

## Isolation and Analysis of Microplastics in Ikan Tongkol *Euthynnus affinis* Cantor, 1849 at Tanjung Luar Fish Landing Base, East Lombok

Rifqah Hashifah Syahadatina<sup>1</sup>, Eka Sunarwidhi Prasedya<sup>2\*</sup>, Dining Aidil Candri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Biology Department, Faculty of Mathematic and Natural Science, University of Mataram, Mataram, Indonesia;

<sup>2</sup>Research Center for Tropical Biotechnology and Biomedicine (RCTBB), University of Mataram, Mataram, 83115, Indonesia;

### Article History

Received : Agustus 28<sup>th</sup>, 2024

Revised : September 19<sup>th</sup>, 2024

Accepted : October 01<sup>th</sup>, 2024

\*Corresponding Author: **Eka Sunarwidhi Prasedya**,

Research Center for Tropical Biotechnology and Biomedicine (RCTBB), University of Mataram, Mataram, 83115, Indonesia; Email:

[ekasprasedya@unram.ac.id](mailto:ekasprasedya@unram.ac.id)

**Abstract:** The increasing amount of plastic consumption in Indonesia has an impact on the accumulation of plastic waste on land as well as water, with the nature of plastic that is difficult to decompose by microorganisms causing many organisms to be polluted by the waste. Therefore, research on microplastic content needs to be done to determine the safety of fish which is the food of the community. This study was conducted to find out how the abundance of microplastics as well as the characteristics of microplastics contained in Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) at PPI Tanjung Luar, through an isolation process using a 10% KOH solution added to fish meat, then incubated until both were homogeneous in a water bath at 70°C, 150 rpm. Furthermore, the homogenized sample was filtered using a 250 µm graded sieve. After filtering the sample will be put into a dryer at 40°C for 2 hours before being observed under a microscope. The results of this study indicate that microplastics have accumulated in fish with an abundance of 8.6 MP/Ind with the type of microplastics that most accumulates in the meat of Tuna (*Euthynnus affinis*) is fiber type microplastics as much as 81% of the total sample and the most dominant color is black. There are 4 microplastics found accumulated in the meat of *Euthynnus affinis*, namely 81% fiber, 11% fragments, 6% film, and 2% granules.

**Keywords:** Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*), microplastics, PPI Tanjung Luar

### Pendahuluan

Tingginya tingkat konsumsi plastik di Indonesia berakibat pada penumpukan sampah plastik di lingkungan baik di daratan maupun di perairan. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menyatakan bahwa pada tahun 2021 total sampah nasional untuk sampah plastik berjumlah 11,6 juta ton dari 68,5 juta ton jumlah sampah secara keseluruhan. Plastik sendiri merupakan kumpulan dari polimerisasi monomer hidrokarbon (molekul-molekul kecil) yang membentuk suatu senyawa polimer (Kurniawan, E. & Nasrun, 2014). Plastik berdasarkan sifatnya dibagi menjadi dua: *thermoplastic* atau mikroplastik yang dapat dibentuk berkali-kali seperti *Nylon*,

*Polyethylene*, *Polycarbonate*, *Polypropylene* dan *thermosetting* yang hanya bisa dibentuk sekali seperti *Melamine formaldehyde*, *Urea formaldehyde*, *Phenol formaldehyde* (Surono, 2013 dalam Abidin, 2022).

Mikroplastik merupakan polutan plastik yang berukuran kurang dari 5 mm (Faujiah & Wahyuni, 2022). Mikroplastik berasal dari sampah plastik yang mengalami fragmentasi menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Berdasarkan bentuknya, mikroplastik terbagi menjadi fiber, film, fragmen, dan granul (Sutahaji *et al.*, 2021). Sedangkan berdasarkan proses terbentuknya dikategorikan berasal dari 2 sumber yaitu, mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer umumnya berasal dari produk industri seperti

*microbeads* atau *scrub* pada produk kecantikan, sabun, odol, dan lainnya yang sengaja dibentuk dalam ukuran mikro kemudian terbuang dan masuk ke dalam saluran air. Mikroplastik sekunder terbentuk dari fragmentasi atau pecahan limbah plastik yang berukuran lebih besar (Zhang *et al.*, 2017). Fragmentasi pada limbah plastik di perairan terjadi akibat adanya radiasi sinar *ultraviolet* (uv) dan degradasi mekanik yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran air (Susanto & Trihadiningrum, 2020). Badan organisasi dunia *World Wide Fund of Nature* (WWF) 2022, menyatakan setidaknya 88 % biota laut telah terkontaminasi oleh limbah plastik. Indonesia merupakan negara kepulauan yang dikelilingi perairan, cemaran limbah plastik secara terus menerus pada perairan dapat meningkatkan kemungkinan biota pada perairan Indonesia ikut tercemar limbah plastik.

Pangkalan Pendaratan Ikan Tanjung Luar menjadi salah satu sentra perikanan terbesar di Lombok dan menjadikannya sebagai tujuan masyarakat untuk mendapatkan ikan konsumsi maupun ikan yang akan dijual kembali. Salah satu jenis ikan yang banyak di daratkan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Tanjung Luar adalah ikan tongkol (*Euthynnus affinis*). Dengan permintaan pasar yang tinggi dengan harga ekonomis menjadikan ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) salah satu ikan komoditas penting yang di daratkan (Husain *et al.*, 2021) sekaligus menjadikan penting untuk dilakukan penelitian terhadap kandungan mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Pangkalan Pendaratan Ikan, Tanjung Luar, Lombok Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) yang didaratkan, juga untuk mengetahui jenis mikroplastik apa saja yang terakumulasi dalam ikan tongkol tersebut.

## Bahan dan Metode

### Lokasi penelitian

Penelitian ini menggunakan sampel yang dikumpulkan dari salah satu sentra perikanan terbesar di Nusa Tenggara Barat yakni Pangkalan Pendaratan Ikan Tanjung Luar, Lombok Timur.

### Alat dan bahan penelitian

Alat yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu gelas beker 500 mL, labu erlenmeyer

500 mL, *dryer*, mikroskop stereo, *waterbath*, petri dish, saringan bertingkat 250  $\mu\text{m}$ , pisau *pallet*, penggaris, pinset, timbangan analitik, buku catatan, dan kamera hp. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan tongkol (*Euthynnus affinis*), larutan KOH 10 %, aluminium foil, aquades, dan tisu.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

## Pengolahan sampel

### Preparasi Sampel

Sampel Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) diambil sebanyak 6 ekor ikan lalu dibungkus dengan aluminium foil kemudian disimpan ke dalam *coolbox* dengan balok es guna menjaga kesegaran ikan. Selanjutnya, sampel ikan dimasukkan dalam refrigerator. Sampel ikan kemudian difillet bagian yang dapat dikonsumsi dan disimpan dalam petri dish sebelum ditimbang, sedangkan bagian yang tidak bisa dikonsumsi dibuang, selanjutnya ikan yang akan dianalisis dicuci dengan aquades sampai bersih.

### Isolasi Mikroplastik

Proses isolasi dilakukan guna memisahkan jaringan ikan dengan mikroplastik sehingga menjadikan mikroplastik melayang dalam larutan (Abidin *et al.*, 2021) (Widyastuti *et al.*, 2023). Sampel ikan ditimbang seberat 700 gram kemudian ditambahkan 700 mL KOH 10 % dengan perbandingan (1:1) pada gelas beaker atau sampai sampel ikan terendam. Sampel diinkubasi menggunakan *water bath* pada suhu 70°C, 150 rpm sampai sampel homogen. Hasil inkubasi disaring menggunakan saringan berukuran 250  $\mu\text{m}$ . Setelah itu, sampel dikeringkan menggunakan *dryer* dengan suhu 40°C selama 2 jam. Sampel yang sudah kering dikumpulkan dalam cawan petri sebelum diamati

dibawah mikroskop stereo dengan perbesaran 20x.

### Analisis data

Data yang sudah tekumpul dianalisis menggunakan rumus kelimpahan mikroplastik dari (Yudhantari *et al.*, 2019) pada persamaan 1.

$$\text{Kelimpahan} = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik}}{\text{Jumlah ikan}} \quad (1)$$

## Hasil dan Pembahasan

### Mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

Ikan tongkol adalah salah satu jenis ikan Teleostei yang merupakan ikan bertulang sejati dan masuk dalam family Scombridae yakni ikan dengan kemampuan berenang yang cepat. Hal ini didukung oleh bentuk sirip punggung yang berjauhan dan sirip ekor guna daya dorong kuat yang melengkung membentuk sabit. Ikan-ikan family scombridae sendiri memiliki bentuk tubuh yang cenderung ramping meruncing di kedua sudut tubuhnya dengan bentuk mulut tipe terminal, bagian punggung berwarna biru dan perut berwarna silver dengan bintik hitam diantara bagian sirip panggul dan adanya (Fishbase, 2024). Pada penelitian ini ikan tongkol yang digunakan memiliki ukuran berkisar antara 24-28,5 cm, kisaran ini sesuai dengan ukuran ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang ditemukan pada penelitian (Masuwo & Widodo, 2016) yakni 27-58 cm juga pada penelitian (Jamon *et al.*, 2016) di Selat Malaka dengan uura berkisar 16-58 cm. Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) atau dikenal juga sebagai ikan kawakawa merupakan salah satu jenis ikan pelagis besar yang umumnya berenang bersama gerombolan (*schooling*) dan menghabiskan sebagian besar masa hidupnya di kolom perairan atau zona fotik dengan suhu optimal antara 28-30°C juga merupakan perenang cepat pelaku migrasi (peruaya). Migrasi tersebut terjadi karena kelompok ikan pelagis akan terus berenang mencari kondisi lingkungan yang bisa mendukung tubuhnya (Tuli, 2018).

Bioakumulasi mikroplastik pada tubuh ikan akan menyebabkan masuknya mikroplastik ke dalam rantai makanan yang akan memberikan

dampak paralel bagi organisme di dalamnya (Caruso, 2015). Selain itu, mikroplastik akan berdampak pada perairan yang dicemari yakni dapat mengganggu fungsi dari biofilter pada perairan tersebut, menyebabkan rusaknya tatanan ekosistem perairan yang tercemar. Tercemarnya biota laut oleh mikroplastik juga dapat mengganggu metabolisme dalam tubuh organisme tersebut dan berakibat pada penurunan populasi (Hasan, 2022). Mikroplastik juga terbukti mempunyai dampak buruk terhadap kesehatan, termasuk peradangan, stres oksidatif, dan banyak potensi toksisitas lainnya pada manusia (Emenike *et al.*, 2023) beberapa dampak lain yang bisa terjadi akibat kontaminasi mikroplastik pada manusia adalah gangguan fungsi organ dalam seperti fungsi hati, ginjal, saluran pencernaan, reproduksi, kanker, metabolisme bahkan sampai gangguan pada ingatan atau mudah lupa (Aulia *et al.*, 2023).

### Kelimpahan mikroplastik

Kelimpahan mikroplastik pada tubuh Ikan akan terjadi apabila habitat tempat tinggalnya terindikasi tercemar oleh buangan limbah plastik, khususnya pada ikan yang hidupnya di kolom perairan seperti ikan tongkol sesuai dengan pernyataan (Isobe *at al.*, 2015) yang dalam penelitiannya menemukan mikroplastik banyak ditemukan di zona pelagis. Hal ini dapat terlihat dari data uji ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang menunjukkan kelimpahan mikroplastik yaitu 8,6 Mikroplastik/Individu (MP/Ind) dari 52 total partikel yang ditemukan,

**Tabel 1.** Tabel Kemelimpahan Mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

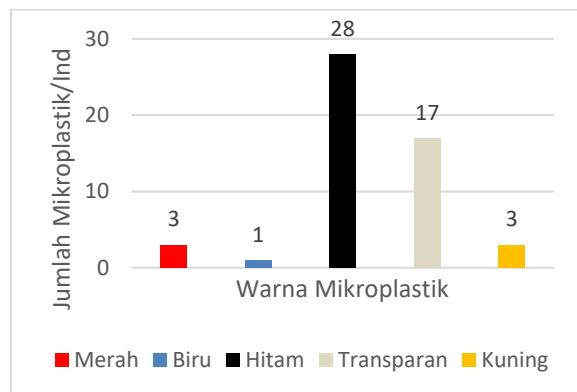
Warna	Bentuk			
	Fiber	Fragmen	Film	Granul
Merah	2	1	-	-
Biru	1	-	-	-
Hitam	26	1	-	1
Transparan	12	2	3	-
Kuning	1	2	-	-

Data pada tabel 1 diketahui jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan pada masing bentuk dan warna. Mikroplastik berjenis fiber ditemukan dalam 5 warna yaitu merah berjumlah 2 partikel, biru satu partikel, hitam 26 partikel, transparan 12 partikel, dan kuning satu partikel. Selanjutnya jenis fragmen, ditemukan dalam 4

warna yaitu merah satu partikel, hitam satu partikel, transparan dan kuning 2 partikel. Lalu jenis film yang hanya ditemukan dalam satu warna, transparan dengan jumlah 3 partikel. Terakhir, mikroplastik jenis Granul yang hanya ditemukan satu partikel berwarna hitam dengan total keseluruhan mikroplastik yang ditemukan adalah 52 partikel mikroplastik dengan ukuran berkisar 250  $\mu\text{m}$ .

#### Warna Mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnu affinis*)

Salah satu karakteristik yang diamati pada penelitian ini adalah warna mikroplastik. Berdasarkan diagram dibawah, warna mikroplastik yang ditemukan mencakup warna merah, biru, hitam, transparan/bening, dan kuning. Mikroplastik warna tersebut juga ditemukan pada penelitian (Larasati *et al.*, 2024) yang dalam penelitiannya telah menemukan mikroplastik berwarna merah, biru, kuning, transparan dan hitam serta beberapa warna lainnya

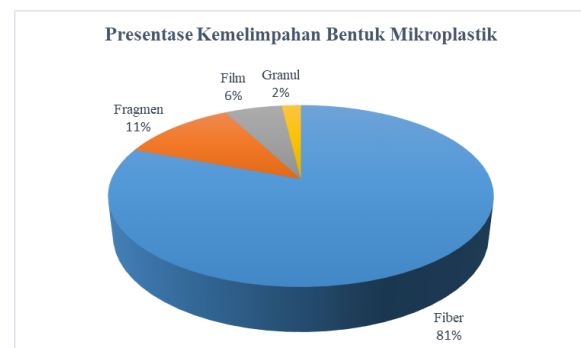


**Gambar 2.** Diagram Kelimpahan Warna Mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

Hasil penelitian ini mikroplastik berwarna merah ditemukan total 3 partikel. Sedangkan mikroplastik berwarna biru hanya ditemukan satu partikel. Selanjutnya mikroplastik berwarna hitam yang paling banyak ditemukan dengan total 28 jumlah partikel. Mikroplastik tanpa warna atau transparan ditemukan dengan jumlah yang juga tinggi yaitu 17 partikel. Terakhir mikroplastik berwarna kuning ditemukan dengan jumlah 3 partikel. Perbedaan warna mikroplastik dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti sinar UV juga jumlah kontaminan yang diserap oleh

mikroplastik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (GESAMP, 2015) yang menyatakan bahwa mikroplastik berwarna hitam menandakan bahwa mikroplastik telah banyak menyerap polutan sedangkan sinar UV dalam kurun waktu yang panjang dapat mempengaruhi proses fotodegradasi mikroplastik, menyebabkan mikroplastik memudar menjadi transparan. Hiwari *et al.*, (2019) juga menambahkan bahwa perbedaan warna pada mikroplastik umumnya dapat diaplikasikan sebagai teknik awal identifikasi polimer dari mikroplastik seperti, mikroplastik berwarna pekat dikategorikan dalam polimer *polyethylene* (PE). Jenis polimer *polyethylene* ialah penyusun utama limbah plastik berbentuk wadah dan kantong yang bersifat sekali pakai (GESAMP, 2015).

#### Bentuk Mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)



**Gambar 3.** Presentase Kelimpahan Bentuk Mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

Kelimpahan bentuk mikroplastik pada penelitian ini ditemukan dalam bentuk serat atau fiber (Tabel 1), dengan presentase 81% (Gambar 3) dari keseluruhan data pengamatan. Fiber merupakan jenis mikroplastik yang bersumber dari bahan tekstil seperti jaring dan benang pancing (GESAMP, 2016) memiliki ukuran dan bentuk yang tipis memanjang menjadikan mikroplastik berbentuk fiber cenderung mengapung di permukaan perairan (Yudhantari *et al.*, 2019). Mikroplastik berbentuk fiber bersumber dari polimer plastik berjenis *nylon*, *polypropylene*, dan *polyvinyl alcohol* (Hoellein *et al.*, 2017). Dominansi mikroplastik berbentuk

fiber juga ditemukan pada penelitian (Mauludy, *et al.*, 2019) yang melaporkan bahwa dominansi fiber dengan presentase kelimpahan tertinggi yakni  $80,7 \pm 16,8$  % di pantai Doublesix.

Kelimpahan bentuk mikroplastik terendah yang ditemukan pada penelitian ini adalah mikroplastik berbentuk butiran atau granul dengan presentase 2% (Gambar 3). Berbeda dengan penelitian (Larasati *et al.*, 2024) yang menunjukkan presentase kelimpahan dari bentuk mikroplastik granul yang mencapai 66,6%. Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan (Abidin *et al.*, 2021) menemukan bentuk mikroplastik yang paling melimpah didominasi oleh fragmen dengan presentase 0,11% dari jumlah total 368,67 partikel/ekor. Granul merupakan mikroplastik yang berasal dari produk kecantikan atau produk *hygiene* berbentuk butiran bulat berupa *microbeads* atau *scrub* (Tuhumury & Sahetapy, 2022) dengan sumber cemaran berasal dari polimer plastik berjenis *polyethylene*, *polypropylene*, dan *polystyrene* (Virsek *et al.*, 2016). Selanjutnya ada mikroplastik jenis fragmen dengan presentase 11% merupakan hasil fragmentasi limbah plastik dari kegiatan antropogenik yang berupa pecahan *hard plastic* (Costa *et al.*, 2009) yakni bersumber dari plastik dengan ukuran lebih besar dan memiliki densitas yang lebih keras seperti paralon, tutup botol, dan ember (Mauludy *et al.*, 2019). Mikroplastik berbentuk fragmen berasal dari polimer yang bersifat kuat seperti *polypropylene*, *polyethylene*, dan *polystyrene* (Horton *et al.*, 2017). Terakhir mikroplastik jenis film dengan presentase 6%, berbentuk lembaran dan umumnya berasal dari kresek atau plastik yang struktur densitasnya tidak keras berupa lapisan tipis seperti plastik yang biasa digunakan untuk bungkus makanan, alat mandi, dan *polybag* (Sutanhaji *et al.*, 2021)

## Kesimpulan

Kelimpahan mikroplastik pada ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) pada PPI Tanjung Luar didapati sejumlah 8,6 MP/Ind dari 52 partikel mikroplastik. Bentuk yang ditemukan antara lain adalah fiber 81%, fragmen 11%, film 6%, dan granul 2% dengan 5 warna yaitu merah, hitam, biru, transparan, dan kuning.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada Alm. Angga Susmana Abidin, S. Si. yang tulisannya telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini, juga kepada semua pihak yang telah mengambil andil dalam membantu penulis pada penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

## Referensi

- Abidin, A. S., Ilhami, B. T. K., Martyasari, N. W. R., Kirana, I. A. P., Widyastuti, S., Candri, D. A., Jupri, A., Hernawan, A., Sunarpi, H., & Prasedya, E. S. (2021). Microplastics evaluation in edible tissues of flying fish (*Parexocoetus mento*) from the Bintaro fish market, Lombok, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 913(1). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/913/1/012078>
- Aulia, A., Azizah, R., Sulistyorini, L., & Rizaldi, M. A. (2023). Literature Review: Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan Pesisir, Biota Laut dan Potensi Risiko Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), 328–341. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.3.328-341>
- Costa, M. F., Ivaie do Sul, J. A., Silva-Cavalcanti, J. S., Araujo, M. C. B., Spengler, A., & Tourinho, P. S. (2009). On the Importance of Size of Plastic Fragments and Pellets on the Strandline: a Snapshot of a Brazilian Beach. *Environ Monit Assess*, 168(1-4), 299–304. DOI: 10.1007/s10661-009-1113-4
- Emenike, E. C., Okorie, C. J., Ojeyemi, T., Egbemhenghe, A., Iwuozor, K. O., Saliu, O. D., Okoro, H. K., & Adeniyi, A. G. (2023). From Oceans to Dinner Plates: The Impact of Microplastics on Human Health. In *Heliyon*, 9(10). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20440>
- Faujiah, I. N., & Wahyuni, I. R. (2022). Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik pada Air Minum serta Potensi Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia. *Gunung*

- Djati Conference Series*, 7, 89–95. <https://doi.org/10.15575/gdcs.v7i>
- Fish base., 2024, Klasifikasi Jenis Ikan, <https://www.fishbase.se/summary/96>  
Diakses pada 7 Oktober 2024, Pukul 11.28 WITA.
- GESAMP. (2015) Sources, Fate and Effects of Microplastics in The Marine Environment: a Global Assessment. International Maritime Organization, London.
- GESAMP. (2016) Sources, Fate and Effects of Microplastics in The Marine Environment (Part 2): a Global Assessment. International Maritime Organization, London. <http://www.gesamp.org/publications/report-s-and-studies-no-90>.
- Hasan, V. (2022). Dosen UNAIR Bicara Dampak Mikroplastik terhadap Ekosistem Laut. <https://unair.ac.id/dosen-unair-bicara-dampak-mikroplastik-terhadap-ekosistem-laut/>
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. (2019). Kondisi Sampah Mikroplastik di Permukaan Air Laut Sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 5(2), 165–171. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050204>
- Husain, P., Karnan, K., & Santoso, D. (2021). Biologi Reproduksi Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Yang Didaratkan Di Pangkalan Pendaratan Ikan Tanjung Luar Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Sains*, 2(1), 19–25. <https://doi.org/10.51673/jips.v2i1.499>
- Hoellein, T. J., McCormick, A. R., Hittie, J., London, M. G., Scott, J. W., & Kelly, J. J. (2017). Longitudinal Patterns of Microplastic Concentration and Bacterial Assemblages in Surface and Benthic Habitats of an Urban River. *Fresh Water Science*, 36(3), 491–507. <https://doi.org/10.1086/693012>
- Horton, A. A., Svendsen, C., Williams, R. J., Spurgeon, D. J., & Lahive, E. (2017). Large Microplastic Particles in Sediments of Tributaries of the River Thames, UK – Abundance, Source and Methods for Effective Quantification. *Marine Pollution Bulletin*, 114(1), 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.004>
- Isobe, A., Uchida, K., Tokai, T., & Iwasaki, S. (2015). East Asian Seas: A Hot Spot of Pelagic Microplastics. *Marine Pollution Bulletin*, 101(2), 618–623. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.10.042
- Jamon, S., Faizal, E. M., & Basir, S. (2016). Fishery, Biology and Population Characteristics of Kawakawa in Perlis the West Coast of Peninsular Malaysia. *Indian Ocean Tuna Commission IOTC-2016-Working Party on Neritic Tuna*, 06-15. [https://www.iotc.org/sites/default/files/documents/2016/06/IOTC-2016-WPNT06-15\\_-\\_Malaysia.pdf](https://www.iotc.org/sites/default/files/documents/2016/06/IOTC-2016-WPNT06-15_-_Malaysia.pdf)
- Kurniawan, E., & Nasrun, N. (2019). Karakterisasi Bahan Bakar Dari Sampah Plastik Jenis *High Density Polyethelene* (HDPE) dan *Low Density Polyethelene* (LDPE). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 3(2), 41–52. <https://ojs.unimal.ac.id/index.php/jtk/article/view/57/43>
- Larasati, G., Wuri, D. A., & Kallau, N. H. G. (2024). Identifikasi Mikroplastik pada Ikan Tongkol Lisong (*Auxis rochei*) dan Ikan Tuna Makarel (*Euthynnus affinis*) di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Oeba, Kupang. *Jurnal Kajian Veteriner*, 12(1), 27–40. <https://doi.org/10.35508/jkv.v12i1.12080>
- Masuwo, R., & Widodo, A. A. (2016). Karakteristik Biologi Ikan Tongkol Kamo (*Euthynnus affinis*) yang Tertangkap Jaring Insang Hanyut di Laut Jawa. *Bawal*, 8(1), 57–63. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.8.1.2016.57-63>
- Mauludy, M. S., Yunanto, A., & Yona, D. (2019). Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), 73. <https://doi.org/10.22146/jfs.45871>
- Susanto, S. S., & Trihadiningrum, Y. (2020). Kajian Fragmentasi *Polypropylene* Akibat Radiasi Sinar Ultraviolet dan Kecepatan Aliran Air. 9(2). DOI: 10.12962/j23373539.v9i2.53583
- Sutanhaji, A. T., Rahadi, B., & Firdausi, N. T. (2021). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan*

- Lingkungan*, 8(2), 74–84. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2021.008.02.3>
- Tuhumury, N. C., & Sahetapy, J. M. F. (2022). Analisis Bentuk dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Ikan Budidaya dan Air di Perairan Teluk Ambon Analysis of Types and Abundance of Microplastics from Cultivated Fish and Water at Ambon Bay Waters. *Jurnal Grouper*, 13(1), 18–25. <https://doi.org/10.30736/grouper.v13i1.106>
- Tuli, M. (2018). Sumber Daya Ikan Cakalang. In *Ideas Publishing*. Ideas Publishing.
- Virsek, M. K., Palatinus, A., Koren, S., Peterlin, M., Horvat, P., & Krzan A. (2016). Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments*, 118,1-9. doi: 10.3791/55161
- Widyastuti, S., Abidin, A. S., Hikmaturohmi, H., Ilhami, B. T. K., Kurniawan, N. S. H., Jupri, A., Candri, D. A., Frediansyah, A., & Prasedya, E. S. (2023). Microplastic Contamination in Different Marine Species of Bintaro Fish Market, Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/su15129836>
- 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>
- 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. <https://doi.org/10.24843/JMRT.2019.v02.i02.p10>
- Zhang, W., Zhang, S., Wang, J., Wang, Y., Mu, J., Wang, P., Lin, X., & Ma, D. (2017). Microplastic Pollution in The Surface Waters of The Bohai Sea, China. *Environmental Pollution*, 231, 541–548. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.058>