnya (Zhang *et al.*, 2021). Selain itu, faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan arus air juga berkontribusi terhadap kecepatan degradasi plastik menjadi mikroplastik.

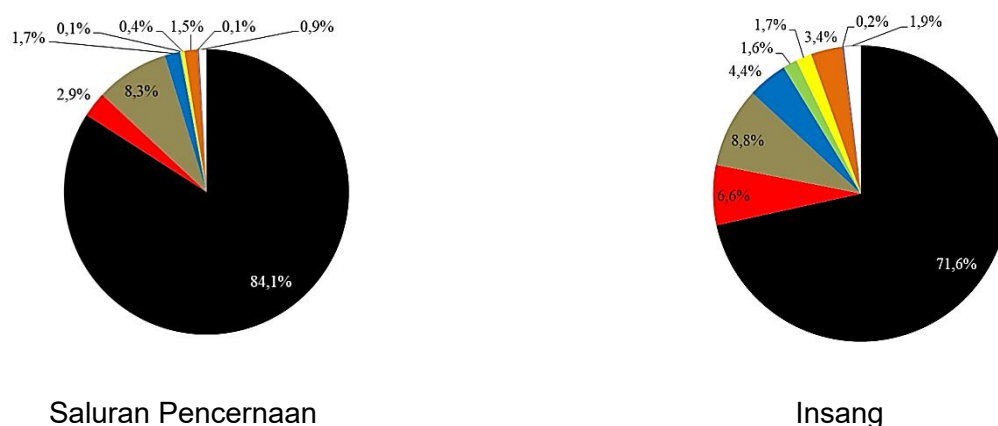
Hasil analisis warna mikroplastik menunjukkan bahwa warna hitam mendominasi baik pada saluran pencernaan maupun insang ikan Bandeng (*Chanos chanos*). Pada saluran pencernaan ikan, warna mikroplastik yang paling dominan adalah hitam dengan persentase sebesar 84,06%, diikuti oleh coklat sebesar 8,34%, merah sebesar 2,86%, dan biru sebesar 1,74% (Gambar 6). Warna hijau, kuning, oranye, ungu, dan transparan ditemukan dalam persentase lebih kecil,



Gambar 5. Jumlah Partikel Mikroplastik Berdasarkan Ukuran Mikroplastik (μm) pada Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*)

masing-masing sebesar 0,12%, 0,37%, 1,49%, 0,12%, dan 0,87%. Pada insang ikan, warna hitam tetap menjadi yang paling dominan dengan persentase sebesar 71,56%, diikuti oleh coklat sebesar 8,75%, merah sebesar 6,56%, dan biru sebesar 4,38%. Warna hijau, kuning, oranye, ungu, dan transparan memiliki persentase masing-masing sebesar 1,56%, 1,72%, 3,44%, 0,16%, dan 1,88%. Secara umum, warna gelap (hitam dan coklat) mendominasi baik di saluran pencernaan maupun insang ikan, mengindikasikan bahwa warna ini lebih mudah terakumulasi dalam tubuh ikan. Warna mikroplastik dapat mengalami perubahan selama proses fotodegradasi akibat paparan sinar UV. Warna dominan yang ditemukan pada sampel ikan bandeng (*Chanos chanos*), sedimen, maupun air adalah hitam. Mikroplastik berwarna gelap, terutama hitam pekat, umumnya berasal dari jenis plastik tertentu yang secara alami memiliki warna tersebut. Selain itu, paparan sinar matahari yang berkepanjangan mengakibatkan perubahan warna mikroplastik lainnya, seperti merah, biru, hijau, kuning, oranye, ungu, putih, dan transparan, yang memudar menjadi warna coklat. Proses fotodegradasi oleh sinar UV menyebabkan perubahan warna menjadi coklat (Salsabila *et al.*, 2023).

Mikroplastik memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan ikan Bandeng (*Chanos chanos*), menyebabkan gangguan metabolisme, endokrin, inflamasi, serta penurunan pertumbuhan dan kelangsungan hidup (Wicaksono, 2022). Partikel mikroplastik yang tertelan dapat menyumbat saluran pencernaan, mengganggu penyerapan nutrisi, serta menyebabkan kerusakan jaringan organ akibat gesekan partikel terhadap dinding usus. Sifat hidrofobik mikroplastik juga meningkatkan potensinya dalam menyerap polutan seperti PAH (Polisiklik Aromatik Hidrokarbon), BPA (Bisphenol-A), dan logam berat, yang dapat terakumulasi dalam tubuh organisme perairan (Supit *et al.*, 2022). Polutan yang teradsorpsi pada mikroplastik dapat berpindah ke sistem pencernaan organisme laut, mengganggu proses reproduksi, perkembangan, dan fungsi fisiologis lainnya. PAH diketahui memiliki sifat karsinogenik, teratogenik, dan genotoksik, sementara BPA dapat memengaruhi perkembangan otak, sistem reproduksi, serta meningkatkan risiko gangguan metabolisme (Sun *et al.*, 2021). Selain itu, mikroplastik dapat menyerap logam berat seperti merkuri dan timbal, yang berpotensi menyebabkan keracunan pada organisme laut dan manusia. Penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik telah ditemukan dalam saluran pencernaan berbagai spesies ikan konsumsi, menunjukkan adanya risiko bioakumulasi dalam rantai makanan (Hermawan, 2022). Pada manusia, mikroplastik dapat memicu inflamasi jaringan, gangguan metabolisme, hingga berpotensi sebagai pemicu kanker akibat pelepasan monomer, aditif berbahaya, serta Polutan Organik Persisten (POP) (Budiarti, 2021). Meskipun saat ini jumlah mikroplastik yang masuk ke dalam tubuh manusia masih dianggap dalam batas aman, paparan jangka panjang dalam konsentrasi tinggi berpotensi menimbulkan dampak kesehatan serius (Dewi, 2022).



Gambar 6. Persentase Komposisi Mikroplastik Berdasarkan Warna Mikroplastik pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Upaya penanggulangan mikroplastik memerlukan pendekatan multidimensional, mencakup pengurangan produksi plastik non-esensial, peningkatan sistem pengelolaan limbah, serta edukasi masyarakat. Strategi pengurangan plastik sekali pakai, seperti mengganti dengan bahan biodegradable, dan penguatan program daur ulang dapat mengurangi pencemaran mikroplastik secara signifikan. Kampanye kesadaran lingkungan dan edukasi tentang pengelolaan sampah yang bertanggung jawab juga menjadi langkah penting dalam mitigasi mikroplastik (Aqilla *et al.*, 2023).

KESIMPULAN

Mikroplastik ditemukan pada seluruh sampel ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang diteliti, baik di saluran pencernaan maupun insang, menunjukkan bahwa spesies ini telah mengalami paparan mikroplastik secara signifikan. Mikroplastik yang teridentifikasi memiliki beragam bentuk, yaitu fragmen, fiber, pellet, dan film, dengan variasi warna yang dominan hitam, merah, cokelat, biru, hijau, kuning, oranye, ungu, dan transparan. Mikroplastik berukuran 0–20 µm paling dominan pada saluran pencernaan (263 partikel) dan insang (240 partikel), dengan jumlah partikel menurun seiring bertambahnya ukuran. Hal ini menunjukkan bahwa mikroplastik berukuran kecil lebih mudah terakumulasi dalam tubuh ikan. Jumlah mikroplastik yang ditemukan adalah 46×10^{-5} partikel/kg pada saluran pencernaan dan 37×10^{-5} partikel/kg pada insang, mengindikasikan bahwa sistem respirasi dan pencernaan ikan sama-sama rentan terhadap kontaminasi mikroplastik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, S., Soltani, N., Keshavarzi, B., Moore, F., Turner, A. & Hassanaghaei, M., 2018. Microplastics in different tissues of fish and prawn from the Musa Estuary, Persian Gulf. *Chemosphere*, 205: 80–87. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.04.076
- Aliyansyah, G. & Holil, K., 2024. Identifikasi mikroplastik pada insang dan saluran pencernaan ikan bandeng (*Chanos chanos*) dari tambak tradisional Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 17(2): 395–405.
- Aqilla, A.R., Razak, A., Barlian, E., Syah, N. & Diliarosta, S., 2023. Pengaruh sampah plastik dalam pencemaran air. *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(6): 275–280. DOI: 10.59435/gjmi.v1i6.203
- Arisanti, G., Yona, D. & Kasitowati, R.D., 2023. Analisis mikroplastik pada saluran pencernaan ikan kembung (*Rastrelliger sp.*) di Pelabuhan Perikanan Samudera Belawan, Sumatera Utara. *Water and Marine Pollution Journal: PoluSea*, 1(1): 45–60. DOI: 10.21776/ub.polusea.2023.001.01.4
- Ayuingtyas, W.C., Yona, D., Julinda, S.H. & Iranawati, F., 2019. Kelimpahan mikroplastik pada perairan di Banyuwangi, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1): 41–45. DOI: 10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5
- Budiarti, E.C., 2021. Identifikasi mikroplastik pada feses manusia. *Environmental Pollution Journal*, 1(2): 84–100. DOI: 10.58954/epj.v1i2.11
- Dewi, N.M.N.B.S., 2022. Studi literatur penggunaan sampah plastik menjadi produk kreatif. *Jurnal Sosial Sains dan Teknologi*, 2(1): 175–182. DOI: 10.35327/sosintek.v2i1.304
- Harpah, N., Suryati, I., Leonardo, R., Risky, A., Ageng, P. & Addauwiyah, R., 2020. Analisa jenis, bentuk dan kelimpahan mikroplastik di Sungai Sei Sikambing Medan. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 20(2): 108–115.
- Hastuti, A.R., Lumbanbatu, D.T. & Wardiatno, Y., 2019. The presence of microplastics in the digestive tract of commercial fishes off Pantai Indah Kapuk Coast, Jakarta, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(5): 1233–1242. DOI: 10.13057/biodiv/d200513
- Ibrahim, F.T., Suprijanto, J. & Haryanti, D., 2023. Analisis kandungan mikroplastik pada sedimen di perairan Semarang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 12(1): 144–150. DOI: 10.14710/jmr.v12i1.36506

- Immanuel, T., Pelle, W.E., Schadu, J.N., Paulus, J.J., Rumampuk, N.D. & Sangari, J.R., 2022. Bentuk dan sebaran mikroplastik di sedimen dan kolom air perairan Teluk Manado, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(2): 336–343. DOI: 10.35800/jip.v10i2.42085
- Islamadina, R., Pramita, N., Arnia, F., Munadi, K. & Iqbal, T.M., 2018. Pengukuran badan ikan berupa estimasi panjang, lebar dan tinggi berdasarkan visual capture. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 7(1): 57–63.
- Murtadho, M.F., Aliyansyah, G., Wienardy, A.E. & Ramadhani, R.A., 2022. Identifikasi kelimpahan dan karakteristik mikroplastik pada air Kali Mas, Kota Surabaya. *Environmental Pollution Journal*, 2(2): 436–444.
- Prameswari, A.P., Muhammad, F. & Hidayat, J.W., 2022. Kandungan mikroplastik pada ikan belanak (*Mugil cephalus*) dan kerang hijau (*Perna viridis*) di Pantai Mangunharjo Semarang dan Pantai Sayung Demak. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 24(1): 36–42. DOI: 10.14710/bioma.24.1.36–42
- Rofiq, A.A. & Indah, K.S., 2022. Analisis mikroplastik pada saluran pencernaan dan insang ikan di Sungai Brantas, Jawa Timur. *Environmental Pollution Journal*, 2(1): 263–272. DOI: 10.58954/epj.v2i1.38
- Su, L., Deng, H., Li, B., Chen, Q., Pettigrove, V., Wu, C. & Shi, H., 2019. The occurrence of microplastic in specific organs in commercially caught fishes from coast and estuary area of East China. *Journal of Hazardous Materials*, 365: 716–724. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2018.11.024
- Sun, K., Song, Y., He, F., Jing, M., Tang, J. & Liu, R., 2021. A review of human and animals exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: Health risk and adverse effects, photo-induced toxicity and regulating effect of microplastics. *Science of the Total Environment*, 773: 145403. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145403
- Supit, A., Tompodung, L. & Kumaat, S., 2022. Mikroplastik sebagai kontaminan anyar dan efek toksiknya terhadap kesehatan. *Jurnal Kesehatan*, 13(1): 199–208.
- Susanto, S.S. & Trihadiningrum, Y., 2021. Kajian fragmentasi polypropylene akibat radiasi sinar ultraviolet dan kecepatan aliran air. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2): 28–33. DOI: 10.12962/j23373539.v9i2.53583
- Suwarni, S., 2018. Kebiasaan makanan ikan baronang lingkis (*Siganus canaliculatus* Park, 1797) di Perairan Selat Makassar. *Jurnal Pengelolaan Perairan*, 1(1): 66–76.
- Syahrizal, H. & Jailani, M.S., 2023. Jenis-jenis penelitian dalam penelitian kuantitatif dan kualitatif. *QOSIM: Jurnal Pendidikan, Sosial & Humaniora*, 1(1): 13–23. DOI: 10.61104/jq.v1i1.49
- Wicaksono, E.A., 2022. Ancaman pencemaran mikroplastik dalam kegiatan akuakultur di Indonesia. *Journal of Fisheries and Marine Science*, 5(2): 77–91. DOI: 10.35911/torani.v5i2.20106
- Yona, D., Harlyan, L.I., Fuad, M.A.Z., Prananto, Y.P., Ningrum, D. & Evitantri, M.R., 2021. Komposisi mikroplastik pada organ *Sardinella lemuru* yang didaratkan di Pelabuhan Sendangbiru, Malang. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(3): 675–684.
- Yudhantari, 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.
- Yusnita, T., Muslikhah, F.P. & Harahap, M.A., 2022. Edukasi pengelolaan sampah plastik dari rumah tangga menjadi ecobrick. *El-Mujtama: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2): 117–126.
- Zhang, K., Hamidian, A.H., Tubić, A., Zhang, Y., Fang, J.K., Wu, C. & Lam, P.K., 2021. Understanding plastic degradation and microplastic formation in the environment: A review. *Environmental Pollution*, 274: 116554. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.116554