

Bentuk dan Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Kerapu Muara dan Baronang di Mangrove Denpasar, Bali

Rahmadi Prasetyo^{1*}, I Made Gde Sudyadnyana Sandhika¹, Putu Angga Wiradana¹, dan I Putu Sugiana²

¹Program Studi Biologi, Fakultas Kesehatan dan Sains, Universitas Dhyana Pura, Kuta Utara, Kabupaten Badung, Indonesia; e-mail: rahmadiprasetyo@undhirabali.ac.id

²Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH), Universitas Udayana, Denpasar, Indonesia

ABSTRAK

Mikroplastik merupakan salah satu isu lingkungan yang semakin mengkhawatirkan karena dampaknya terhadap ekosistem laut dan kesehatan manusia. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi bentuk, warna, ukuran, dan jenis polimer mikroplastik yang ditemukan pada ikan kerapu muara (*Epinephelus coioides*) dan ikan baronang (*Siganus* sp.) di kawasan Ekowisata Mangrove Batu Lumbang, Denpasar. Sampel ikan diambil dari habitat alami mereka, kemudian dianalisis menggunakan metode destruksi saluran cerna dengan larutan KOH 10%, penyaringan dengan kertas saring Whatman, serta identifikasi menggunakan mikroskop dan spektroskopi FT-IR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk mikroplastik yang paling banyak ditemukan adalah fibers, dengan persentase mencapai 80% pada kedua jenis ikan, diikuti oleh fragmen dan film dalam jumlah yang lebih kecil. Warna mikroplastik yang dominan adalah bening (56-60%), diikuti oleh warna biru, hitam, dan coklat. Sebagian besar partikel berukuran kecil (≤ 1 mm), sehingga lebih mudah tertelan dan terakumulasi dalam tubuh ikan. Analisis FT-IR mengidentifikasi polyethylene dan polyacetylene sebagai polimer utama, yang kemungkinan besar berasal dari limbah rumah tangga dan aktivitas manusia seperti perikanan. Penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas manusia, termasuk pembuangan sampah plastik, berkontribusi besar terhadap pencemaran mikroplastik di kawasan mangrove. Hasil ini memberikan gambaran penting untuk pengelolaan limbah plastik yang lebih baik dan upaya mitigasi pencemaran. Dengan langkah-langkah yang tepat, dampak negatif terhadap ekosistem mangrove dan kesehatan masyarakat dapat diminimalkan, mendukung keberlanjutan ekosistem dan kehidupan di wilayah pesisir.

Kata kunci: Mikroplastik, Ikan Demersal, Ekosistem Mangrove, Polimer Sintetik, Pencemaran Plastik

ABSTRACT

Microplastics have emerged as a growing environmental concern due to their impact on marine ecosystems and human health. This study aimed to identify the forms, colors, sizes, and types of microplastic polymers found in orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*) and rabbitfish (*Siganus* sp.) from the Mangrove Ecotourism area in Batu Lumbang, Denpasar. Fish samples were collected from their natural habitat and analyzed through gastrointestinal destruction using a 10% KOH solution, filtration with Whatman filter paper, and identification with microscopy and FT-IR spectroscopy. The results revealed that fibers were the most prevalent form of microplastics, accounting for 80% in both fish species, followed by fragments and films in smaller proportions. Clear microplastics were the most dominant color (56-60%), followed by blue, black, and brown. Most particles were small (≤ 1 mm), making them more easily ingested and accumulated within the fish. FT-IR analysis identified polyethylene and polyacetylene as the primary polymers, likely originating from household waste and human activities such as fishing. This study highlights those human activities, including plastic waste disposal, significantly contribute to microplastic pollution in mangrove areas. These findings underscore the urgent need for improved plastic waste management and mitigation efforts. With effective measures, the negative impacts on mangrove ecosystems and public health can be minimized, supporting the sustainability of coastal ecosystems and livelihoods.

Keywords: Microplastics, Demersal Fish, Mangrove Ecosystem, Synthetic Polymers, Plastic Pollution

Citation: Prasetyo, R., Sandhika, I. M. G. S., Wiradana P. A. dan Sugiana, I. P. (2025). Bentuk dan Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Kerapu Muara dan Baronang di Mangrove Denpasar, Bali. Jurnal Ilmu Lingkungan, 23(3), 696-702, doi:10.14710/jil.23.3.696-702

1. PENDAHULUAN

Mikroplastik telah menjadi salah satu isu lingkungan yang paling mengkhawatirkan dalam beberapa tahun terakhir. Keberadaannya yang luas di

berbagai ekosistem serta dampaknya yang berpotensi merugikan terhadap kesehatan manusia dan kehidupan laut telah menarik perhatian ilmuwan, pemerhati lingkungan, serta masyarakat umum

(Emenike et al., 2023). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik ditemukan tidak hanya di lautan, tetapi juga di sungai, tanah, bahkan udara, menegaskan sifatnya sebagai kontaminan yang bersifat global (Deng et al., 2020; Gautam et al., 2024). Hal ini memotivasi pemerintah dan organisasi internasional untuk mengurangi penggunaan plastik sekali pakai, meningkatkan kesadaran publik, serta mendorong inovasi dalam pengembangan alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Mikroplastik adalah partikel kecil berukuran kurang dari lima milimeter yang berasal dari fragmentasi material plastik seperti jaring ikan, pakaian, dan produk perawatan tubuh (Shi et al., 2023). Ukurannya yang kecil dan bobotnya yang ringan memungkinkan mikroplastik tersebar luas di lingkungan, termasuk di perairan seperti sungai, danau, dan laut (Filella, 2015). Dalam lingkungan akuatik, mikroplastik dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama, menjadi bagian dari ekosistem, dan menimbulkan risiko besar bagi organisme air, termasuk ikan. Partikel ini mudah tertelan bersama makanan oleh ikan dan makhluk laut lainnya, berpotensi mengganggu fungsi biologis mereka (Vivekanand et al., 2021).

Di Indonesia, mikroplastik telah ditemukan dalam tubuh berbagai spesies ikan yang memiliki nilai ekologis dan ekonomis, termasuk ikan kerapu (*Epinephelus coioides*) dan ikan baronang (*Siganus* sp.). Kedua spesies ini merupakan ikan konsumsi yang banyak dibudidayakan dan dipanen di kawasan pesisir Indonesia. Mikroplastik dapat masuk ke tubuh ikan melalui konsumsi plankton yang terkontaminasi atau melalui air yang tercemar. Kondisi ini tidak hanya mengancam keseimbangan ekosistem laut tetapi juga membahayakan kesehatan manusia, mengingat kedua jenis ikan ini menjadi bagian penting dari pola makan masyarakat Indonesia.

Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa tingkat kontaminasi mikroplastik pada ikan di kawasan pesisir Indonesia cenderung tinggi, terutama di wilayah dekat muara sungai dan daerah pesisir dengan aktivitas manusia yang intensif (Hutapea et al., 2019; Nuanphuen et al., 2023). Penelitian sebelumnya telah mengungkapkan kontaminasi mikroplastik pada rumput laut coklat di Kawasan Wisata Pantai Sanur dengan persentase partikel mikroplastik tertinggi ditemukan pada *Padina australis* sebesar 17 item/rumput laut yang didominasi dengan bentuk line sebesar 98,76% (Sandhika et al., 2023). Mikroplastik juga ditemukan pada komoditas perikanan seperti kerang hijau (*Perna viridis*) yang diperdagangkan di Pasar Kedonganan, Provinsi Bali yang didominasi dengan bentuk fragmen (42,86%) dan line (50,00-85,42%) (Wiradana et al., 2023). Cemaran mikroplastik juga ditemukan pada saluran pencernaan ikan dan udang yang dikoleksi dari Danau Beratan, Provinsi Bali dengan jenis fragmen, filament, film, dan foam (Watiniasih et al., 2023). Mikroplastik yang terakumulasi dalam tubuh ikan tidak hanya

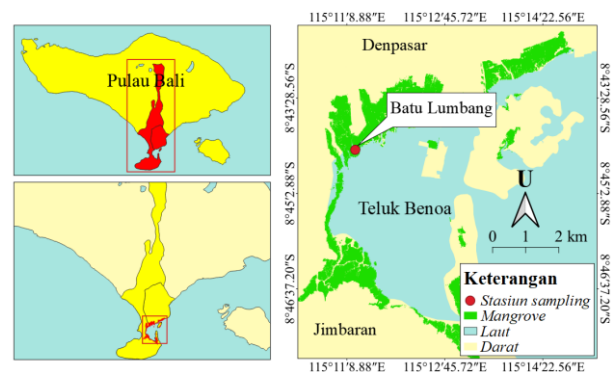
menjadi ancaman bagi kesehatan ikan itu sendiri tetapi juga berpotensi menimbulkan efek bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam rantai makanan, yang pada akhirnya berdampak pada kesehatan manusia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan mengidentifikasi jenis serta jumlah polimer mikroplastik yang terkandung dalam tubuh ikan kerapu (*Epinephelus coioides*) dan ikan baronang (*Siganus* sp.). Penelitian ini penting untuk memberikan bukti ilmiah mengenai tingkat pencemaran mikroplastik pada spesies ikan yang memiliki nilai ekologis dan ekonomi tinggi. Data yang dihasilkan akan membantu memahami sumber utama pencemaran, seperti limbah rumah tangga, aktivitas perikanan, atau industri, serta memberikan panduan bagi pengelolaan limbah plastik yang lebih efektif. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada upaya perlindungan ekosistem pesisir dan kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada hasil laut. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memiliki dampak ilmiah tetapi juga relevansi sosial dan ekonomi yang signifikan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi dan Prosedur Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilakukan di kawasan Ekowisata Mangrove Batu Lumbang, Denpasar, yang merupakan habitat penting bagi ikan kerapu muara (*Epinephelus coioides*) dan ikan baronang (*Siganus* sp.) (Gambar 1). Lokasi ini dipilih karena perannya sebagai ekosistem mangrove yang rentan terhadap pencemaran mikroplastik akibat aktivitas manusia di sekitarnya, seperti pembuangan limbah domestik dan plastik dari aliran sungai. Ikan sampel dikoleksi langsung dari area perairan mangrove dengan mempertimbangkan ukuran dan berat rata-rata dengan kriteria siap konsumsi untuk setiap spesies, yaitu 2,2 kg dan 30 cm untuk ikan kerapu muara, serta 800 g dan 20 cm untuk ikan baronang. Selama proses pengumpulan, sampel disimpan dalam cooler box berisi ice gel untuk menjaga kondisi agar tetap segar. Pengambilan ikan dilakukan dengan sarung tangan steril untuk meminimalkan kontaminasi mikroplastik eksternal.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Ikan

2.2. Analisis Mikroplastik

Analisis mikroplastik dilakukan melalui beberapa tahapan laboratorium. Pertama, saluran cerna ikan dibedah menggunakan dissecting set, dan jaringan yang diambil dihancurkan menggunakan larutan KOH 10% untuk melarutkan bahan organik. Hasil destruksi disaring menggunakan kertas saring Whatman ukuran 47 mm dengan pori-pori 0,45 μm . Mikroplastik yang tertangkap pada kertas saring kemudian diamati di bawah mikroskop untuk mengidentifikasi bentuk, warna, dan ukuran partikel. Identifikasi lebih lanjut terhadap jenis polimer mikroplastik dilakukan menggunakan *spektroskopi inframerah transformasi Fourier* (FT-IR) untuk menentukan gugus fungsi dan karakteristik kimia dari partikel yang ditemukan (Veerasingam et al., 2021).

2.3. Analisis Data

Pengolahan data dilakukan untuk menghitung konsentrasi mikroplastik dalam partikel per gram dan kelimpahan mikroplastik dalam partikel per individu ikan. Analisis statistik seperti uji T dilakukan untuk membandingkan konsentrasi dan kelimpahan mikroplastik antara ikan kerapu muara dan ikan baronang. Selain itu, hasil pengamatan bentuk, warna, dan ukuran mikroplastik dianalisis untuk mengidentifikasi sumber potensial polusi, seperti limbah pakaian, jaring ikan, atau plastik rumah tangga. Data ini memberi wawasan mengenai pola makan spesies ikan dan risiko bioakumulasi mikroplastik pada rantai makanan, sebagai upaya mitigasi pencemaran plastik di ekosistem mangrove.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Konsentrasi dan Kelimpahan Mikroplastik

Konsentrasi mikroplastik yang ditemukan pada ikan kerapu muara (*Epinephelus coioides*) dan ikan baronang (*Siganus* sp.) menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan berdasarkan analisis statistik t-test, dengan nilai rata-rata masing-masing sebesar $0,043 \pm 0,015$ partikel per gram jaringan ikan. Kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan kedua spesies ini juga relatif serupa, dengan rata-rata $3,83 \pm 1,85$ partikel per individu untuk ikan kerapu muara dan $3,25 \pm 1,71$ partikel per individu untuk ikan baronang (Gambar 2). Temuan ini menunjukkan bahwa kedua spesies ikan demersal, yang memiliki habitat alami di kawasan mangrove, sama-sama rentan terhadap paparan mikroplastik di lingkungan perairan mereka. Mikroplastik, dengan berbagai bentuk, warna, dan ukuran, sering kali menyerupai mangsa alami ikan, sehingga ikan salah mengidentifikasi partikel plastik sebagai makanan.

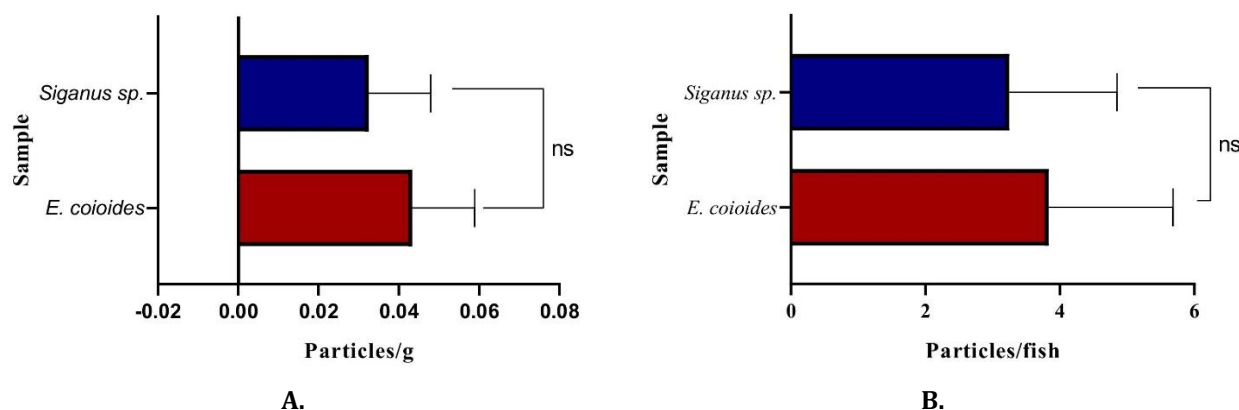
Perbedaan pola makan pada ikan kerapu muara dan baronang diduga menjadi salah satu faktor yang memengaruhi konsentrasi dan kelimpahan mikroplastik dalam tubuh mereka (Cimmaruta et al., 2022; Chen et al., 2022). Ikan kerapu cenderung memiliki preferensi makanan yang lebih beragam dibandingkan ikan baronang, yang lebih selektif terhadap jenis makanan tertentu. Di lingkungan

mangrove yang menjadi lokasi penelitian, ketersediaan makanan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kondisi lingkungan, usia ikan, dan aktivitas manusia di sekitar (Ickowitz et al., 2023). Aktivitas manusia di wilayah mangrove, termasuk pembuangan sampah domestik dan plastik, berkontribusi besar terhadap paparan mikroplastik pada ikan (Wu et al., 2022; Talukdar et al., 2023). Kawasan mangrove sebagai muara sangat rentan terhadap akumulasi sampah plastik dari hulu sungai yang bermuara di kawasan ini, meningkatkan risiko paparan mikroplastik bagi organisme laut.

Dampak negatif dari konsumsi mikroplastik terhadap kesehatan ikan telah dilaporkan dalam berbagai penelitian. Mikroplastik yang tertelan dapat menyebabkan kerusakan fisik pada saluran pencernaan, menurunkan efisiensi pencernaan, dan memberikan rasa kenyang palsu, meskipun ikan tidak mendapatkan nilai gizi yang cukup dari partikel tersebut (Subaramaniyam et al., 2023). Hasil studi eksperimental dengan mengamati dampak paparan mikroplastik polipropilena selama 14 hari pada dosis 100 – 1.000 mg/kg terhadap jaringan hepar ikan *O. mossambicus* yang menunjukkan penurunan infiltrasi sinusoid dengan peningkatan leukosit, nekrosis hepatosit, produksi vakuola dalam hepatosit, dan pelebaran atrofi sinusoid (Jeyavani et al., 2023). Di sisi lain, kerusakan hepar akibat paparan mikroplastik polivinil klorida dan polietilen selama tiga minggu pada ikan Seabass Eropa juga dilaporkan sebelumnya (Espinosa et al., 2019). Secara fisiologis, paparan mikroplastik polipropilena selama 14 hari dapat meningkatkan kadar ROS yang memicu terjadinya stress oksidatif yang mengakibatkan kerusakan pada jaringan hepar ikan *O. mossambicus* (Jeyavani et al., 2023).

Selain itu, keberadaan mikroplastik dalam saluran pencernaan ikan dapat memengaruhi reseptor penciuman yang berperan penting dalam mendeteksi makanan. Hal ini tidak hanya berdampak pada kemampuan makan ikan, tetapi juga pada transfer mikroplastik melalui rantai makanan, yang akhirnya memengaruhi organisme tingkat trofik yang lebih tinggi, termasuk manusia (Carbery et al., 2018; Subaramaniyam et al., 2023).

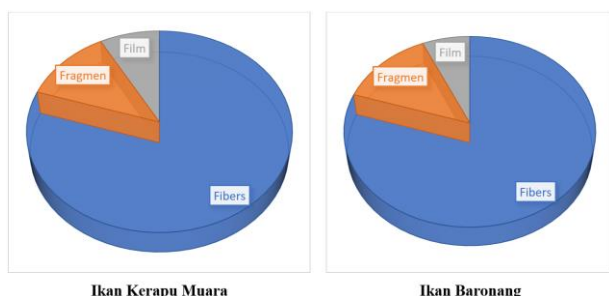
Peningkatan konsentrasi mikroplastik dalam lingkungan mangrove juga menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan ekosistem ini. Mangrove, yang berfungsi sebagai habitat penting bagi ikan dan berbagai organisme lain, menghadapi tantangan besar akibat akumulasi polutan seperti mikroplastik. Polusi ini tidak hanya mengancam kelangsungan hidup ikan yang hidup di kawasan tersebut tetapi juga memiliki implikasi besar terhadap ekosistem secara keseluruhan, mengingat ikan kerapu muara dan baronang memiliki nilai ekologis dan komersial yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi, termasuk pengelolaan limbah plastik yang lebih baik dan pengurangan penggunaan plastik sekali pakai, untuk melindungi keanekaragaman hayati dan kesehatan ekosistem mangrove.



Gambar 2. A. Konsentrasi dan B. Kelimpahan Mikroplastik yang Ditemukan pada Saluran Pencernaan Ikan Kerapu Muara dan Baronang di Ekowisata Mangrove Batu Lumbang, Provinsi Bali

3.2. Morfologi Mikroplastik pada Saluran Cerna Ikan

Mikroplastik yang ditemukan pada saluran cerna ikan kerapu muara (*Epinephelus coioides*) dan ikan baronang (*Siganus sp.*) memiliki tiga bentuk utama, yaitu fibers, fragmen, dan film. Bentuk fibers menunjukkan persentase tertinggi pada kedua jenis ikan, yaitu 80% pada ikan kerapu muara dan ikan baronang. Fragmen menempati posisi kedua dengan persentase 13% pada ikan baronang dan 5% pada ikan kerapu muara, sementara bentuk film memiliki persentase terkecil, masing-masing sebesar 7% dan 3% (Gambar 3). Temuan ini mengindikasikan bahwa bentuk fibers, yang biasanya berasal dari sisa pakaian laundry atau jaring ikan, menjadi sumber utama mikroplastik yang tertelan oleh ikan.



Gambar 3. Persentase Bentuk Mikroplastik yang Ditemukan pada Saluran Cerna Ikan Kerapu Muara dan Ikan Baronang di Kawasan Ekowisata Mangrove Batu Lumbang Kota Denpasar, Provinsi Bali

Dominasi fibers sebagai bentuk mikroplastik utama sejalan dengan penelitian sebelumnya di berbagai lokasi, seperti pada udang coklat (*Crangon crangon*) di Selat Inggris yang mencatat 63% mikroplastik berbentuk fibers. Selain itu, fibers juga mendominasi usus ikan belanak (*Chelon saliens*), ikan mas (*Cyprinus carpio*), dan ikan kutum Kaspia (*Rutilus caspicus*) di Laut Kaspia bagian selatan (Devriese et al., 2015). Di Indonesia, hasil serupa ditemukan pada ikan komersial seperti ikan *R. kanagurta* dan *L. gibbus* dari Takalar, Sulawesi Selatan, yang masing-masing

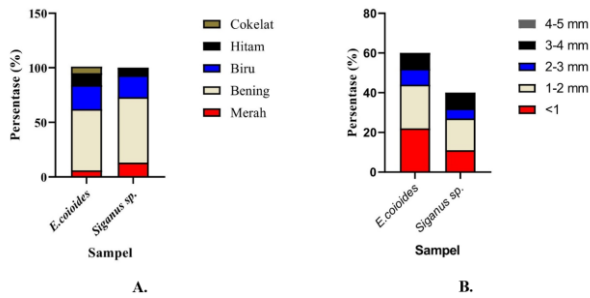
menunjukkan persentase fibers sebesar 80% dan 85% (Nematollahi et al., 2021). Hal ini menunjukkan pola yang konsisten mengenai asal-usul fibers, yang dapat melibatkan limbah domestik maupun aktivitas perikanan.

Kehadiran fragmen dan film meskipun dalam jumlah yang lebih sedikit, tetap relevan untuk dianalisis. Fragmen umumnya berasal dari dekomposisi benda plastik yang lebih besar seperti botol atau kemasan plastik, sementara film sering ditemukan sebagai residu kantong plastik atau pembungkus. Fragmen dan film mungkin memiliki pola distribusi yang lebih lokal dibandingkan fibers, yang dapat menyebar lebih luas melalui arus air. Hal ini menggarisbawahi perlunya pendekatan terpadu dalam pengelolaan limbah plastik untuk mengurangi keberadaan ketiga bentuk mikroplastik tersebut.

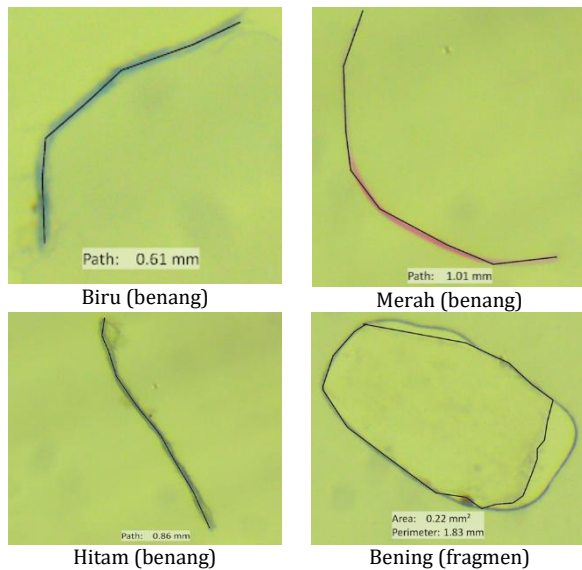
Hasil ini memberikan gambaran bahwa bentuk mikroplastik yang tertelan dapat bervariasi tergantung pada sumber pencemaran lokal dan kebiasaan makan ikan. Bentuk fibers yang mendominasi, terutama pada ikan di lingkungan mangrove, menunjukkan bahwa aktivitas manusia, seperti pembuangan limbah domestik atau aktivitas penangkapan ikan, memberikan dampak signifikan terhadap ekosistem perairan. Temuan ini menekankan pentingnya kebijakan pengelolaan limbah yang berfokus pada pengurangan sumber utama fibers di perairan pesisir.

3.3. Warna dan Ukuran Mikroplastik

Warna mikroplastik yang ditemukan dalam saluran cerna ikan kerapu muara dan ikan baronang didominasi oleh warna bening, dengan persentase 56% pada kerapu muara dan 60% pada baronang. Warna biru menduduki posisi kedua dengan persentase masing-masing 22% dan 20%, sementara warna hitam dan coklat memiliki proporsi yang lebih kecil (Gambar 4). Jenis warna ini menunjukkan bahwa ikan cenderung menelan partikel yang menyerupai warna alami mangsa atau elemen lingkungan, seperti plankton dan sedimen (Gambar 5).



Gambar 4. A. Persentase Jenis Warna Mikroplastik dan B. Persentase Ukuran Mikroplastik pada Ikan Kerapu Muara dan Baronang di Kawasan Ekowisata Mangrove Batu Lumbang Kota Denpasar, Provinsi Bali



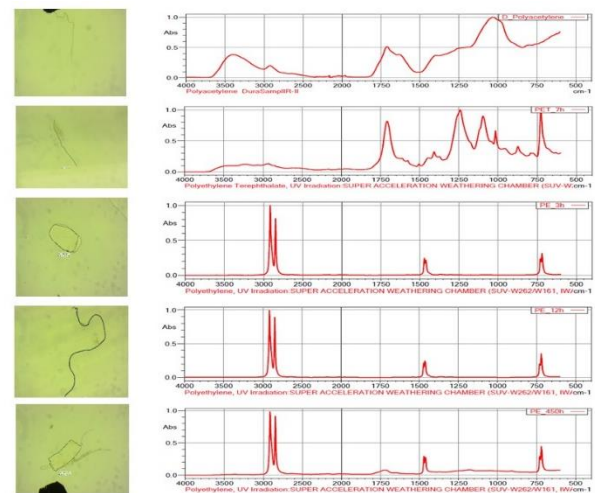
Gambar 5. Warna Dominan Mikroplastik yang Ditemukan pada Saluran Pencernaan Ikan

Keberadaan warna bening yang dominan mencerminkan bahwa banyak mikroplastik berasal dari bahan transparan seperti botol plastik atau pembungkus makanan. Warna biru dan hitam sering dikaitkan dengan produk perikanan atau tekstil, sedangkan warna cokelat kemungkinan berasal dari degradasi plastik yang lebih lama di lingkungan. Kombinasi warna ini memberikan petunjuk penting mengenai sumber utama polusi mikroplastik di lokasi penelitian, seperti limbah domestik dan aktivitas pelabuhan.

Ukuran mikroplastik yang ditemukan bervariasi dari kurang dari 1 mm hingga 4 mm, dengan mayoritas berukuran kecil (≤ 1 mm dan 1-2 mm). Pada ikan kerapu muara, partikel mikroplastik ≤ 1 mm dan 1-2 mm masing-masing memiliki persentase sebesar 22%, sedangkan partikel yang lebih besar (2-3 mm dan 3-4 mm) masing-masing hanya 8%. Pola serupa juga terlihat pada ikan baronang, dengan mayoritas partikel berukuran kecil. Nanoplastik adalah jenis mikroplastik yang dibedakan berdasarkan ukurannya yang sangat kecil. Mikroplastik umumnya berukuran kurang dari 5 mm, sedangkan nanoplastik berukuran antara 1 dan 1.000 nm. Nanoplastik adalah jenis mikroplastik yang dibedakan berdasarkan ukurannya yang sangat kecil. Ukuran partikel ini menunjukkan

potensi ancaman mikroplastik terhadap ikan, karena partikel yang lebih kecil lebih mudah tertelan dan terakumulasi dalam tubuh.

Analisis spektrum FT-IR mengidentifikasi jenis polimer utama yang ditemukan, yaitu polyacetylene dan polyethylene (Gambar 6). Polyethylene sering digunakan dalam pembuatan kantong plastik, botol, dan produk rumah tangga lainnya, sedangkan polyacetylene, meskipun lebih jarang, digunakan dalam aplikasi industri tertentu. Identifikasi ini memberikan gambaran lebih jelas tentang sumber pencemaran dan membantu menyusun strategi mitigasi untuk mengurangi keberadaan polimer spesifik dalam ekosistem pesisir.



Gambar 6. Bentuk Mikroplastik dan Spektrum Partikel Mikroplastik yang Ditemukan pada Ikan Kemorsil, Ikan Kerapu Muara dan Ikan Baronang

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa mikroplastik ditemukan dalam tubuh ikan kerapu muara (*Epinephelus coioides*) dan ikan baronang (*Siganus sp.*) yang hidup di kawasan Ekowisata Mangrove Batu Lumbang, Denpasar. Bentuk mikroplastik yang paling banyak ditemukan adalah fibers, yang kemungkinan besar berasal dari limbah domestik, seperti sisa pakaian *laundry*, serta aktivitas perikanan seperti jaring dan tali. Konsentrasi dan jumlah mikroplastik pada kedua ikan ini serupa, dengan warna bening yang paling dominan, mengindikasikan sumber utamanya berasal dari plastik transparan seperti botol dan pembungkus makanan. Sebagian besar mikroplastik berukuran kecil (≤ 1 mm), yang mudah tertelan oleh ikan dan berpotensi terakumulasi dalam tubuh mereka. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa polimer utama yang ditemukan adalah polyethylene dan polyacetylene, yang banyak digunakan dalam produk sehari-hari. Hasil penelitian ini menegaskan perlunya pengelolaan limbah plastik yang lebih baik untuk melindungi ekosistem mangrove dan mencegah dampak negatif pada manusia yang mengonsumsi ikan dari kawasan ini. Penelitian lebih lanjut masih diperlukan terutama dalam mengevaluasi cemaran mikroplastik pada

berbagai jenis kekerangan dan nekton berdasarkan perbedaan kedalaman air dan tipe makanan di Perairan Provinsi Bali.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya S, Rumi SS, Hu Y, Abidi N. 2021. Microfibers from synthetic textiles as a major source of microplastics in the environment: A review. *Textile Research Journal*. 91(17-18):2136-2156.
- Alberghini L, Truant A, Santonicola S, Colavita G, Giaccone V. 2022. Microplastics in fish and fishery products and risks for human health: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 20(1):789.
- Asadi MA, Hertika AMS, Iranawati F, Yuwandita AY. 2019. Microplastics in the sediment of intertidal areas of Lamongan, Indonesia. *AACL Bioflux*. 12(4):1065-1073.
- Azizi A, Setyowati WN, Fairus S, Puspito DA, Irawan DS. 2021. Microplastic pollution in the sediment of Jakarta Bay, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 930(1):012010.
- Barboza LGA, Lopes C, Oliveira P, Bessa F, Otero V, Henriques B, Raimundo J, Caetano M, Vale C, Guilhermino L. 2020. Microplastics in wild fish from North East Atlantic Ocean and its potential for causing neurotoxic effects, lipid oxidative damage, and human health risks associated with ingestion exposure. *Science of the Total Environment*. 717:134625.
- Blackburn K, Green D. 2022. The potential effects of microplastics on human health: What is known and what is unknown. *Ambio*. 51(3):518-530.
- Buwono NR, Risjani Y, Soegianto A. 2021. Distribution of microplastic in relation to water quality parameters in the Brantas River, East Java, Indonesia. *Environmental Technology & Innovation*. 24:101915.
- Campanale C, Massarelli C, Savino I, Locaputo V, Uricchio VF. 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):1212.
- Carbery M, O'Connor W, Palanisami T. 2018. Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. *Environment International*. 115:400-409.
- Chen Y, Shen Z, Li G, Wang K, Cai X, Xiong X, Wu C. 2022. Factors affecting microplastic accumulation by wild fish: A case study in the Nandu River, South China. *Science of the Total Environment*. 847:157486.
- Cimmaruta R, Giovannini S, Bianchi J, Matiddi M, Bellisario B, Nascetti G. 2022. Microplastics occurrence in fish with different habits from the central Tyrrhenian Sea. *Regional Studies in Marine Science*. 52:102251.
- Deng L, Cai L, Sun F, Li G, Che Y. 2020. Public attitudes towards microplastics: Perceptions, behaviors and policy implications. *Resources, Conservation and Recycling*. 163:105096.
- Devriese LI, Van der Meulen MD, Maes T, Bekaert K, Paul-Pont I, Frère L, Robbens J, Vethaak AD. 2015. Microplastic contamination in brown shrimp (*Crangon crangon*, Linnaeus 1758) from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area. *Marine Pollution Bulletin*. 98(1-2):179-187.
- Drohmann D. 2018. Regulating microplastics: The global status on microbeads control legislation in cosmetics & personal care products. *IRCL*. 1:79.
- Emenike EC, Okorie CJ, Ojeyemi T, Egbemhenghe A, Iwuozor KO, Saliu OD, Okoro HK, Adeniyi AG. 2023. From oceans to dinner plates: The impact of microplastics on human health. *Heliyon*. 9(10).
- Filella M. 2015. Questions of size and numbers in environmental research on microplastics: Methodological and conceptual aspects. *Environmental Chemistry*. 12(5):527-538.
- Gallage S. 2023. Microplastics in commercial seafood (invertebrates) and seaweeds. *Microplastics in the Ecosphere: Air, Water, Soil, and Food*. p.369-380.
- Gautam BPS, Qureshi A, Gwasikoti A, Kumar V, Gondwal M. 2024. Global scenario of plastic production, consumption, and waste generation and their impacts on environment and human health. *Advanced Strategies for Biodegradation of Plastic Polymers*. Cham: Springer Nature Switzerland. p.1-34.
- Harris LS, Gill H, Carrington E. 2021. Microplastic changes the sinking and resuspension rates of marine mussel biodeposits. *Marine Pollution Bulletin*. 165:112165.
- Hutapea BK, Nugraha E, Prayitno H, Choerudin H, Suharyanto S, Sutisna DH, Effendy A, Bashit A. 2019. Sustainability of blue swimming crab *Portunus pelagicus* commodity in Banten Bay, Indonesia.
- Ickowitz A, Lo MGY, Nurhasan M, Maulana AM, Brown BM. 2023. Quantifying the contribution of mangroves to local fish consumption in Indonesia: A cross-sectional spatial analysis. *The Lancet Planetary Health*. 7(10): e819-e830.
- Issac MN, Kandasubramanian B. 2021. Effect of microplastics in water and aquatic systems. *Environmental Science and Pollution Research*. 28:19544-19562.
- Jeyavani J, Sibiya A, Stalin T, Vigneshkumar G, Al-Ghanim K, A, Riaz M. N, Govindarajan M, & Vaseeharan B. 2023. Biochemical, Genotoxic and Histological Implications of Polypropylene Microplastics on Freshwater Fish *Oreochromis mossambicus*: An Aquatic Eco-Toxicological Assessment. *Toxics*, 11(3).
- Kadac-Czapska K, Knez E, Grembecka M. 2024. Food and human safety: The impact of microplastics. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 64(11):3502-3521.
- Krause S, Baranov V, Nel HA, Drummond JD, Kukkola A, Hoellein T, Smith GHS, Lewandowski J, Bonet B, Packman AI, Sadler J. 2021. Gathering at the top? Environmental controls of microplastic uptake and biomagnification in freshwater food webs. *Environmental Pollution*. 268:115750.
- Lestari P, Trihadiningrum Y, Wijaya BA, Yunus KA, Firdaus M. 2020. Distribution of microplastics in Surabaya River, Indonesia. *Science of the Total Environment*. 726:138560.
- Long M, Moriceau B, Gallinari M, Lambert C, Huvet A, Raffray J, Soudant P. 2015. Interactions between microplastics and phytoplankton aggregates: Impact on their respective fates. *Marine Chemistry*. 175:39-46.
- Murano C, Agnisola C, Caramiello D, Castellano I, Casotti R, Corsi I, Palumbo A. 2020. How sea urchins face microplastics: Uptake, tissue distribution and immune system response. *Environmental Pollution*. 264:114685.

- Mušič B. 2023. Textile industry as a major source of microplastics in the environment. *Global Journal of Ecology*. 8(2):64-74.
- Napper IE, Bakir A, Rowland SJ, Thompson RC. 2015. Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics. *Marine Pollution Bulletin*. 99(1-2):178-185.
- Nematollahi MJ, Keshavarzi B, Moore F, Esmaeili HR, Saravi HN, Sorooshian A. 2021. Microplastic fibers in the gut of highly consumed fish species from the southern Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*. 168:112461.
- Nuanphuen P, Norkaew S, Homkham N. 2023. Microplastics and heavy metals contamination in shrimp paste products in Thailand. *Thammasat University Dissertation*.
- Sandhika I. M. G. S, Wiradana P. A, Widhiantara I. G, Rosiana I. W, Permatasari A. A. P, Sari N. K. Y, Hamu E. M, Soegianto A, & Yulianto B. 2023. Assessment of Brown Algae (Phaeophyceae) and Sediment Collected from Sanur Coastal Waters Based on Bioaccumulation Factors and Human Health Risks Related to Microplastic Ingestion Exposure. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 25(2), 163.
- Segovia-Mendoza M, Nava-Castro KE, Palacios-Arreola MI, Garay-Canales C, Morales-Montor J. 2020. How microplastic components influence the immune system and impact on children health: Focus on cancer. *Birth Defects Research*. 112(17):1341-1361.
- Shi H, Frias J, El-Din H. Sayed A, De-la-Torre G. E, Jong M.-C, Uddin S. A, Rajaram R, Chavanich S, Najii A, Fernández-Severini M. D, Ibrahim Y. S, & Su L. 2023. Small plastic fragments: A bridge between large plastic debris and micro- & nano-plastics. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 168, 117308.
- Subaramaniyam U, Allimuthu RS, Vappu S, Ramalingam D, Balan R, Paital B, Panda N, Rath PK, Ramalingam N, Sahoo DK. 2023. Effects of microplastics, pesticides and nano-materials on fish health, oxidative stress and antioxidant defense mechanism. *Frontiers in Physiology*. 14:1217666.
- Talukdar A, Kundu P, Bhattacharjee S, Dey S, Dey A, Biswas JK, Chaudhuri P, Bhattacharya S. 2023. Microplastics in mangroves with special reference to Asia: Occurrence, distribution, bioaccumulation and remediation options. *Science of the Total Environment*. p.166165.
- Veerasingam S, Ranjani M, Venkatachalapathy R, Bagaev A, Mukhanov V, Litvinyuk D, Mugilarasan M, Gurumoorathi K, Gunganathan L, Aboobacker VM, Vethamony P. 2021. Contributions of Fourier transform infrared spectroscopy in microplastic pollution research: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 51(22):2681-2743.
- Vermeiren P, Ikejima K, Uchida Y, Muñoz CC. 2023. Microplastic distribution among estuarine sedimentary habitats utilized by intertidal crabs. *Science of the Total Environment*. 866:161400.
- Vivekanand AC, Mohapatra S, Tyagi VK. 2021. Microplastics in aquatic environment: Challenges and perspectives. *Chemosphere*. 282:131151.
- Watiniasih N. L, Hendrawan I. G, Nuarsa I. W, & Wiradana P. A. (2023). Investigation of Microplastic Contamination in Sediments, Water and Aquatic Biota in Lake Beratan, Tabanan Regency, Bali Province – Indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, 24(3), 323–332.
- Wiradana P. A, Sandhika I. M. G. S, Widhiantara I. G, Rizqy A. N, Soegianto A, & Yulianto B. 2023. Contaminants and Human Health Risks Associated with Exposure to Microplastic Ingestion of Green Mussels (*Perna viridis*) Collected from The Kedonganan Fish Market, Bali. *Jurnal Medik Veteriner*, 6(2), 197–208.
- Wu Y, Chen X, Wen L, Li Z, Peng M, Wu H, Xie L. 2022. Linking human activity to spatial accumulation of microplastics along mangrove coasts. *Science of the Total Environment*. 825:154014.
- Xu S, Ma J, Ji R, Pan K, Miao AJ. 2020. Microplastics in aquatic environments: Occurrence, accumulation, and biological effects. *Science of the Total Environment*. 703:134699.