

Analysis the Abundance and Composition of Microplastics in Skipjack Fish (*Katsuwonus pelamis*) at Muara Angke Fish Auction

Erlin Triana¹, Meitiyani^{1*}, Moh. Bagas Manowo J.¹, Agus Pambudi Darma¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka, DKI Indonesia, Indonesia;

Article History

Received : December 24th, 2024

Revised : January 01th, 2025

Accepted : January 20th, 2025

*Corresponding Author:

Meitiyani, Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka, DKI Jakarta, Indonesia;

Email:

meitiyani@uhamka.ac.id

Abstract: Marine pollution due to plastic waste has become a global problem that has yet to be solved. In the ocean, floating plastics degrade into small particles (<5 mm) known as microplastics. Its small size has the risk of being eaten by marine organisms. One of the marine products that have high economic value is skipjack. This study aims to determine the content, abundance, and influence of the amount of microplastics with the weight of the digestive tract of skipjack (*Katsuwonus pelamis*) at Muara Angke auction fish. The deconstruction process in this study used 10% KOH as much as 3x the volume of tissue and 30% H₂O₂ as much as 5 ml. The results showed that fiber-type microplastics dominated with a percentage of 66%, fragments 20%, and films 14%. There are 6 kinds of colors found, namely transparent, black, red, blue, yellow, and orange. Transparent color dominates with a percentage of 74%. The total microplastic particles found in the skipjack digestive tract were 2336 particles with an abundance value of 259.55 particles/individual. The number of microplastics found had no correlation with the weight of the fish digestive tract with P (sig) 0.509 > 0.05 (α). All skipjack samples identified were contaminated with microplastics. Fiber and transparent color microplastic types dominated. The amount of microplastics had no influence on the weight of the fish digestive tract.

Keywords: Fish auction place, gastrointestinal tract, muara angke, microplastic, skipjack.

Pendahuluan

Permasalahan lingkungan yang sampai saat ini belum memiliki solusi efektif adalah pengelolaan sampah plastik. Tingginya tingkat produksi plastik dan aktivitas antropogenik yang intensif tidak diiringi dengan pengelolaan sampah yang baik berisiko tinggi akan adanya pencemaran lingkungan. Meskipun plastik digunakan karena ketahanannya, seiring berjalannya waktu plastik dapat terdegradasi menjadi mikroplastik (Widianarko & Hantoro, 2018). Mikroplastik memiliki ukuran yang sangat kecil yaitu <5 mm. Ukurannya yang kecil dapat meningkatkan risiko biota laut seperti ikan tidak sengaja mengonsumsinya karena serupa dengan ukuran mangsanya (Mahamud *et al.*, 2022).

Beragam kasus mengenai eksistensi mikroplastik di perairan memberikan ancaman nyata bagi biota laut khususnya ikan, seperti dapat menimbulkan inflamasi dan melukai

organ (Guerrera *et al.*, (2021), terjadinya gangguan sistem endokrin Saeedi (2023), dan gangguan proses seluler (Prapanchan *et al.*, 2023). Penelitian Mbugani *et al.*, (2022) pada ikan *Oreochromis urolepis* menunjukkan konsumsi mikroplastik secara signifikan dapat merusak usus halus dan mengubah bentuk sel-sel di dalamnya. Kasus kematian hewan akibat sampah plastik banyak ditemukan, tetapi kasus spesifik kematian hewan karena mikroplastik belum ditemukan. Partikel mikroplastik yang tertelan oleh organisme laut memiliki kecil kemungkinan untuk dikeluarkan bersama feses yang memungkinkannya tertahan di saluran pencernaan (Neves *et al.*, 2015).

Beberapa penelitian mengenai kandungan mikroplastik pada ikan telah dilakukan, di antaranya: 1) Fachrudin (2022) yang melakukan penelitian di Perairan Teluk Jakarta dengan hasil penelitian ditemukannya mikroplastik jenis fiber, film, fragmen pada insang dan saluran pencernaan ikan kakap merah dan ikan

baronang; 2) (Rahmawati *et al.*, 2023) dengan ditemukannya mikroplastik jenis fragmen, fiber, film, dan foam pada saluran pencernaan ikan cakalang yang diperoleh di TPI Mina Bahari, Yogyakarta; 3) Yudhantari *et al.*, (2019) melakukan penelitian pada usus dan lambung ikan lemuru protolan dan ditemukan mikroplastik jenis fiber dan film. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian relevan adalah pada objek yang akan diteliti yaitu ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). Penelitian ini juga mengkaji lebih lanjut mengenai hubungan jumlah mikroplastik yang ditemukan dengan bobot saluran pencernaannya.

Penelitian terkait mikroplastik pada saluran pencernaan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di TPI Muara Angke masih sangat terbatas. Didasari data tingginya permintaan pasar terhadap ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang selaras dengan maraknya isu mengenai mikroplastik penulis ingin melakukan penelitian ini dengan tujuan mengetahui kandungan, kelimpahan, dan pengaruh jumlah mikroplastik dengan bobot saluran pencernaan pada ikan cakalang di TPI Muara Angke. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi kajian awal dan memberikan informasi kepada masyarakat akan adanya mikroplastik pada ikan konsumsi.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Sampel ikan cakalang diambil di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Muara Angke, Penjaringan, Jakarta Utara. Pengambilan data dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2024. Proses identifikasi kandungan mikroplastik dilakukan di Laboratorium FKIP Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka

Populasi dan sampel penelitian

Pengambilan sampel ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) diperoleh dari penjual ikan olahan yang membeli ikan cakalang di TPI Muara Angke. Sampel yang digunakan berjumlah 9 buah saluran pencernaan (lambung dan usus) ikan cakalang. Pengambilan sampel dilakukan 3x dan dalam 1x pengambilan sampel diambil 3 buah saluran pencernaan ikan cakalang. Sampel kemudian dibawa ke laboratorium FKIP UHAMKA untuk dilakukan proses identifikasi kandungan mikroplastik pada saluran pencernaan

ikan (lambung dan usus).

Alat dan bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah saluran pencernaan (lambung dan usus) ikan cakalang, KOH 10%, H₂O₂ 30%, dan aquades. Alat yang digunakan adalah beaker glass, gelas ukur, timbangan analitik, cawan petri, *magnetic stirrer*, pipet, *mortar and pestle*, alat bedah, dan oven

Prosedur penelitian

1) Preparasi sampel

Dalam melakukan penelitian mikroplastik dibutuhkan ruangan serta alat yang steril untuk mencegah kontaminasi. Pencegahan kontaminan dapat dilakukan dengan membersihkan semua peralatan yang akan digunakan, menutupi sampel menggunakan aluminium foil, dan menggunakan sarung tangan. Selanjutnya, lambung dan usus ikan dicuci bersih bagian luarnya menggunakan air kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk mengetahui beratnya.

2) Destruksi sampel

Tujuan destruksi adalah untuk menghancurkan bahan organik sehingga yang tersisa hanya partikel plastik. Proses destruksi pada penelitian ini menggunakan metode destruksi basah, yaitu dengan menambahkan KOH 10% dan H₂O₂ 30%. Sampel yang telah diletakkan di gelas ukur 250 ml kemudian ditambahkan KOH 10% sebanyak 3x berat saluran pencernaan ikan dan di oven dengan suhu 60° celsius selama 24 jam. Sampel kemudian ditambahkan H₂O₂ 30% sebanyak 5 ml dan diinkubasi selama 24 jam dalam suhu ruang. Penambahan H₂O₂ 30% digunakan sebagai pemutihan sampel. Setelah terdestruksi secara sempurna, sampel disaring menggunakan kain saring 200 mesh. Kemudian dilakukan pembilasan menggunakan aquades dan kembali disaring menggunakan microfibre filter paper No. 47.

Analisis sampel

Sampel yang sudah tersaring kemudian dipindahkan ke kaca preparat. Proses identifikasi mikroplastik dilakukan dengan menggunakan mikroskop Olympus CX43 dengan perbesaran 4x dan 10x. Perhitungan jumlah mikroplastik dibantu dengan menggunakan *software ImageJ*

Analisis data

Perhitungan kelimpahan mikroplastik dilakukan dengan menjumlahkan partikel mikroplastik kemudian dibagi dengan jumlah ikan dalam satu kali pengambilan data. Menurut Purnama *et al.*, (2021) nilai kelimpahan rata-rata mikroplastik dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kelimpahan mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan}}{\text{Jumlah ikan}}$$

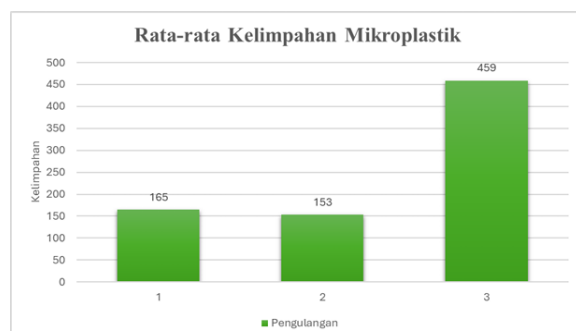
Pengaruh jumlah mikroplastik dengan bobot saluran pencernaan ikan digunakan rumus uji regresi linier sederhana menggunakan Microsoft Excel dan IBM SPSS Statistics 29. Pengambilan keputusan dalam uji regresi linier sederhana mengacu pada nilai signifikansi:

1. Jika nilai signifikansi < 0,05 maka variabel X berpengaruh terhadap variabel Y
2. Jika nilai signifikansi > 0,05 maka variabel X tidak berpengaruh terhadap variabel Y

Hasil dan Pembahasan

Jumlah dan kelimpahan mikroplastik

Jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan pada masing-masing pengambilan data dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil penelitian pada Tabel 1 menunjukkan terdapat 2336 partikel mikroplastik yang ditemukan pada 9 saluran pencernaan ikan cakalang. Jumlah mikroplastik tertinggi terdapat pada pengambilan data ketiga dengan jumlah 1379 partikel dan terendah pada pengambilan data kedua dengan jumlah 461 partikel. Jumlah ini diperoleh dengan menjumlahkan partikel mikroplastik dari masing-masing jenis yang ditemukan (fiber, fragmen, film). Nilai rata-rata kelimpahan mikroplastik dapat dilihat pada gambar di bawah Gambar 1.

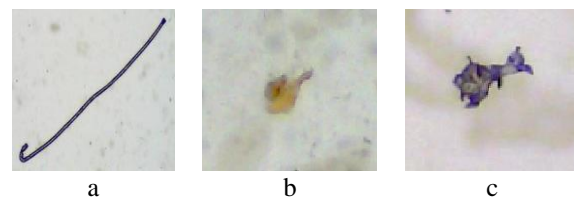


Gambar 1. Rata-rata Kelimpahan Mikroplastik

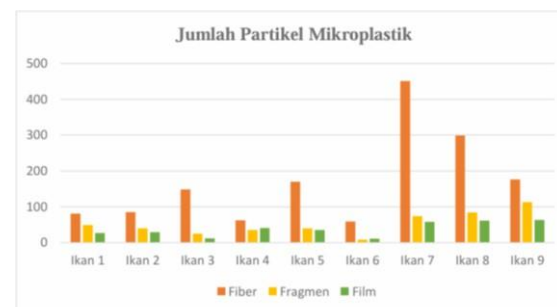
Nilai kelimpahan didapatkan dengan membagi seluruh partikel mikroplastik yang ditemukan dengan jumlah ikan yang digunakan dalam satu kali pengulangan yaitu tiga ekor. Berdasarkan diagram batang di atas, terlihat bahwa nilai kelimpahan mikroplastik tertinggi pada pengulangan ketiga dan terendah pada pengulangan kedua, yaitu sebesar 459 partikel/individu dan 153 partikel/individu secara berurutan.

Jenis mikroplastik

Gambar 2 menunjukkan partikel mikroplastik yang ditemukan dalam saluran pencernaan ikan cakalang, yaitu fiber, fragmen, dan film sedangkan diagram pada Gambar 3 menunjukkan jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan pada masing-masing ikan.



Gambar 2. Jenis Mikroplastik (a) Fiber, (b) Fragmen, (c) Film



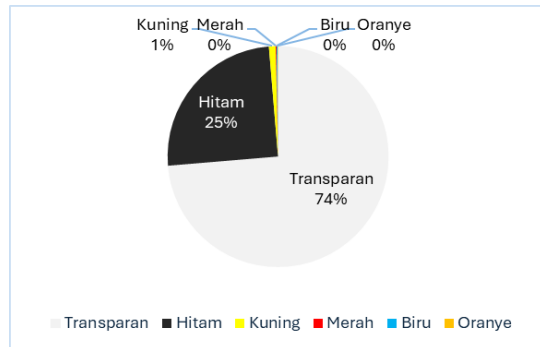
Gambar 3. Jumlah Partikel Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Fiber menjadi tipe mikroplastik yang mendominasi di masing-masing pengulangan, sementara film menjadi mikroplastik dengan jumlah terendah. Secara keseluruhan, mikroplastik tipe fiber memiliki total 1531 partikel atau sebesar 66%, tipe fragmen sebanyak 468 partikel atau sebesar 20%, dan tipe film sebanyak 337 partikel atau sebesar 14%.

Warna Mikroplastik

Persentase warna mikroplastik disajikan pada Gambar 4. Dari diagram tersebut diketahui bahwa transparan menjadi warna paling

mendominasi dengan jumlah 1721 partikel atau sebesar 74%. Warna hitam menjadi warna terbanyak kedua dengan jumlah 584 partikel atau sebesar 25%. Warna merah, biru, oranye, dan kuning menjadi warna paling sedikit yang ditemukan sehingga nilainya tidak mencapai 1% dari total keseluruhan partikel mikroplastik.



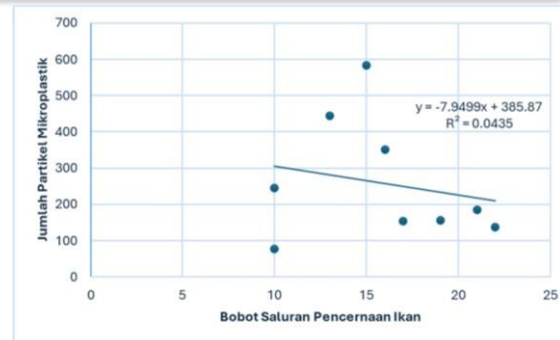
Gambar 4. Persentase Warna Mikroplastik

Analisis hubungan jumlah mikroplastik dengan bobot saluran pencernaan ikan

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui apakah bobot saluran pencernaan ikan dapat memengaruhi jumlah partikel mikroplastik pada ikan cakalang. Bobot saluran pencernaan ikan dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil uji regresi linier sederhana hubungan jumlah mikroplastik dengan bobot saluran pencernaan ikan cakalang dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 2. Bobot Saluran Pencernaan Ikan Cakalang

Sampel Ikan	Bobot Saluran Pencernaan (gr)	Jumlah Partikel MP
1	19,05	157
2	17,29	154
3	21,28	185
4	21,53	138
5	10,17	245
6	9,72	78
7	14,85	583
8	12,72	444
9	16,33	352



Gambar 5. Regresi Linier Pengaruh Bobot Saluran Pencernaan Ikan dengan Jumlah Mikroplastik

Hasil uji regresi linier menggunakan Microsoft Excel dan IBM SPSS diketahui bahwa pengaruh jumlah mikroplastik dengan bobot saluran pencernaan ikan memiliki nilai P (sig) sebesar 0,590. Persamaan regresi linier yang diperoleh yaitu $y = 385,87 - 7,94x$, dengan y adalah jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan dan x adalah bobot saluran pencernaan ikan cakalang.

Pembahasan

Jumlah dan kelimpahan mikroplastik

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa habitat ikan cakalang memiliki potensi pencemaran mikroplastik. Azharil & Paskah (2023) menyatakan bahwa aktivitas antropogenik di pesisir menjadi pemicu utama menumpuknya sampah plastik di lautan. Plastik yang mengapung dalam periode waktu yang lama apabila terpapar sinar matahari dan arus air akan terdegradasi menjadi mikroplastik (Saha *et al.*, 2021). Meskipun habitat ikan cakalang berada di laut lepas seperti Samudra Hindia tidak menutup kemungkinan akan terpapar mikroplastik (Isobe *et al.*, 2017). Menurut Seprandita *et al.*, (2022); Iwasaki *et al.*, (2017) persebaran mikroplastik dari daerah pesisir hingga mencapai laut lepas disebabkan oleh angin, gelombang, dan arus air. Selain aktivitas manusia di daerah pesisir, aktivitas kapal-kapal yang beroperasi di lautan juga memberikan pengaruh terhadap adanya mikroplastik di lautan (Thiemann, 2023).

Aktivitas makan suatu organisme laut dapat berpengaruh terhadap kandungan mikroplastik dalam tubuhnya (Neves *et al.*, 2015). Ikan cakalang merupakan jenis ikan pelagis yang banyak menghabiskan waktunya di permukaan air. Ikan yang mencari sumber

pakannya di permukaan memiliki risiko tinggi terpapar mikroplastik. Studi yang dilakukan Azad *et al.*, (2018) menunjukkan bahwa mikroplastik lebih banyak ditemukan pada saluran pencernaan ikan pelagis dibandingkan ikan demersal.

Beberapa penelitian mengenai mikroplastik pada saluran pencernaan ikan telah dilakukan sebelumnya. Hasil penelitian Rahmawati *et al.*, (2023) pada ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang diperoleh dari TPI Mina Bahari, Yogyakarta ditemukan mikroplastik sebanyak 139,3 partikel/individu. Jumlah tersebut berbeda dibandingkan penelitian ini yang memiliki nilai lebih besar yaitu 259,5 partikel/individu. Perbedaan jumlah dan kelimpahan mikroplastik pada masing-masing penelitian dimungkinkan karena kondisi perairan tiap organisme berbeda.

Jenis Mikroplastik

Penelitian ini menunjukkan bahwa fiber menjadi jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan. Dominansi fiber di perairan Samudra Hindia bagian timur diduga karena adanya aktivitas tangkap ikan dan kegiatan antropogenik seperti mencuci pakaian. Mikroplastik jenis fiber dapat berasal dari serat pakaian, jaring nelayan, bahan dasar dalam pembuatan alat rumah tangga, hingga limbah tekstil (Ambasari & Anggiani, 2022; Nusantara *et al.*, 2021). Serat dari jaring-jaring yang mulai rusak memiliki risiko untuk terlepas sehingga mencemari lautan. Sementara limbah cucian yang mengandung serat-serat pakaian juga akan terakumulasi di laut.

Jenis mikroplastik terbanyak kedua setelah fiber adalah fragmen. Mikroplastik ini berasal dari fragmentasi plastik yang berukuran lebih besar seperti botol plastik, potongan pipa paralon, toples, mika dan wadah yang tebal (Harpah *et al.*, 2020; Ambasari & Anggiani, 2022; Pamungkas *et al.*, 2022). Tingginya jumlah fragmen yang ditemukan pada saluran pencernaan ikan cakalang diduga karena tingginya aktivitas antropogenik masyarakat di daerah pesisir. Film menjadi tipe mikroplastik yang paling sedikit ditemukan. Sumber mikroplastik film dapat berasal dari kantong kresek dan plastik kemasan (Ambasari & Anggiani, 2022; Pamungkas *et al.*, 2022). Mikroplastik jenis film ditemukan dengan jumlah sedikit diduga karena densitasnya yang

lebih rendah dibandingkan jenis mikroplastik lainnya (Hastuti *et al.*, 2019).

Warna Mikroplastik

Hasil pengamatan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa terdapat beberapa warna yang ditemukan dan transparan menjadi warna yang paling banyak ditemukan di saluran pencernaan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). Dalam penelitiannya, Wilyalodia *et al.*, (2023) menyatakan bahwa paparan sinar matahari menyebabkan perubahan warna pada mikroplastik yang dapat mengubahnya menjadi transparan. Apabila mikroplastik terpapar sinar matahari dalam waktu yang lama, pigmen warna pada plastik akan memudar karena mengalami proses oksidasi dan fotokimia (Tubagus *et al.*, 2020; Ngai *et al.*, 2024). Selain karena paparan sinar matahari dalam periode waktu yang lama, Kye *et al.*, (2023) berpendapat bahwa adanya warna transparan atau biru kemungkinan lebih menarik bagi organisme laut sehingga disalahartikan sebagai mangsa alaminya.

Selain transparan, warna hitam juga ditemukan. Mikroplastik warna hitam dapat mengindikasikan jumlah kontaminan yang terserap dalam mikroplastik (Tubagus *et al.*, 2020). Hal ini dikarenakan warna hitam dapat menyerap polutan berbahaya seperti PCB dan PAH yang lebih tinggi dibandingkan warna lain (Lucia *et al.*, 2018). Pendapat lain dikemukakan oleh Singh *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa mikroplastik berwarna hitam ditemukan karena waktu penguraian plastik hitam paling lambat. Hal ini dikarenakan dalam proses pembuatan plastik hitam digunakan karbon hitam Sahu *et al.*, (2019) yang diketahui dapat meningkatkan ketahanan terhadap sinar UV (Key *et al.*, 2024). Warna lain yang ditemukan adalah biru, merah, dan oranye meskipun tidak dalam jumlah yang banyak. Kapo *et al.*, (2020) dalam penelitiannya menyatakan apabila warna mikroplastik masih pekat menandakan bahwa proses perubahan warna (*discolouring*) belum terjadi secara signifikan.

Pengaruh Jumlah Mikroplastik dengan Bobot Saluran Pencernaan Ikan

Berdasarkan hasil uji regresi linier sederhana pengaruh jumlah mikroplastik dengan bobot saluran pencernaan ikan memiliki nilai P (sig) 0,590 > 0,05 (α). Hasil ini menunjukkan tidak adanya pengaruh antara jumlah

mikroplastik dengan bobot saluran pencernaan ikan cakalang. Tidak ada korelasi antara berat saluran pencernaan ikan dengan jumlah mikroplastik pada ikan pelagis (Sathish *et al.*, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa faktor lain seperti kebiasaan makan, habitat, atau variabel lain yang tidak diteliti memiliki pengaruh lebih dominan dalam menentukan jumlah mikroplastik yang terkandung dalam saluran pencernaan ikan. Selain itu, Senduk *et al.*, (2021) menyatakan juga terdapat faktor lain seperti pakan, lokasi penangkapan, tipe mulut, dan umur ikan yang kemungkinan memengaruhi jumlah mikroplastik.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat 3 jenis mikroplastik yang teridentifikasi, yaitu fiber 1531 partikel (66%), fragmen 468 partikel (20%), dan film 337 partikel (14%). Tipe mikroplastik fiber dan warna transparan mendominasi. Nilai kelimpahan rata-rata sebesar 259,5 partikel/individu. Hasil uji regresi linier sederhana menunjukkan bahwa tidak terdapat korelasi antara jumlah partikel mikroplastik terhadap bobot saluran pencernaan ikan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah berkontribusi untuk memberikan arahan dan saran dalam penyusunan artikel ini dan kepada nelayan di TPI Muara Karang yang telah bersedia untuk diwawancarai.

Referensi

- Ambasari, D. A., & Anggiani, M. (2022). Kajian Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen di Wilayah Perairan Laut Indonesia. *Oseana*, 47(1), 20–28. https://www.researchgate.net/publication/360310821_Kajian_Kelimpahan_Mikroplastik_Pada_Sedimen_Di_Wilayah_Perairan_Laut_Indonesia (Diakses pada 31 Agustus 2023)
- Ambasari, D. A., & Anggiani, M. (2022). *Kajian Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen di Wilayah Perairan Laut Indonesia*. *Oseana*, 47(1), 20–28.
- Azad, S. M. O., Towatana, P., Pradit, S., Patricia, B. G., & Hue, H. T. (2018). *Ingestion of Microplastics by some Commercial Fishes in the Lower Gulf of Thailand: A Preliminary Approach to Ocean Conservation*. *International Journal of Agricultural Technology*, 14(7), 1017–1032.
- Azhartil, M. Y., & Paskah, I. (2023). *Bahaya Sampah Plastik di Laut bagi Mahluk Hidup*. *Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*, 6(2), 172–175. <https://doi.org/10.62012/sensistek.v6i2.31704>
- Fachrudin, A. (2022). Analisis Mikroplastik pada Ikan Kakap Merah (*Lutjanus malabaricus*, Bloch & Schneider, 1801) dan Ikan Baronang (*Siganus Javus*, Linnaeus, 1766) di TPI Sekitar Teluk Jakarta. Skripsi. Tidak diterbitkan. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta
- Guerrera, M. C., Aragona, M., Porcino, C., Fazio, F., Laurà, R., Levanti, M., Montalbano, G., Germanà, G., Abbate, F., & Germanà, A. (2021). *Micro and Nano Plastics Distribution in Fish as Model Organisms: Histopathology, Blood Response and Bioaccumulation in Different Organs*. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(13), 1–24. <https://doi.org/10.3390/app11135768>
- Harpah, N., Suryati, I., Leonardo, R., Risky, A., Ageng, P., & Addauwiyah, R. (2020). *Analisa Jenis, Bentuk dan Kelimpahan Mikroplastik di Sungai Sei Sikambang Medan*. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 20(2), 108–115. <https://doi.org/10.36275/stsp.v20i2.270>
- Hastuti, A. R., Lumbanbatu, D. T. F., & Wardiatno, Y. (2019). *The Presence of Microplastics in the Digestive Tract of Commercial Fishes off Pantai Indah Kapuk coast, Jakarta, Indonesia*. *Biodiversitas*, 20(5), 1233–1242. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200513>
- Isobe, A., Uchiyama-Matsumoto, K., Uchida, K., & Tokai, T. (2017). *Microplastics in the Southern Ocean*. *Marine Pollution Bulletin*, 114(1), 623–626. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.011>

- 6.09.037
- Iwasaki, S., Isobe, A., Kako, S., Uchida, K., & Tokai, T. (2017). *Fate of Microplastics and Mesoplastics Carried by Surface Currents and Wind Waves: A Numerical Model Approach in the Sea of Japan*. *Marine Pollution Bulletin*, 121(1–2), 85–96. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.05.057>
- Kapo, F. A., Toruan, L. N. L., & Paulus, C. A. (2020). *Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Kolom Permukaan Air di Perairan Teluk Kupang*. *Jurnal Bahari Papadak*, 1(1), 10–21.
- Key, S., Ryan, P. G., Gabbott, S. E., Allen, J., & Abbott, A. P. (2024). *Influence of Colourants on Environmental Degradation of Plastic Litter*. *Environmental Pollution*, 347(January), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123701>
- Kye, H., Kim, J., Ju, S., Lee, J., Lim, C., & Yoon, Y. (2023). *Microplastics in Water Systems: A Review of Their Impacts on the Environment and Their Potential Hazards*. *Heliyon*, 9(3), 1–31. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14359>
- Lucia, G. A. de, Vianello, A., Camedda, A., Vani, D., Tomassetti, P., Coppa, S., Palazzo, L., Amici, M., Romanelli, G., Zampetti, G., Cicero, A. M., Carpentieri, S., Di Vito, S., & Matiddi, M. (2018). *Sea Water Contamination in the Vicinity of the Italian Minor Islands Caused by Microplastic Pollution*. *Water (Switzerland)*, 10(8), 1–13. <https://doi.org/10.3390/w10081108>
- Mahamud, A. G. M. S. U., Anu, M. S., Baroi, A., Datta, A., Khan, M. S. U., Rahman, M., Tabassum, T., Tanwi, J. T., & Rahman, T. (2022). *Microplastics in Fishmeal: A Threatening Issue for Sustainable Aquaculture and Human Health*. *Aquaculture Reports*, 25(June), 101205. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101205>
- Mbugani, J. J., Machiwa, J. F., Shilla, D. A., Kimaro, W., Joseph, D., & Khan, F. R. (2022). *Histomorphological Damage in the Small Intestine of Wami Tilapia (Oreochromis urolepis) (Norman, 1922) Exposed to Microplastics Remain Long after Depuration*. *Microplastics*, 1(2), 240–253. <https://doi.org/10.3390/microplastics1020017>
- 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>
- Ngai, M. M. M., Toruan, L. N. L., & Tallo, I. (2024). *Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Kakap Merah (Lutjanus malabaricus) di Perairan Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur*. *Journal of Aquatic Resources and Fisheries Management*, 5(February), 11–20.
- Nusantara, R., Alby, M. L., Arisandi, P., Budiarti, E. C., Azis, & Muttaqin, A. (2021). *Screening Awal Mikroplastik di Perairan Provinsi DKI Jakarta* (I. Septian (ed.)). Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta.
- Pamungkas, N. A. G., Hartati, R., Redjeki, S., Riniatsih, I., Suprijanto, J., Supriyo, E., & Widianingsih, W. (2022). *Karakteristik Mikroplastik pada Sedimen dan Air laut di Muara Sungai Wulan Demak*. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(3), 421–431. <https://doi.org/10.14710/jkt.v25i3.14923>
- Prapanchan, V. N., Kumar, E., Subramani, T., Sathya, U., & Li, P. (2023). *A Global Perspective on Microplastic Occurrence in Sediments and Water with a Special Focus on Sources, Analytical Techniques, Health Risks, and Remediation Technologies*. *Water (Switzerland)*, 15(11), 1–35. <https://doi.org/10.3390/w15111987>
- Purnama, D., Johan, Y., Wilopo, M. D., Renta, P. P., Sinaga, J. M., Yosefa, J. M., M. H. M., Suryanita, A., Pasaribu, H. M., & Median, K. (2021). *Analisis Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Tongkol (Euthynnus affinis) Hasil Tangkapan Nelayan di Pelabuhan Perikanan Pulau Baai Kota Bengkulu*. *Jurnal Enggano*, 6(1), 110–124. <https://doi.org/10.31186/jenggano.6.1>
- Rahmawati, S., Nuzula, F. F., Sulistyono, E. N., &

- Hakim, L. (2023). *Identification of Microplastics in Fish from the Local Fish Market of Yogyakarta Province, Indonesia*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1263(1), 1–11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1263/1/012043>
- Saeedi, M. (2023). *How Microplastics Interact with Food Chain: a Short Overview of Fate and Impacts*. Journal of Food Science and Technology, 61(3), 403–413. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05720-4>
- Saha, M., Naik, A., Desai, A., Nanajkar, M., Rathore, C., Kumar, M., & Gupta, P. (2021). *Microplastics in Water, Sediment, and Seafood as an Emerging Threat to the Marine Environment: A Case Study in Goa, West Coast of India*. Chemosphere, 270(129359), 1–30. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653520335578> (Diakses pada 24 Februari, 2024)
- Sahu, A. K., Sudhakar, K., & Sarviya, R. M. (2019). *Influence of UV Light on the Thermal Properties of HDPE/Carbon Black Composites*. Case Studies in Thermal Engineering, 15(100534), 1–7.
- Sathish, N., Jeyasanta, I., & Patterson, J. (2020). *Occurrence of Microplastics in Epipelagic and Mesopelagic Fishes from Tuticorin, Southeast Coast of India*. Science of The Total Environment, 720, 137614. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137614>
- 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*. Buletin Oseanografi Marina, 10(3), 251–258. <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i3.37930>
- Seprandita, C. W., Suprijanto, J., & Ridlo, A. (2022). *Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Zona Pemukiman, Zona Pariwisata dan Zona Perlindungan Kepulauan Karimunjawa, Jepara*. Buletin Oseanografi Marina, 11(1), 111– 122. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i1.30189>
- Singh, R., Kumar, R., & Sharma, P. (2022). *Microplastic in the Subsurface System: Extraction and Characterization from Sediments of River Ganga near Patna, Bihar*. In Advances in Remediation Techniques for Polluted Soils and Groundwater (Issue January, pp. 191–217). School of Ecology & Environment Studies, Nalanda University. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823830-1.00013-4>
- Thiemann, T. (2023). *Microplastic in the Marine Environment of the Indian Ocean*. Journal of Environmental Protection, 14(04),297–359. <https://doi.org/10.4236/jep.2023.144020>
- Tubagus, W., Sunarto, I. M., & Yuliadi, L. P. S. (2020). *Identification of microplastic composition on clams (Gafrarium tumidum) and sediments in Pari Island, Seribu Islands, Jakarta*. Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences, 25, 115-120. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.25.3.115-120>
- Widianarko, B., & Hantoro, I. (2019). *Mikroplastik dalam Seafood dari Pantai Utara Jawa*. In Chemosphere (Vol. 228). Universitas Katolik Soegijapranata. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.156>
- Wilyalodia, H. C., Tybeyuliana, E. V., Mahendra, A. P. D., Pratama, M. A., & Rahmawati, S. (2023). *Seasonal Variability on Microplastic Polutions in Water and Sediment of Ciliwung River*. CSID Journal of Infrastructure Development, 6(2), 185–197. <https://doi.org/10.7454/jid.v6.i2.1118>
- Yudhantari, C. I., Hendrawan, I. G., & Ria Puspitha, N. L. P. (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. <https://doi.org/10.24843/jmrt.2019.v02.i02.p10>