

Identifikasi Mikroplastik pada Ikan Lajang (*Decapterus russelli*) dan Ikan Tembang (*Sardinella fimbriata*) di Pangkalan Pendaratan Ikan Oeba Kota Kupang

*(Identification of Microplastics in Indian Scad (*Decapterus russelli*) and Fringescale Sardinella (*Sardinella fimbriata*) at Oeba Fish Landing Base Kupang City)*

Renata Priscalia^{1*}, Diana Agustiani Wuri², Larry Richard Wellem Toha²

¹Program Studi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Kupang

²Laboratorium Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Kupang

*Korespondensi Email : renatapriscalia85@gmail.com

ABSTRACT

*Plastic waste in the ocean shows varying abundance at the surface, midwater, and sea floor. As plastic waste remains in the water for longer periods, it breaks down into smaller particles known as microplastic. This research aims to determine the presence, characteristic (shape and color), and abundance of microplastic in the gill and digestive tract organs of Indian scad (*Decapterus russelli*) and fringescale sardinella (*Sardinella fimbriata*) obtained from Oeba Fish Landing Base, Kupang City. The organs used were isolated with 10% KOH for 48-72 hours, and after disintegration, observations were made under a microscope. The results showed the presence of microplastics in both the Indian scad and fringescale sardinella. The microplastics found in the gills of the Indian scad included fibers and fragments in black, purple, and transparent colors, while in the digestive tract, fibers and fragments in black and transparent colors were found. The microplastics found in the gills of the fringescale sardinella included fibers and fragments in black, transparent, and green colors, while in the digestive tract, fibers, films, and fragments in black, transparent, and blue colors were found. The abundance of microplastics in the Indian scad was 0.9 particles/ind, consisting of 0.5 particles/ind in the gills and 0.4 particles/ind in the digestive tract. The abundance of microplastics in the fringescale sardinella was 1.4 particles/ind, consisting of 0.9 particles/ind in the gills and 0.5 particles/ind in the digestive tract.*

Keywords : *digestive tract; fringescale sardinella; gills; indian scad; microplastics*

PENDAHULUAN

Kelimpahan sampah plastik di perairan bervariasi, ada yang muncul di dasar laut, di tengah dan di permukaan (Firdousie *et al.*, 2021).

Terdapat 455.847 jiwa penduduk Kota Kupang (BPS, 2022). Dari total tersebut, sampah yang dihasilkan mencapai 352.257 kg. Sekitar 855 m³

sampah berhasil diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), tetapi masih terdapat sekitar 245 m³ sampah yang tidak terangkut dan tetap tersebar diberbagai lokasi seperti parit, jalan, sungai, dan laut yang belum dipindahkan (Putra & Rahayu, 2022). Sampah plastik yang lama di perairan akan terpecah menjadi puing-puing kecil yang disebut mikroplastik ketika berada di perairan untuk waktu yang lama (Mulu *et al.*, 2020). Ukuran mikroplastik lebih kecil dari 5 mm (Arthur *et al.*, 2009). Berdasarkan bentuknya mikroplastik dapat diklasifikasikan menjadi jenis *pellet*, film, fragmen, *foam*, dan fiber. Menurut sumbernya, mikroplastik terbagi menjadi dua jenis yaitu primer dan sekunder. Mikroplastik primer bersumber dari bahan mentah dalam pembuatan plastik dan juga dari produk kosmetik. Mikroplastik sekunder bersumber dari benda-benda plastik yang lebih besar yang terurai menjadi potongan-potongan yang lebih kecil (Wagner *et al.*, 2014).

Ukuran mikroplastik yang kecil dapat tertelan oleh organisme laut secara sengaja atau tanpa sengaja dikarenakan mikroplastik memiliki bentuk yang hampir sama dengan mangsa alami mereka, atau karena mangsa telah terpapar mikroplastik (Neves *et al.*, 2015). Menurut Dewi *et al.* (2015), penumpukan mikroplastik memiliki dampak dalam tubuh ikan, yaitu terjadinya bioakumulasi. Selain membahayakan biota laut, adanya mikroplastik juga dapat memberikan efek berbahaya pada tubuh manusia

jika mengonsumsi ikan yang mengandung mikroplastik, karena mikroplastik dapat mengandung senyawa toksik. Ketika mikroplastik masuk ke dalam tubuh manusia dapat memberikan dampak negatif bagi tubuh seperti pembengkakan usus dan penurunan fungsi sistem kekebalan tubuh (Hollman *et al.*, 2013).

Penelitian yang dilakukan Kapo *et al.* (2020) menunjukkan adanya mikroplastik pada perairan Teluk Kupang, bentuk mikroplastik yang dominan ditemukan dalam penelitian tersebut adalah fiber. Selain itu, Ballo (2022) melaporkan adanya mikroplastik pada ikan yang didapatkan dari Ekowisata Mangrove Oesapa. Sarasita *et al.*, 2020 melakukan penelitian pada ikan layang (*Decapterus ruselli*) di Perairan Selat Bali, dalam penelitian tersebut ditemukan partikel mikroplastik berupa fragmen, fiber dan film. Penelitian lain juga dilakukan oleh Hatia *et al.*, 2021 pada ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) di Perairan Teluk Kendari, dalam penelitian tersebut ditemukan mikroplastik berupa fragmen, fiber, film dan pellet. Berdasarkan laporan-laporan tersebut terdapat kemungkinan ikan lajang dan ikan tembang yang diperoleh dari Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Oeba Kota Kupang yang berasal dari Perairan Teluk Kupang juga dapat terpapar mikroplastik.

Ikan lajang (*Decapterus ruselli*) dan ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) merupakan ikan ekonomis yang hampir ada diseluruh perairan

Indonesia dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat termasuk masyarakat Kota Kupang. Kedua ikan ini memiliki harga yang tergolong murah, sehingga banyak diminati oleh masyarakat. Kedua ikan ini banyak dijual di PPI Oeba Kota Kupang, yang didapatkan dari hasil tangkapan nelayan. PPI Oeba memegang peran penting sebagai pusat perikanan, dikarenakan mayoritas hasil tangkapan ikan dipasarkan ke beragam pasar ikan di Kota Kupang. Ikan yang didaratkan bersumber dari nelayan yang mencari

ikan di Teluk Kupang dan sekitarnya (Mao *et al.*, 2022). Identifikasi mikroplastik pada ikan lajang dan ikan tembang yang diperoleh dari PPI Oeba belum pernah dilakukan, sehingga perlu dilakukan identifikasi dengan tujuan untuk mengetahui ada tidaknya mikroplastik, karakteristik (bentuk dan warna), serta kelimpahan mikroplastik pada insang dan saluran pencernaan dari ikan lajang (*Decapterus russelli*) dan ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) yang diperoleh dari PPI Oeba.

MATERI DAN METODE

Sampel yang dipakai pada penelitian ini ialah 10 ekor ikan lajang dan 10 ekor ikan tembang. Insang digunakan dalam proses pernapasan pada ikan, pada proses tersebut ikan menyaring air untuk memperoleh oksigen sehingga mikroplastik yang berada pada perairan dapat ikut terjebak dalam insang (Aryani *et al.*, 2023). Selain itu, sumber mikroplastik dapat berasal langsung dari perairan tempat ikan mencari makanan. Tempat terakhir mikroplastik terkumpul adalah saluran pencernaan, terutama berlaku untuk mikroplastik yang berukuran besar dan sulit untuk dikeluarkan melalui feses (Neves *et al.*, 2015). Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan insang dan saluran pencernaan untuk mengidentifikasi keberadaan mikroplastik. Ikan lajang dan ikan tembang yang digunakan dalam penelitian didapatkan dari

kegiatan sehari-hari nelayan ataupun penjual yang menjual ataupun memasok hasil tangkapan di PPI Oeba. Sampel ikan yang telah didapatkan kemudian dilakukan proses identifikasi di Laboratorium Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner Universitas Nusa Cendana Kupang.

Peralatan dan bahan dalam penelitian ini adalah *sieve stainless mesh* 250 μm , saringan biasa, wadah *stainless steel*, *centrifuge*, inkubator, mikroskop, cawan petri, wadah, insang dan saluran pencernaan dari ikan lajang dan ikan tembang, KOH 10%, aquades, NaCl konsentrasi 0,9%.

Proses identifikasi ini mengacu pada penelitian De-la-Torre *et al.* (2019), Karami *et al.* (2017), Foekema *et al.* (2013) dan Thiele *et al.* (2019): yaitu KOH 10% ditambahkan ke dalam wadah yang

berisi organ insang dan saluran pencernaan, lalu diisolasi pada suhu 40° C selama 48-72 jam, KOH 10% digunakan untuk meleburkan jaringan organik yang berada disekitar mikroplastik. KOH 10% dinilai hemat biaya dan waktu, mencerna jaringan biologis dengan baik, dan tidak mempengaruhi integritas polimer plastik. Setelah organ hancur, kemudian disaring dan disentrifugasi pada kecepatan 500x selama 2 menit.

Sampel yang telah disentrifugasi disaring menggunakan *sieve mesh* ukuran 250 µm ke cawan petri. Kemudian dilakukan identifikasi menggunakan mikroskop.

Analisis data dilaksanakan dengan menghitung kelimpahan mikroplastik menggunakan metode menurut penelitian Rochman *et al.* (2015), dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kelimpahan Mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah Mikroplastik}}{\text{Jumlah Ikan}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan terdapat mikroplastik pada 5 sampel (50%) ikan lajang (*Decapterus russelli*) dan 8 sampel (80%) ikan tembang yang didapatkan dari PPI Oeba pada organ insang dan saluran pencernaan. Bentuk yang didapatkan yaitu fragmen, fiber, dan film. Sebanyak 9 partikel mikroplastik didapatkan dari ikan lajang, dan 14 partikel didapatkan dari ikan tembang. Bentuk *foam* dan *pellet* tidak ditemukan pada sampel ikan yang diteliti.

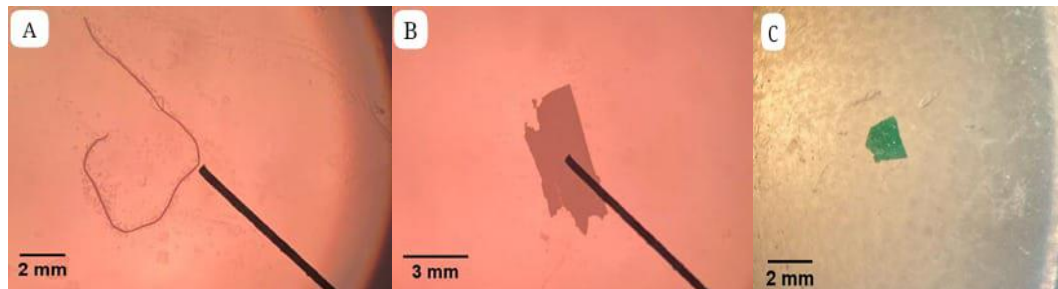
Mikroplastik fiber memiliki bentuk seperti helaian benang (Gambar 1), yang sejalan dengan penelitian Yona *et al.* (2020) bahwasanya fiber mempunyai bentuk seperti tali ataupun benang. Mikroplastik bentuk fragmen memiliki bentuk tidak beraturan serta tebal. Mikroplastik bentuk film memiliki karakteristik berupa

lembaran tipis (Gambar 1), hal ini didukung oleh penelitian Imanuel *et al.* (2022) melaporkan bahwa film memiliki bentuk seperti potongan plastik yang sangat tipis. Mikroplastik yang terdeteksi pada ikan lajang dan ikan tembang dapat berasal dari berbagai sumber, baik primer ataupun sekunder. Fiber tergolong dalam mikroplastik primer, sedangkan fragmen dan film tergolong dalam mikroplastik sekunder, yaitu mikroplastik yang bersumber dari penguraian plastik yang memiliki ukuran yang besar (Sutanhaji *et al.*, 2021).

Mikroplastik jenis fiber yang ditemukan pada ikan lajang meliputi 80% pada insang dan 50% saluran pencernaan. Pada ikan tembang meliputi 77,78% pada insang dan 20% pada saluran pencernaan (Gambar 2). Mikroplastik bentuk fiber juga ditemukan pada penelitian

sebelumnya pada ikan lajang dan ikan tembang (Aryani *et al.*, 2023; (Hatia *et al.*, 2021), bentuk ini diduga bersumber dari serat tekstil, tali ataupun peralatan penangkap ikan seperti jaring atau pancing yang digunakan nelayan ataupun dari aktivitas masyarakat. Menurut

Setyaningsih *et al.* (2023) fiber dapat berasal dari limbah rumah tangga dan merupakan mikroplastik sekunder, helai, benang, dan mikrofiber yang sumbernya sebagian besar dari pakaian cuci, tali, dan dari alat tangkap berupa berbagai jenis joran dan jaring ikan.



Gambar 1. Mikroplastik yang ditemukan pada Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Lajang dan Ikan Tembang: A) fiber; B) film; C) fragmen

Mikroplastik bentuk fragmen yang ditemukan pada ikan lajang meliputi 20% pada insang dan 50% saluran pencernaan. Jumlah mikroplastik bentuk fragmen pada ikan tembang meliputi 22,2% pada insang dan 40% pada saluran pencernaan (Gambar 2). Ditemukan juga fragmen pada penelitian sebelumnya (Aryani *et al.*, 2023; (Hatia *et al.*, 2021). Nainggolan *et al.* (2022) menyebutkan bentuk fragmen bersumber dari sampah seperti botol plastik, serta dari aktivitas manusia, seperti membuang sampah di perairan.

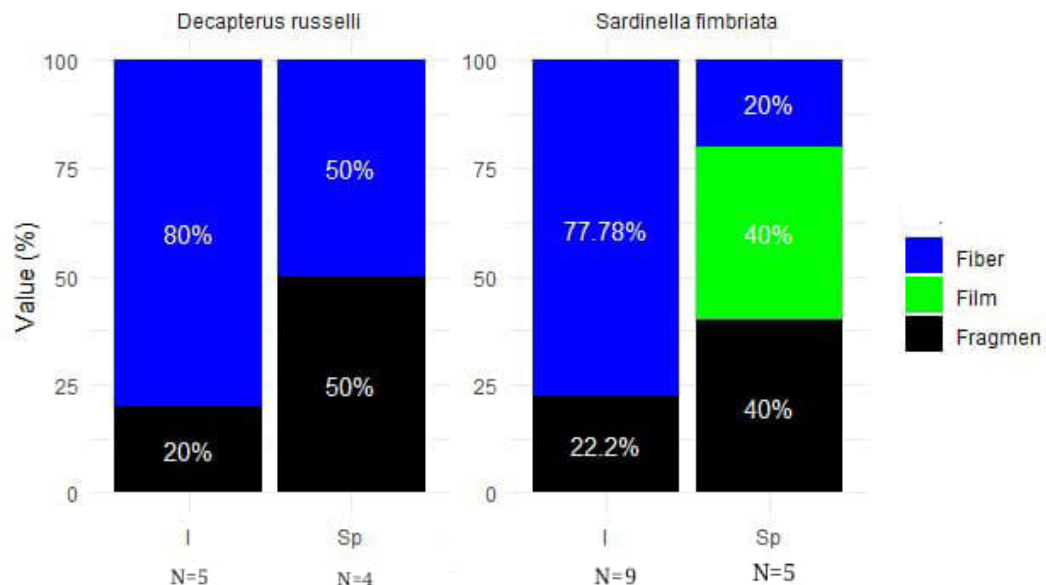
Mikroplastik jenis film didapatkan dalam persentase yang rendah, jenis ini hanya ditemukan pada ikan tembang yaitu 40% pada saluran pencernaan. Pada penelitian sebelumnya Aryani *et al.* (2023) melaporkan bentuk film dalam

jumlah yang rendah pada ikan layang (*Decapterus russelli*), penelitian Hatia *et al.* (2021) pada ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) melaporkan bentuk film paling mendominasi. Film tergolong dalam mikroplastik sekunder yang berasal dari hasil degradasi plastik ukuran besar seperti kemasan makanan maupun minuman (Lassen *et al.*, 2015).

Dominasi mikroplastik yang terdapat pada ikan yang diperoleh dari PPI Oeba dalam penelitian ini adalah bentuk fiber, jenis ini lebih ditemukan pada sampel insang. Fiber dapat ditemukan pada permukaan air dan kolom air (Hastuti *et al.*, 2019). Ikan lajang dan ikan tembang merupakan ikan pelagis kecil yang menempati permukaan air sebagai habitat, dengan keberadaan fiber di permukaan air, maka potensi mikroplastik jenis tersebut masuk ke

tubuh ikan lebih mudah. Selain itu, Kapo *et al* (2020) menemukan bentuk fiber yang dominan pada Perairan teluk Kupang. Menurut Yona *et al.* (2022), insang merupakan organ yang paling banyak terpapar kondisi lingkungan sehingga lebih rentan terhadap kontaminasi mikroplastik. Ikan tembang memiliki struktur tapis insang banyak, panjang, dan rapat menunjukkan bahwasanya ikan ini merupakan pemangsa plankton. Ikan ini menyaring air menggunakan tapis insangnya untuk memperoleh

makanan (Asriyana *et al.*, 2004). Berdasarkan fakta tersebut, maka mikroplastik dapat ikut masuk dan terjebak pada insang dari ikan tembang. Struktur insang ikan lajang memiliki filamen yang berfungsi sebagai tempat pertukaran gas, sehingga tidak menutup kemungkinan ketika ikan lajang menyaring air untuk mendapatkan oksigen, mikroplastik di perairan bisa masuk dan terjebak di dalam filamen insang.



Gambar 2. Persentase Mikroplastik yang ditemukan pada Insang (I) dan Saluran Pencernaan (Sp) Ikan Lajang (*Decapterus russelli*) dan Ikan Tembang (*Sardinella fimbriata*)

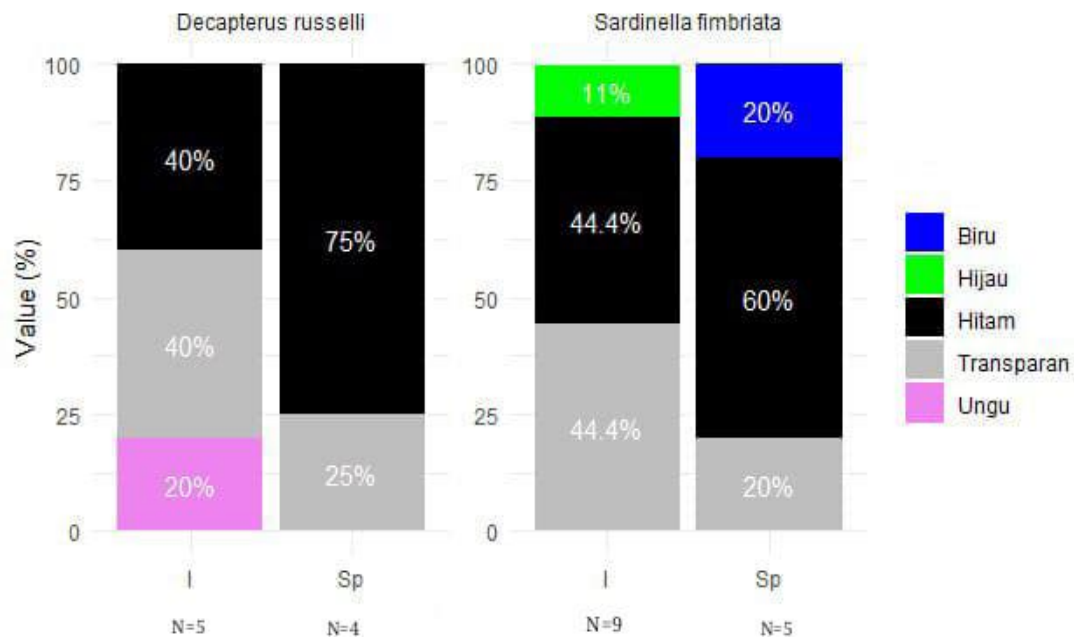
Organisme laut yang memiliki mikroplastik di saluran pencernaan dapat bersumber secara langsung dari perairan ketika ikan mencari makanan atau melalui proses biomagnifikasi dalam rantai makanan. Ikan tembang tergolong dalam kategori *filter feeder* yang menyaring air untuk mendapatkan

fitoplankton dan zooplankton sebagai sumber makanan utama mereka. Sekelompok organisme laut yang menggunakan metode *filter feeding* diperkirakan mengonsumsi mikroplastik dalam jumlah besar (Setälä *et al.*, 2016).

Mikroplastik yang didapatkan pada insang dan saluran pencernaan

ikan lajang berwarna hitam, transparan, dan ungu. Warna yang mendominasi adalah hitam dengan persentase 40% pada insang dan 75% pada saluran pencernaan (Gambar 3). Mikroplastik yang didapatkan pada

ikan tembang berwarna hitam, transparan, biru, dan hijau. Warna hitam adalah warna yang mendominasi dengan persentase 44.4% pada insang, dan 60% pada saluran pencernaan (Gambar 3).



Gambar 3. Persentase Warna Mikroplastik yang ditemukan pada Insang (I) dan Saluran Pencernaan (Sp) Ikan Lajang (*Decapterus russelli*) dan Ikan Tembang (*Sardinella fimbriata*)

Warna dominan dalam penelitian ini adalah hitam (Gambar 3), sejalan dengan penelitian Phaksopa *et al.* (2021) melaporkan bahwa hitam merupakan kategori warna mikroplastik yang paling melimpah, baik pada spesies pelagis maupun demersal. Penelitian yang dilakukan Kapo *et al.* (2020) di Perairan Teluk Kupang, menemukan persentase mikroplastik warna hitam tertinggi yaitu 49,25%. Warna hitam diduga bersumber dari plastik kresek dan serat pakaian, ataupun jaring yang dipakai pada kegiatan penangkapan ikan. Mikroplastik

hitam dapat terkontaminasi pada ikan lajang dan ikan tembang yang mungkin disebabkan oleh partikel mikroplastik yang berwarna gelap dan hampir mirip dengan mangsa alami seperti plankton atau organisme kecil lainnya. Ikan sulit membedakan warna tertentu, sehingga kontras antara mangsa dan permukaan menjadi lebih signifikan. Perilaku ikan ketika mencari makan dan melihat ke atas, siluet gelap sangat kontras dan menarik bagi predator. Hitam adalah warna yang paling tidak tembus cahaya dan memberikan siluet terbaik di malam hari, sehingga

hitam mungkin merupakan warna yang paling terlihat dalam berbagai kondisi (Ross, 2022).

Warna transparan mengindikasikan lamanya waktu degradasi fotolistrik oleh sinar ultraviolet (Hiwari *et al.*, 2019). Mikroplastik berwarna transparan dapat masuk ke dalam tubuh ikan diduga mirip dengan plankton yang merupakan makanan ikan tembang maupun ikan lajang. Gonatozygon merupakan salah satu plankton yang memiliki warna transparan pada tubuhnya, sehingga ikan tembang ataupun ikan lajang salah mengidentifikasi mangsanya. Warna biru dan hijau yang ditemukan dalam bentuk fragmen diduga berasal dari kantong plastik ataupun botol minuman yang telah terdegradasi. Warna ungu yang ditemukan dalam bentuk fiber diduga berasal dari serat sintetis seperti polyester, nylon dan akrilik yang digunakan pada pakaian, selimut ataupun produk tekstil lainnya yang dilepaskan saat proses pencucian, yang mana limbah pencucian tersebut dilepaskan ke aliran air sehingga dapat memasuki tubuh ikan.

Kelimpahan mikroplastik pada insang dan saluran pencernaan ikan lajang di PPI Oeba lebih kecil dengan nilai 0,9 partikel/ind dibandingkan dengan penelitian yang dilaporkan oleh Sarasita *et al.* (2020) dimana nilai kelimpahan pada ikan layang (*Decapterus ruselli*) di Perairan Selat Bali memiliki nilai kelimpahan $4,23 \pm 1,23$ partikel/ind. Kelimpahan mikroplastik pada

insang dan saluran pencernaan ikan tembang di PPI Oeba, memiliki nilai 1,4 partikel/ind lebih kecil dibandingkan dengan penelitian yang dilaporkan oleh Hatia *et al.* (2021) dimana ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) di Perairan Teluk Kendari dengan kelimpahan sebesar 208,6 partikel/ind.

Keberadaan mikroplastik pada perairan dapat disebabkan oleh hidrodinamika air laut, yaitu mikroplastik dapat dibawah oleh gelombang ataupun arus air laut, sehingga mikroplastik yang awalnya ada di satu lokasi perairan bisa berpindah atau tersebar ke lokasi perairan lain.

Aturan yang menetapkan standar jumlah mikroplastik pada pangan hingga saat ini belum ada, hal ini dimungkinkan karena kurang tersedianya data analitik, data *intake* (asupan) dan pertimbangan evaluasi serta manajemen risiko (Widianarko & Hantoro, 2018). Meskipun demikian, mikroplastik memiliki sifat akumulatif, ketika mikroplastik mengakumulasi dalam jumlah yang besar pada tubuh ikan, maka akan dapat menghambat mekanisme penyerapan pada ikan. Penelitian Diani *et al.* (2021) pada ikan zebra selama 10 hari, mikroplastik menyebabkan mortalitas signifikan dan kerusakan jaringan terutama di insang dan saluran pencernaan.

Toksisitas bergantung pada ukuran dan konsentrasi, dengan ukuran yang lebih kecil menyebabkan kerusakan yang lebih besar (Diani *et al.*, 2021). Ikan yang terkontaminasi mikroplastik jika

dikonsumsi oleh manusia, akan memberikan efek negatif ketika terakumulasi dalam tubuh (Faujiah & Wahyuni 2022). Mikroplastik berpotensi berdampak langsung terhadap kesehatan manusia karena dapat memasuki rantai makanan melalui konsumsi *seafood* yang terkontaminasi. Bahan kimia tambahan pada plastik dapat menimbulkan dampak toksik.

Mikroplastik memiliki kemampuan untuk mengakumulasi *Persisten Organic Pollutans* (POPs), sehingga menimbulkan kekhawatiran bahwa mikroplastik dapat mengirim POPs berbahaya dari hewan laut ke manusia. Senyawa POPs merupakan zat organik yang bertahan lama di lingkungan dan berbahaya bagi makhluk hidup. Senyawa POPs dapat masuk ke dalam rantai makanan, membuatnya terakumulasi di jaringan dan sulit larut dalam air (hidrofobik) (Syailatussurya, 2023). Sifat hidrofobik POPs membuatnya terakumulasi secara konsisten dalam mikroplastik yang ada di lingkungan laut. Paparan polutan ini dikaitkan dengan masalah kesehatan yang serius seperti gangguan endokrin, masalah reproduksi dan kanker (Alberghini *et al.*, 2023).

Mikroplastik juga mengandung *Reactive oxygen species*

(ROS) yang didapatkan dari proses fotokatalis, dalam proses fotokatalis, mikroplastik akan menghasilkan ROS ketika terpapar cahaya (Sacco *et al.*, 2023). Mekanisme lain yang menghasilkan ROS adalah penyerapan polutan lain ke permukaan partikel mikroplastik dapat menyerap polutan lain seperti pestisida, logam berat, dan polutan organik. Penyerapan polutan ini ke permukaan mikroplastik juga dapat menyebabkan pembentukan ROS, selain itu, ketika mikroplastik hadir lebih banyak maka pembentukan ROS meningkat (Geremia *et al.*, 2023). Saat konsentrasi ROS dalam tubuh meningkat maka dapat menyebabkan stres oksidatif (Alberghini *et al.*, 2023). Stres oksidatif merupakan gangguan ketidakseimbangan antara ROS dengan antioksidan di dalam tubuh. Antioksidan membersihkan ROS dan mencegah kerusakan pada komponen seluler seperti DNA, protein dan lipid. Paparan mikroplastik dapat menyebabkan terganggunya kinerja antioksidan dengan merusak sistem pertahanan antioksidan (Geremia *et al.*, 2023). Akibatnya terjadi kerusakan pada satu atau lebih biomolekul termasuk DNA, RNA, protein dan lipid (Voronkova *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Mikroplastik jenis fiber, film dan fragmen ditemukan pada kedua jenis ikan dalam penelitian ini (ikan lajang dan ikan tembang). Pada ikan

lajang ditemukan fiber dan fragmen, dengan warna hitam, transparan, dan ungu. Pada ikan tembang ditemukan mikroplastik bentuk fiber, fragmen,

dan film, dengan warna hitam, transparan, hijau, dan biru. Warna yang dominan pada kedua ikan adalah hitam. Ini mengindikasikan bahwa kualitas air laut di perairan sekitar Teluk Kupang telah terkontaminasi oleh mikroplastik sehingga mempengaruhi kualitas hasil laut yang akan dikonsumsi oleh manusia seperti ikan lajang dan ikan

tembang. Dampak pada manusia ketika mengonsumsi mikroplastik adalah pembengkakan usus dan penurunan fungsi sistem kekebalan tubuh. Oleh karena itu, masyarakat harus lebih menyadari pentingnya memelihara lingkungan dari sampah plastik agar lingkungan tetap terjaga dengan baik terutama lingkungan perairan laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberghini L, Truant A, Santonicola S, Colavita G, Giaccone V. 2023. Microplastics in Fish and Fishery Products and Risks for Human Health: A Review, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1):2-17.
- Arisanti G, Yona D, Kasitowati RD. 2023. Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kembung (*Rastrelliger Sp.*) di Analysis of Microplastic in Mackerel (*Rastrelliger sp.*) Digestive Tract at Belawan Ocean Fishing Port, North Sumatra, PoluSea: *Water and Marine Pollution Journal*, 1(1): 45–60.
- Asriyana, Sulistiono, Rahardjo MF. 2004. Kebiasaan Makanan Ikan Tembang, *Sardinella fimbriata* Val. (Fam. Clupeidae) di Perairan Teluk Kendari Sulawesi Tenggara, *Jurnal Iktiologi*, 4(1): 43–50.
- Arthur C, Baker J, Bamford H. 2009. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris. Group, January, 530.
- Aryani D. 2023. Karakteristik Mikroplastik pada Ikan Layang (*Decapterus ruselli*) dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Pasar Rau, Kota Serang, *Habitus Aquatica*, 4(1): 1–7.
- Ballo E. 2022. Analisis Bentuk, warna dan kelimpahan mikroplastik pada air laut, insang, dan lambung ikan di tempat Pendaratan Perahu Ikan Ekowisata Mangrove Kelurahan Oesapa Barat, Kota Kupang. Universitas Nusa Cendana: Kupang.
- De-la-Torre GE, Dioses-Salinas DC, Pérez-Baca BL, Santillán L. 2019. Microplastic Abundance in Three Commercial Fish from The Coast of Lima, Peru. *Brazilian Journal of Natural Sciences*, 2(3):171-177.
- Dewi SI, Aditya BA, Ramadhan RI. 2015. Distribusi Mikroplastik pada Sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, 4(3): 121–131.
- Diani FSH, Baradaran A, Ebrahimpour A. 2021. Acute Toxic Effects of Polyurethane Microplastic on Adult Zebra Fish (*Danio rerio*). *International Journal of Environmental Health Engineering*. 1-8.
- Faujiah N, Wahyuni DIR. 2022. Kelimpahan dan Karakteristik

- Mikroplastik pada Air Minum serta Potensi Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia, Gunung Djati Conference Series, 7: 89–95.
- Firdousie N, Ahmed I, Hussain I, Nath S, Bhutia RN. 2021. Microplastics in Fish an Emerging Concern for Human Health and Nutrition Compressed. *Food and Scientific Reports*, 2(7): 43–45.
- Foekema EM, Gruijter C, De MMT, Franeker JA, Van MAJ, Koelmans AA. 2013. Plastic in North Sea Fish. *ES&T 2013. Environmental Science & Technology*, 47(15): 8818–8824.
- Geremia E, Tomajoli MTM, Murano C. 2023. The Impact of Micro and Nanoplastics on Aquatic Organisms: Mechanisms of Oxidative Stress and Implications for Human Health:A Review. *10(9): 161-179.*
- Hastuti AR, Lumbanbatu DTF, 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.
- Hatia, Sara L, Emiyarti 2021. Kontaminasi Jenis Mikroplastik pada Tubuh Ikan Tembang (*Sardinella Fimbriata*) Di Perairan Teluk Kendari, Sapa Laut, 6, Mei 2021.6(2): 123-129.
- Hiwari H, Purba NP, Ihsan YN, Yuliadi LPS, Mulyani PG. 2019. Kondisi Sampah Mikroplastik di Permukaan Air Laut sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur Condition of Microplastic Garbage in Sea Surface Water at around Kupang and Rote, East Nusa Tenggara Province'. 5: 165–171.
- Hollman PCH, Bouwmeester H, Peters RJB. 2013. Microplastics in the Aquatic Food Chain'. *Chemosphere*, 248(February): 1-17.
- Immanuel T, Pelle WE, Schaduw JNW, Paulus JJH, Rumampuk NDC. 2022. Bentuk dan Sebaran Mikroplastik di Sedimen dan Kolom Air Perairan Teluk Manado Sulawesi Utara, *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(2): 336-343.
- Kapo F, Toruan LNL, Paulus CA. 2022. Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Kolom Permukaan Air di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, 1(1): 10–21.
- Karami A, Golieskardi A, Ho Y. Bin, Salamatinia B. 2017, Microplastics in Eviscerated Flesh and Excised Organs of Dried Fish. *Scientific Reports*, 7(1): 1–9.
- Lassen C, Hansen SF, Magnusson K., Hartmann NB, Rehne JP, Nielsen TG, Brinch A. 2015. Microplastics Occurrence, Effects and Sources of Releases. In *Danish Environmental Protection Agency*. 1-206.
- Mulu M, Wendelinus DY, Hudin R, Tarsan V. 2020, Marine Debris dan Mikroplastik: Upaya Mencegah Bahaya dan Dampaknya di Tempode, Desa Salama, Kabupaten Manggarai, NTT. *Randang Tana - Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 79–84.
- Neves D, Sobral P, Ferreira JL, Pereira T. 2015. Ingestion of Microplastics by Commercial Fish off the Portuguese Coast. *Marine Pollution Bulletin*, 101(1), 119–126.

- Phaksopa J, Sukhsangchan R., Keawsang R., Tanapivattanukul, Thamrongnawasawat T. 2021. Presence and Characterization of Microplastics in Coastal Fish Around the Eastern Coast of Thailand. *Sustainability* (Switzerland), 13 (23): 1–12.
- Putra RSP, Rahayu NLC. 2022. Evaluasi Perilaku Masyarakat dalam Penanganan Sampah di Pasar Oesapa Kota Kupang, *Journal of Community Services*, 03(Agustus): 40–44.
- Ross D. 2022. Fish eyesight: Does Color matter? *MidCurrent*. <https://Midcurrent.Com/Science/Fish-Eyesight-Does-Color-Matter/>.
- Sacco NA, Zoppas FM, Devard A. 2023. Recent Advances in Microplastics Removal from Water with Special Attention Given to Photocatalytic Degradation: Review of Scientific Research. 2:278-303.
- Sarasita D, Yunanto A, Yona D. 2020, Microplastics Abundance in Four Different Species of Commercial Fishes in Bali Strait, *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 20(1): 1-9.
- Setälä O, Norkko J, Lehtiniemi M. 2016. Feeding type Affects Microplastic Ingestion in a Coastal Invertebrate Community. *Marine Pollution Bulletin*. 102 (1): 95-101.
- Setyaningsih W, Hadiyanto H, Triadi PT. 2023. Microplastic Pollution in Indonesia: The Contribution of Human Activity to the Abundance of Microplastics, *E3S Web of Conferences*, 448: 1–10.
- Sutanhaji AT, Rahadi B, Firdausi NT. 2021. Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang, *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(2): 74–84.
- Syailatussurya MS. 2023. Dampak dari Persisten Organic Pollutants (POPS) Terhadap Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*. 6(2): 105-110.
- Thiele CJ, Hudson MD, Russell AE. 2019. Evaluation of existing Methods to Extract Microplastics from Bivalve Tissue: Adapted KOH Digestion Protocol Improves Filtration at single-digit Pore Size. *Marine Pollution Bulletin*, 142: 384–393.
- Voronkova YS, Voronkova OS, Gorban VA, Holoborodko KK. Oxidative Stress, Reactive Oxygen Species, Antioxidants: A review. 29(1): 52-55.
- Widianarko B, Hantoro I. 2018, Mikroplastik Mikroplastik dalam Seafood Seafood dari Pantai Utara Jawa. In *Unika Soegijapranata*. Semarang. 4-72
- Yona D, Maharani MD, Cordova MR, Elvania Y, Dharmawan, IWE. 2020. Microplastics Analysis in the Gill and Gastrointestinal Tract of Coral Reef Fishes From Three Small Outer Islands of Papua, Indonesia: a Preliminary Study. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2): 497–507.
- Yona D, Mahendra BA, Fuad MAZ, Sartimbul A, Sari SHJ. 2022. Kelimpahan Mikroplastik pada Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Lontok *Ophiocara porocephala Valenciennes, 1837* (Chordata: Actinopterygii) di Ekosistem Mangrove Dubibir, Situbondo. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1): 39–47.