

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK PADA INSANG DAN SALURAN PENCERNAAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DI DANAU TOBA KABUPATEN SIMALUNGUN

Erika Putri Octavani Situmorang¹, Puji Prastowo^{2*}, & Mufti Sudibyo³

^{1,2,&3}Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Medan, Jalan Williem Iskandar Ps. V, Deli Serdang,
Sumatera Utara 20221, Indonesia

*Email: prast71@gmail.com

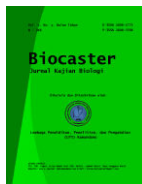
Submit: 29-12-2025; Revised: 07-01-2026; Accepted: 08-01-2026; Published: 15-01-2026

ABSTRAK: Pencemaran mikroplastik di perairan Danau Toba berpotensi terakumulasi pada biota akuatik, termasuk ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan di keramba jaring apung. Keberadaan mikroplastik pada organisme perairan menjadi perhatian penting, karena berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem perairan serta menimbulkan risiko terhadap keamanan pangan bagi manusia. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi bentuk dan warna mikroplastik pada organ insang dan saluran pencernaan ikan nila, serta menganalisis perbedaan kelimpahannya antar kedua organ. Penelitian dilaksanakan pada Juni-Agustus 2025 menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Sampel ikan diambil dari tiga stasiun di perairan Danau Toba Kabupaten Simalungun, yaitu kawasan wisata, aktivitas transportasi kapal, dan pemukiman penduduk. Identifikasi mikroplastik dilakukan secara visual menggunakan mikroskop setelah degradasi bahan organik dengan metode Fenton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan mikroplastik pada organ insang sebanyak 32 partikel/individu, sedangkan pada saluran pencernaan sebanyak 31 partikel/individu. Mikroplastik yang ditemukan didominasi oleh bentuk fiber, fragmen, dan film dengan warna utama hijau, hitam, merah, coklat, dan transparan. Hasil uji *independent sample t-test* menunjukkan nilai $p = 0,787$ ($p > 0,05$) yang mengindikasikan tidak terdapat perbedaan signifikan kelimpahan mikroplastik antara insang dan saluran pencernaan. Temuan ini menegaskan bahwa mikroplastik telah terdistribusi relatif merata pada organ ikan nila, sehingga berpotensi berdampak terhadap kesehatan ekosistem perairan Danau Toba dan keamanan pangan hasil perikanan budidaya.

Kata Kunci: Danau Toba, Ikan Nila, Insang, Mikroplastik, Saluran Pencernaan.

ABSTRACT: Microplastic pollution in the waters of Lake Toba has the potential to accumulate in aquatic biota, including tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivated in floating net cages. The presence of microplastics in aquatic organisms is an important concern, because it has the potential to disrupt the balance of aquatic ecosystems and pose a risk to food security for humans. This study aims to identify the shape and color of microplastics in the gills and digestive tract of tilapia, as well as analyze the differences in abundance between the two organs. The research was carried out in June-August 2025 using a quantitative descriptive method. Fish samples were taken from three stations in the waters of Lake Toba, Simalungun Regency, namely tourist areas, boat transportation activities, and residential areas. Microplastic identification was performed visually using a microscope after the degradation of organic matter by the Fenton method. The results showed that the abundance of microplastics in the gill organs was 32 particles/individual, while in the digestive tract as many as 31 particles/individual. The microplastics found are dominated by fibers, fragments, and films with the main colors being green, black, red, brown, and transparent. The results of the independent sample *t-test* showed a value of $p = 0.787$ ($p > 0.05$) which indicated that there was no significant difference in microplastic abundance between the gills and the gastrointestinal tract. These findings confirm that microplastics have been distributed relatively evenly in tilapia organs, so that they have the potential to have an impact on the health of Lake Toba's aquatic ecosystem and food safety from aquaculture fisheries.

Keywords: Lake Toba, Tilapia, Gills, Microplastics, Digestive Tract.



How to Cite: Situmorang, E. P. O., Prastowo, P., & Sudibyo, M. (2026). Identifikasi Mikroplastik pada Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Danau Toba Kabupaten Simalungun. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 6(1), 411-419. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v6i1.964>



Biocaster : Jurnal Kajian Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

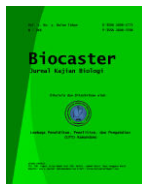
PENDAHULUAN

Danau Toba memiliki peran penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat di sekitarnya. Sebagian besar penduduk di wilayah tersebut menggantungkan mata pencaharian mereka pada keberadaan Danau Toba (Pandiangan *et al.*, 2023). Banyak masyarakat yang bekerja sebagai nelayan menangkap ikan di Danau Toba maupun melalui budidaya perikanan menggunakan Keramba Jaring Apung (KJA) (Nainggolan & Sihombing, 2022). Kini usaha budidaya ikan menggunakan keramba jaring apung dapat berkembang dan memberikan dampak positif bagi perekonomian masyarakat setempat.

Keramba Jaring Apung (KJA) merupakan metode budidaya ikan yang dilakukan pada perairan dengan kedalaman tertentu yang memanfaatkan bahan plastik untuk berbagai peralatan dan kebutuhan operasional. Hal ini akan menyebabkan plastik-plastik tersebut terperangkap dan terakumulasi di dalam badan air. Sampai saat ini perairan Danau Toba masih tercemar oleh berbagai jenis sampah domestik, terutama sampah plastik. Pencemaran tersebut dapat bersumber dari daratan (*land based*) maupun dari aktivitas yang berlangsung di perairan danau itu sendiri. Sumber pencemaran sampah plastik yang mencemari danau umumnya berasal dari kegiatan pariwisata, pembuangan limbah rumah tangga, aktivitas pelabuhan, kegiatan budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) serta kegiatan perikanan oleh nelayan (Dewi *et al.*, 2015).

Pencemaran sampah plastik di perairan Danau Toba berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem perairan, termasuk habitat ikan di dalamnya. Sampah plastik yang terbuang di perairan dapat menimbulkan tantangan besar bagi mikroorganisme yang sulit untuk menguraikan sampah plastik. Proses penguraian sampah plastik membutuhkan waktu yang lama, karena plastik memiliki sifat polimer yang sangat stabil dan sulit terurai (Panjaitan *et al.*, 2021). Sampah plastik yang terbuang ke danau akan mengalami degradasi menjadi partikel berukuran lebih kecil yang disebut Mikroplastik (MP). Mikroplastik merupakan partikel plastik dengan berbagai macam bentuk serta memiliki ukuran kurang dari 5 mm, karena ukurannya yang sangat kecil ikan dapat dengan mudah menelannya (Yona *et al.*, 2021).

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah salah satu jenis ikan air tawar yang banyak dibudidayakan dan dikonsumsi oleh masyarakat, termasuk di kawasan Danau Toba. Selain memiliki nilai ekonomi yang tinggi, ikan nila juga berpotensi sebagai bioindikator tingkat pencemaran, kualitas air, dan perubahan lingkungan (Brainerd *et al.*, 2023; Sofiana *et al.*, 2023), yang salah satunya pencemaran mikroplastik. Hal ini berkaitan dengan pola makan yang fleksibel dan tingginya interaksi ikan nila dengan lingkungan perairan. Paparan mikroplastik



pada ikan ini tidak hanya memengaruhi kesehatan ikan, tetapi juga berpotensi berdampak pada kesehatan manusia sebagai konsumen. Pemanfaatan ikan nila sebagai bioindikator diperkirakan dapat mengidentifikasi keberadaan mikroplastik yang terkandung di dalam organ insang dan saluran pencernaannya.

Menurut Yona *et al.* (2021), mikroplastik dapat mengkontaminasi ikan melalui organ insang dan saluran pencernaannya. Hasil penelitian terdahulu menyatakan bahwa organ insang berfungsi sebagai pintu masuk partikel plastik halus yang terbawa arus air, sedangkan saluran pencernaan lebih banyak menampung partikel akibat proses makan (Yona *et al.*, 2020). Meskipun berbagai studi sebelumnya telah melaporkan keberadaan mikroplastik di lingkungan perairan dan organisme akuatik. Namun, penelitian mikroplastik di Danau Toba hingga saat ini masih sangat terbatas. Secara khusus, kajian yang membandingkan kelimpahan mikroplastik antar organ insang dan saluran pencernaan ikan nila yang dibudidayakan dengan sistem keramba jaring apung di Danau Toba. Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian yang secara spesifik mengkaji distribusi mikroplastik pada organ ikan budidaya.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kelimpahan mikroplastik pada organ insang dan saluran pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan dengan sistem KJA di Danau Toba. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam mengisi keterbatasan data mikroplastik pada ikan budidaya di Danau Toba, serta menjadi dasar ilmiah bagi pengelolaan budidaya perikanan yang berkelanjutan dan upaya pengendalian pencemaran mikroplastik.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk menggambarkan dan menganalisis kelimpahan mikroplastik pada organ insang dan saluran pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) berdasarkan data hasil pengamatan. Pengambilan sampel ikan nila dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* pada Keramba Jaring Apung (KJA) yang aktif dan mewakili kondisi perairan Danau Toba. Sampel ikan dikumpulkan sebanyak 30 ekor dengan ukuran beragam dengan panjang dan berat tubuh dicatat yang berasal dari ketiga stasiun berbeda yang dianggap cukup untuk merepresentasikan kondisi perairan serta memungkinkan analisis perbandingan kelimpahan mikroplastik antar organ.

Tahapan penelitian meliputi preparasi sampel, ekstraksi, dan identifikasi mikroplastik. Seluruh proses menggunakan peralatan berbahan kaca yang telah disterilisasi, serta disertai blanko kontrol untuk meminimalkan kontaminasi. Sampel ikan dibedah untuk diambil organ insang dan saluran pencernaan, kemudian ditimbang dan diukur menggunakan timbangan analitik dan meteran. Ekstraksi mikroplastik dilakukan dengan merendam sampel dalam 20 mL H₂O₂ 30% dan 5 tetes FeSO₄ 0,05 M, lalu diinkubasi selama 3 hari untuk menguraikan bahan organik. Identifikasi mikroplastik dilakukan secara visual menggunakan mikroskop stereo berdasarkan bentuk (fiber, fragmen, dan film), warna, dan ukuran partikel dengan keterbatasan pada identifikasi visual. Kelimpahan mikroplastik dihitung dalam satuan partikel per individu dengan rumus berikut ini.

$$\text{Kelimpahan Mikroplastik (Partikel/Individu)} = \frac{\text{Jumlah Partikel Mikroplastik}}{\text{Jumlah Organisme (Individu)}}$$

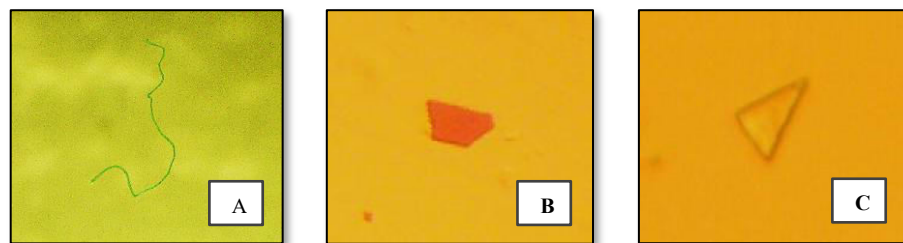
Data kelimpahan mikroplastik kemudian dianalisis menggunakan uji *independent sample t-test* untuk mengetahui perbedaan rata-rata kelimpahan mikroplastik antar organ insang dan saluran pencernaan ikan nila, setelah terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Bentuk Mikroplastik

Hasil identifikasi mikroplastik pada insang dan saluran pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Danau Toba menunjukkan adanya tiga bentuk mikroplastik, yaitu fiber, fragmen, dan film, sebagaimana terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Identifikasi Bentuk Mikroplastik. Fiber (A); Fragmen (B); dan Film (C).

Pada organ insang, jumlah mikroplastik yang teridentifikasi terdiri atas fiber 695 partikel, fragmen 226 partikel, dan film 33 partikel. Sedangkan pada organ saluran pencernaan ditemukan fiber 663 partikel, fragmen 234 partikel, dan film 33 partikel. Distribusi bentuk mikroplastik pada masing-masing stasiun disajikan pada Tabel 1.

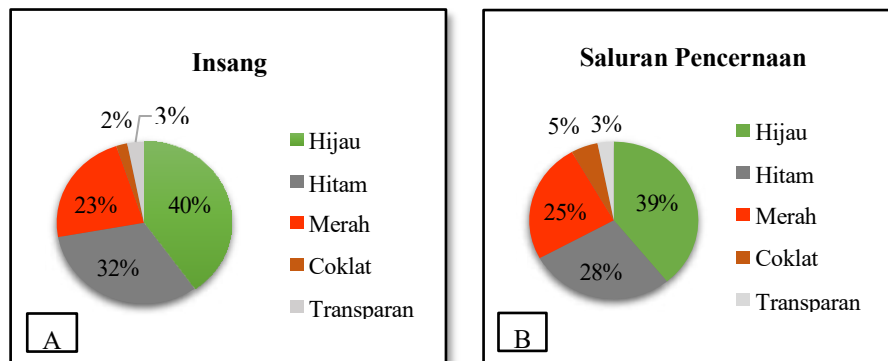
Tabel 1. Bentuk Mikroplastik pada Insang dan Saluran Pencernaan.

Stasiun	Bentuk Mikroplastik					
	Σ Insang			Σ Saluran Pencernaan		
	Fiber	Fragmen	Film	Fiber	Fragmen	Film
I	276	75	13	275	96	14
II	189	82	4	166	68	8
III	230	69	16	222	70	11
Jumlah	695	226	33	663	234	33

Warna Mikroplastik

Warna mikroplastik yang ditemukan pada organ insang dan saluran pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) terdiri atas warna hijau, hitam, merah, coklat, dan transparan dengan persentase yang bervariasi. Pada organ insang, mikroplastik didominasi oleh warna hijau (39%), hitam (31%), merah (22%), transparan (3%), dan coklat (2%). Sedangkan pada organ saluran pencernaan, mikroplastik juga didominasi warna hijau (38%), hitam (27%), merah (24%), coklat (5%), dan transparan (3%). Dominasi warna hijau dan hitam menunjukkan adanya sumber pencemar yang konsisten di lingkungan perairan tempat ikan nila hidup. Variasi warna mikroplastik ini juga dapat mencerminkan

perbedaan jenis bahan plastik yang masuk ke ekosistem dan berpotensi memengaruhi kesehatan ikan serta rantai makanan akuatik. Persentase warna mikroplastik pada kedua organ disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Warna Mikroplastik pada Organ Insang (A) dan Saluran Pencernaan (B) Ikan Nila.

Kelimpahan Mikroplastik

Hasil analisis kelimpahan mikroplastik menunjukkan bahwa rata-rata kelimpahan mikroplastik pada organ insang sebesar 32 partikel/individu, sedangkan pada saluran pencernaan sebesar 31 partikel/individu. Total mikroplastik yang ditemukan pada organ insang adalah 954 partikel, sementara pada saluran pencernaan sebanyak 930 partikel. Data ini menunjukkan bahwa tingkat paparan mikroplastik pada kedua organ relatif seimbang, menandakan adanya akumulasi yang konsisten dalam tubuh ikan nila, sebagaimana tertera pada Tabel 2.

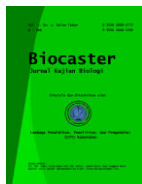
Tabel 2. Kelimpahan Mikroplastik pada Organ Insang dan Saluran Pencernaan.

Stasiun	Jumlah Mikroplastik	
	Insang	Saluran Pencernaan
I	364	385
II	275	242
III	315	303
Total	954	930
Rata-rata	32	31

Hasil uji *independent sampel t test* diperoleh nilai *sig.* (0,787) > 0,05 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antara kelimpahan mikroplastik pada insang dan saluran pencernaan ikan nila. Sebagaimana terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Independent Sample t-test.

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Jumlah Mikroplastik	Equal Variances Assumed	.717	.401	.272	58	.787
	Equal Variances Not Assumed			.272	54.230	.787



Pembahasan

Bentuk Mikroplastik

Variasi bentuk mikroplastik menunjukkan adanya berbagai sumber pencemaran plastik yang kemungkinan berasal dari bahan kemasan, limbah industri, dan puing plastik yang telah terdegradasi (Estina *et al.*, 2025). Dominasi mikroplastik bentuk fiber pada insang dan saluran pencernaan ikan nila menunjukkan bahwa jenis mikroplastik ini merupakan bentuk yang paling umum ditemukan di perairan Danau Toba. Temuan ini sejalan dengan penelitian Aliyansyah & Holil (2024) yang menemukan bentuk mikroplastik yang tertinggi pada insang dan saluran ikan adalah tipe fiber. Kesamaan tersebut diduga berkaitan dengan tingginya aktivitas antropogenik, khususnya limbah domestik, penggunaan bahan tekstil sintetis, serta aktivitas budidaya perikanan yang memanfaatkan tali dan jaring berbahan plastik (Pradiptaadi & Fallahian, 2022). Fiber memiliki ciri morfologi yang panjang menyerupai benang atau serabut tali (Yona *et al.*, 2021). Menurut Zhang *et al.* (2019), fiber memiliki wujud yang tipis dan panjang seperti benang yang menjadikannya mudah untuk tertelan maupun terhirup oleh organisme akuatik.

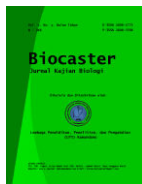
Sedangkan mikroplastik berbentuk fragmen dapat berasal dari limbah rumah tangga dan kegiatan antropogenik yang terdegradasi (Ayuningtyas *et al.*, 2019). Fragmen dihasilkan oleh degradasi sampah plastik makro yang disebabkan karena adanya radiasi sinar UV, gelombang air bahan yang bersifat oksidatif dari plastik, serta sifat hidrolitik dari perairan seperti stoples, galon, plastik keras, pipa paralon, serta potongan kecil botol minuman yang akan mengalami proses fragmentasi menjadi mikroplastik bentuk fragmen (Kapo *et al.*, 2020). Mikroplastik berbentuk film ditemukan paling sedikit yang berasal dari sampah kantong plastik sekali pakai dan pembungkus makanan yang telah mengalami degradasi (Senduk *et al.*, 2021).

Warna Mikroplastik

Variasi warna mikroplastik dapat disebabkan oleh perbedaan sumber antropogenik, karena setiap produsen plastik menggunakan jenis pewarna yang berbeda dalam produksi pembuatannya (Estina *et al.*, 2025). Dominasi warna hijau dapat berasal dari bahan penyusun keramba berupa jaring dan pelampung dari bahan drum plastik, selain itu, limbah bahan tekstil berupa hasil pencucian pakaian (Kurniawan *et al.*, 2021). Warna merah berasal dari hasil kegiatan antropogenik dan warna yang telah mengalami degradasi sinar UV (Kapo *et al.*, 2020). Sementara mikroplastik warna hitam menunjukkan terdapat kontaminan yang menempel pada mikroplastik dan partikel lainnya. Warna mikroplastik yang paling sedikit ditemukan pada organ insang adalah coklat. Warna coklat diduga bersumber dari limbah rumah tangga yang mengalami proses degradasi akibat sinar matahari (Umayah & Windusari, 2024). Sementara warna mikroplastik yang paling sedikit pada saluran pencernaan adalah warna transparan yang umumnya berasal dari kantong plastik sekali pakai, kemasan makanan, dan wadah plastik (Pradiptaadi & Fallahian, 2022).

Kelimpahan Mikroplastik

Perolehan data kelimpahan mikroplastik pada insang dan saluran pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diuji dengan *independent*



sample t-test menunjukkan bahwa $p > 0,05$, yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelimpahan mikroplastik pada insang dan saluran pencernaan ikan nila. Akumulasi mikroplastik pada kedua organ dapat terjadi secara seimbang. Hal ini juga dipengaruhi oleh fungsi fisiologis kedua organ tersebut. Organ insang merupakan media masuknya mikroplastik melalui proses respirasi yang ada di dalam perairan serta organ yang sensitif terhadap lingkungan yang tercemar, sedangkan saluran pencernaan dapat menerima mikroplastik yang sama melalui kegiatan makan maupun menelan air secara tidak disengaja (Erlangga *et al.*, 2022).

Karakteristik mikroplastik yang beragam di lingkungan serta pola makan ikan nila yang tidak terlalu selektif turut menyebabkan jumlah mikroplastik pada kedua organ tidak berbeda secara signifikan. Oleh karena itu, kemiripan nilai kelimpahan pada penelitian ini dapat dijelaskan oleh mekanisme paparan yang mirip antara proses filtrasi insang dan proses ingestasi pada saluran pencernaan. Pola makan ikan nila yang bersifat omnivora dan tidak selektif turut meningkatkan peluang masuknya mikroplastik ke dalam saluran pencernaan. Mikroplastik juga dapat berpindah melalui rantai makanan, dimulai dari organisme tingkat rendah seperti plankton, hingga ikan berukuran lebih besar (Basri *et al.*, 2020).

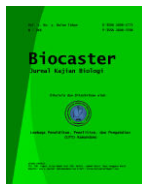
Masuknya mikroplastik ke dalam tubuh ikan dapat mengganggu fisiologis tubuh ikan yang diakibatkan oleh bahan plastik, seperti menyebabkan gangguan hormon, efek karsinogenik, serta gangguan endokrin (Anjani *et al.*, 2023). Pada akhirnya, keberadaan mikroplastik yang terakumulasi pada ikan dapat berdampak pada kesehatan manusia yang akan mengkonsumsinya. Mikroplastik diprediksi dapat mengakibatkan perubahan pada kromosom, sehingga menyebabkan kanker, infertilitas dan obesitas, perpindahan pathogen, serta lesi inflamasi yang bersifat kronis (Amin *et al.*, 2023).

SIMPULAN

Bentuk mikroplastik yang ditemukan pada insang dan saluran pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah fiber, fragmen, dan film. Warna mikroplastik pada insang dan saluran pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) meliputi hijau, hitam, merah, coklat, dan transparan. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelimpahan mikroplastik pada organ insang dan saluran pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) keramba. Temuan ini menegaskan bahwa ikan nila memiliki risiko tinggi terpapar mikroplastik dari lingkungan perairan budidaya. Hal tersebut berimplikasi pada potensi *transfer* mikroplastik ke rantai makanan yang lebih luas.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait dengan mikroplastik yang ditemukan pada ikan nila menggunakan metode FTIR, serta penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar dalam menetapkan kebijakan pengawasan kualitas lingkungan perairan, khususnya terkait pencemaran mikroplastik guna mendukung keberlanjutan sumber daya ikan nila, serta melindungi kesehatan masyarakat sebagai konsumen.

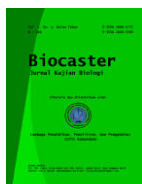


UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada Bapak Puji Prastowo, selaku dosen pembimbing skripsi atas bimbingan dan arahan yang luar biasa, sehingga tahapan dalam penyelesaian penelitian ini dapat dilalui dengan baik. Terima kasih juga kepada Bapak Mufti Sudibyo, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis meskipun beliau telah memasuki masa purna tugas. Terima kasih juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian hingga selesai dan berjalan dengan lancar.

DAFTAR RUJUKAN

- Aliyansyah, G., & Holil, K. (2024). Identifikasi Mikroplastik pada Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) dari Tambak Tradisional Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Al Kauniah Biologi*, 17(2), 395-405. <https://doi.org/10.15408/kauniah.v17i2.33861>
- Amin, M. F., Syahdan, M., & Yuliyanto, Y. (2023). Analisis Kandungan Mikroplastik pada Ikan Pelagis dan Demersal yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Banjar Raya Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmiah Ilmu Kelautan*, 7(1), 1-10. <https://doi.org/10.20527/m.v7i1.11822>
- Anjani, D., Ghitarina, G., & Rafi'i, A. (2023). Kandungan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Kerapu Muara (*Epinephelus coioides*) di Perairan Pangempang Kecamatan Muara Badak. *Jurnal Tropical Aquatic Sciences*, 2(2), 183-190. <https://doi.org/10.30872/tas.v2i2.742>
- Ayuningtyas, W. C., Yona, D., Julianda, S. S. H., & Iranawati, F. (2019). Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 41-45. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5>
- Basri, K. S., Ahmad, B., Rismawati, N., Pakaya, R., Susilowati, S., Mahayana, I. M. B., Mulasari, S. A., Putera, D. A., Sudiadnyana, I. W., Lalu, N. A. S., Aranski, A. W., & Astuti, R. D. P. (2020). *Mikroplastik di Lingkungan*. Bandung: Media Sains Indonesia.
- Brainerd, E., Yustiati, A., Suryana, A. A. H., Herman, R. G., Bangkit, I., & Bari, I. N. (2023). Performa Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pasca Paparan Insektisida Nabati Berbahan Aktif Azadirachtin. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 11(12), 127-140.
- Dewi, I. S., Budiarsa, A. A., & Ritonga, I. R. (2015). Distribusi Mikroplastik pada Sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik : Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 4(3), 121-131. <http://dx.doi.org/10.13170/depik.4.3.2888>
- Erlangga, E., Ezraneti, R., Ayuzar, E., Adhar, S., Salamah, S., & Lubis, H. B. (2022). Identifikasi Keberadaan Mikroplastik pada Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Kembung (*Rastrelliger sp.*) di TPI Belawan. *Jurnal Kelautan*, 15(3), 206-215. <https://doi.org/10.21107/jk.v15i3.11746>
- Estina, E., Yona, D., & Sari, S. H. J. (2025). Characteristics and Abundance of Large Microplastics in Sediments in Wonorejo Mangrove Tourism Area, Surabaya. *Jurnal Biodjati*, 10(1), 1-19.



<https://doi.org/10.15575/biodjati.v10i1.39429>

- Kapo, F. A., Toruan, L. N., & Paulus, C. A. (2020). Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Kolom Permukaan Air di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, 1(1), 10-21.
- Kurniawan, R. R., Suprijanto, J., & Ridlo, A. (2021). Mikroplastik pada Sedimen di Zona Pemukiman, Zona Perlindungan Bahari, dan Zona Pemanfaatan Darat Kepulauan Karimunjawa, Jepara. *Jurnal Buletin Oseanografi Marina*, 10(2), 189-199. <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i2.31733>
- Nainggolan, C. D., & Sihombing, T. (2022). Koordinasi Pengembangan Pariwisata Pantai Paris sebagai Potensi Wisata di Tigaras Kecamatan Dolok Pardamean Kabupaten Simalungun. *Jurnal Professional*, 9(2), 443-450.
- Pandiangan, N. M., Pakpahan, I. M., Lukitoyo, P. S., & Syarifah, S. (2023). Perubahan Sosial Ekonomi Nelayan Keramba di Samosir 1990-2015. *Jurnal Puteri Hijau*, 8(1), 54-60. <https://doi.org/10.37676/professional.v9i2.3397>
- Panjaitan, G. G. M., Perwira, I. Y., & Wijayanti, N. P. P. (2021). Profil Kandungan dan Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Kakap Merah (*Lutjanus* sp.) yang Didaratkan di PPI Kedonganan, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 4(2), 116-121.
- Pradiptaadi, B. P. A., & Fallahian, F. (2022). Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Kawasan Hilir DAS Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 2(1), 344-352. <https://doi.org/10.58954/epj.v2i1.39>
- Senduk, J. L., Suprijanto, J., & Ridlo, A. (2021). Mikroplastik pada Ikan Kembung (*Rastrelliger* sp.) dan Ikan Selar (*Selaroides eptolepis*) di TPI Tambak Lorok Semarang dan TPI Tawang Rowosari Kendal. *Jurnal Undip*, 10(3), 251-258. <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i3.37930>
- Sofiana, L., Nofisulastri, N., & Safnowandi, S. (2023). Pola Distribusi Siput Air (Gastropoda) sebagai Bioindikator Pencemaran Air di Sungai Unus Kota Mataram dalam Upaya Pengembangan Modul Ekologi. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 3(3), 133-158. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v3i3.191>
- Umayah, S. A., & Windusari, Y. (2024). Identifikasi Mikroplastik pada Sedimen di Perairan Sungai Musi Wilayah Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 16(2), 276-285. <https://doi.org/10.37012/jik.v16i2.2309>
- Yona, D., Maharani, M. D., Cordova, M. R., Elvania, Y., & Dharmawan, I. W. E. (2020). Analisis Mikroplastik di Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Karang di Tiga Pulau Kecil dan Terluar Papua, Indonesia: Kajian Awal. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2), 495-505. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i2.25971>
- Yona, D., Zahran, M. F., Fuad, M. A. Z., Prananto, Y. P., & Harlyan, I. L. (2021). *Mikroplastik di Perairan*. Malang: UB Press.
- Zhang, L., Liu, J., Xie, Y., Zhong, S., Yang, B., Lu, D., & Zhong, Q. (2019). Distribution of Microplastics in Surface Water and Sediments of Qin River in Beibu Gulf, China. *Science Wof the Total Environment*, 708(1), 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135176>