

**ANALISIS MIKROPLASTIK PADA SALURAN PENCERNAAN
IKAN TONGKOL (*Euthynnus affinis*) HASIL TANGKAPAN
NELAYAN DI PELABUHAN PERIKANAN PULAU BAAI
KOTA BENGKULU**

**Dewi Purnama, Yar Johan, Mukti Dono Wilopo, Person Pesona Renta,
Jojo Marito Sinaga, Jesica Marta Yosefa, Helen Marlina M, Amelia
Suryanita, Hence Mahyarany Pasaribu, Kiki Median**

*Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu,
Bengkulu*

Email: dewipurnama@unib.ac.id

ABSTRAK

Mikroplastik merupakan sampah plastik kecil yang berukuran <5 mm, sebagian besar berasal dari penguraian plastik-plastik berukuran besar yang dikelompokkan dalam 2 jenis mikroplastik yaitu sekunder dan primer. Mikroplastik primer merupakan produksi plastik dalam bentuk mikro, seperti manik-manik pada produk perawatan kulit, sedangkan mikroplastik sekunder merupakan bagian, pecahan, dari suatu hasil fragmentasi plastik yang lebih besar. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dan menganalisis jenis dan kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Pelabuhan Perikanan Pulau Baai Kota Bengkulu. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi jenis dan kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Pelabuhan Perikanan Pulau Baai Kota Bengkulu. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga bulan Desember 2020. Pengambilan sampel sebanyak 30 ekor yang berukuran antara 26,4-54,5 cm dilakukan di Pelabuhan Perikanan Pulau Baai Kota Bengkulu. Analisis mikroplastik dilakukan di Laboratorium Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Hasil penelitian ditemukan 4 tipe mikroplastik, yaitu Fragmen, Granul, Film dan Fiber dengan total kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) yaitu sebesar 52,7 partikel/ind, dengan Rata-rata $10,5 \pm 7,2$ partikel/ind. Persentase kelimpahan mikroplastik tertinggi yaitu tipe fiber/filament dan fragmen masing-masing sebesar 41%.

Kata Kunci: Mikroplastik, *Euthynnus affinis*, Kelimpahan, Persentase, Pulau Baai.

ABSTRACT

Microplastics are plastic waste less than 5 mm in length, most of which come from the breakdown of large plastics. They are categorized into primary- and secondary- microplastics. Primary microplastics are plastic products in microform such as glitter on skincare products, while secondary

microplastics are part or fragments from plastic decipherment. This study aimed to determine and analyze the types and abundance of microplastics in the digestive tract of Euthynnus affinis marketed at Pulau Baai Port, Bengkulu City. This research was expected to provide information on the types and abundance of microplastics in the digestive tract of E. affinis marketed at Pulau Baai Port, Bengkulu City. This research was conducted from August to December 2020. Totally 30 E. affinis sized ranging from 26.4 to 54.5 cm in length were sampled from Pulau Baai Port, Bengkulu City. The microplastics were analyzed at the Laboratory of Fisheries, Faculty of Agriculture, Bengkulu University. The results found there were 4 types of microplastics namely fragment, granual, film, and filament. The total abundance of microplastics in the digestive tract of E. affinis was 52.7 particles/ind, with 10.5 ± 7.2 particles/ind of average. Filament and fragment were the highest abundances of microplastics found in the digestive tract of E. affinis (41%).

Keywords: Microplastics, *Euthynnus affinis*, Abundance, Percentage, And Pulau Baai.

PENDAHULUAN

Sampah merupakan permasalahan klasik hampir diseluruh wilayah Indonesia termasuk di Bengkulu. Menurut Badan Pusat Statistik (2010), timbunan sampah di Bengkulu mencapai 384.286,36 (liter/orang/hari). Wijaya dkk. (2013), menyatakan bahwa sampah yang terangkut di Kota Bengkulu setiap harinya $\pm 600 \text{ m}^3$, data ini berdasarkan jumlah sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Sementara (TPS) resmi tidak termasuk sampah yang ditimbun, dibakar atau masih menumpuk di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) atau sampah yang dibuang oleh masyarakat di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) liar. Sampah-sampah ini nantinya berpotensi masuk kepesisir melalui aliran air, seperti sungai, siring, dan limpasan air hujan. Menurut Djaguna dkk. (2019), sampah laut (*marine debris*) merupakan suatu bahan yang sudah dibuang dan dibiarkan di lingkungan pesisir dan akan mengalir ke lautan. Sampah laut (*marine debris*) yang tertinggal dapat berpindah karena di pengaruhi oleh angin dan arus laut. Sampah yang terbawa angin dan arus laut berasal dari daratan melalui sungai sehingga menumpuk di muara sungai kemudian menuju ke wilayah laut, kemudian dibawa oleh aliran air laut dan berakhir kembali di daratan (Opfer et al., 2012). Sampah plastik selanjutnya akan terdegradasi menjadi mikroplastik.

Mikroplastik merupakan sampah plastik kecil yang berukuran $<5 \text{ mm}$ sebagian besar berasal dari penguraian plastik-plastik berukuran besar (Browne et al., 2008; Arthur et al., 2009; Andrady, 2011; Cole et al., 2013; Besseling et al., 2013; Mazurais et al., 2014; Setälä et al., 2014; Kühn et al., 2015) yang dikelompokkan dalam 2 jenis mikroplastik yaitu sekunder dan primer, mikroplastik primer merupakan hasil produksi plastik dalam bentuk mikro, seperti manik-manik mikro pada produk perawatan kulit, sedangkan mikroplastik sekunder merupakan bagian, pecahan, dari suatu hasil

fragmentasi plastik yang lebih besar (Zhang *et al.*, 2017). Lusher *et al.* (2013), menemukan mikroplastik sekitar 36,5% dalam saluran pencernaan dari 504 ikan demersal dan ikan pelagis. Mikroplastik dapat memiliki efek fisik dan kimiawi pada organisme perairan. Jika tertelan, mikroplastik dapat melewati usus atau mungkin tertahan di saluran pencernaan (Browne *et al.*, 2008). Hoss dan Settle (1990), mengemukakan jika partikel mikroplastik terakumulasi dalam jumlah besar di usus, akan memiliki efek berbahaya pada ikan dan menyumbat sistem pencernaan yang bersifat karsinogenik dan gangguan endokrin (Derraik, 2002; Gregory, 2009; Oehlmann *et al.*, 2009; Ryan *et al.*, 2009; Browne *et al.*, 2013). Semakin kecil partikel mikroplastik, semakin besar pula kemungkinan partikel mikroplastik tersebut dicerna oleh organisme perairan (Carson *et al.*, 2013).

Menurut Ryan *et al.* (2009), saluran pencernaan ikan yang terdapat kandungan mikroplastik dapat membuat ikan tersebut mengalami penurunan nafsu makan. Karena tingginya perubahan energi senyawa kimia pada permukaan mikroplastik untuk bahan kimia organik hidrofobik maka mikroplastik juga dikhawatirkan dapat memfasilitasi transportasi kontaminan kimia dan menjadi pembawa kontaminan organik maupun inorganik yang berbahaya (Hirai *et al.*, 2011). Keberadaan mikroplastik sangat berbahaya bagi kesehatan masyarakat karena tidak memenuhi standar keamanan pangan. Tubuh manusia yang terdapat mikroplastik dapat mempengaruhi pembengkakan usus dan menurunkan sistem kekebalan tubuh (Hollman *dkk.*, 2013).

Penelitian mengenai tentang identifikasi mikroplastik pada ikan telah dilakukan oleh A'yun (2019), pada 15 sampel Ikan Belanak (*Mugil cephalus*) ditemukan 78 mikroplastik dengan rata-rata 5 mikroplastik per sampel ikan. Yona *dkk.* (2020), menemukan mikroplastik jenis fiber pada insang dan saluran pencernaan ikan karang dengan ukuran yang dominan adalah >1000 μm . Untuk ikan Tongkol sudah dilakukan oleh Rahmadani (2019), tetapi hanya dengan 3 ekor ikan sampel menemukan 2-5 partikel mikroplastik. Sejauh ini belum pernah dilakukan penelitian mengenai analisis mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) hasil tangkapan nelayan di Pelabuhan Perikanan Pulau Baai Kota Bengkulu, padahal Provinsi Bengkulu mempunyai potensi yang besar pada subsektor perikanan, terutama pada perikanan laut. Potensi produksi sumber daya perikanan laut 29.246 ton, dan menghasilkan nilai produksi Rp. 251.706.089.000 (Mulyasari, 2015). Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) termasuk jenis ikan ekonomis yang banyak dikonsumsi masyarakat Bengkulu. Menurut Ardelia *dkk.* (2016), Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) merupakan salah satu ikan pelagis kecil yang sering dikonsumsi masyarakat dan bernilai ekonomis tinggi. Melihat potensi perikanan tongkol dan dampak buruk kontaminasi mikroplastik pada ikan, maka penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis jenis dan kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Pelabuhan Perikanan Pulau Baai Kota Bengkulu. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi jenis dan kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Pelabuhan Perikanan Pulau Baai Kota Bengkulu.

MATERI DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga bulan Desember 2020. Analisis saluran pencernaan pada mikroplastik dilakukan di Laboratorium Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian yaitu *Freezer*, Timbangan digital 0,1, Penggaris 1 mm, Cawan petri, Mikroskop okuler 10x/0,25, Alat bedah, *Oven*, *Beaker glass* 500 ml, Kamera, Alat tulis, Kertas label, Plastik sampel, Pipet tetes, *Aquades*, Kalium Hidroksida (KOH) 10%, *Tissue*, *Aluminium foil*, Kertas saring *whatman* (1,6 μ m), Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*), Laptop, Vakum dan *Handscoon*.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei. Pengambilan sampel secara *random sampling* dan penelitian ini menggunakan data primer (pengambilan langsung di lapangan).

Pengambilan Sampel

Sampel Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) diambil dan dikumpulkan sebanyak 30 ekor secara acak dari hasil tangkapan nelayan di Pelabuhan Perikanan Pulau Baai Kota Bengkulu. Sampel Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) yang telah dikumpulkan diukur panjang total/*total length* (TL) dengan menggunakan penggaris 1 mm (Yona *dkk.*, 2020). Pembedahan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) dilakukan kemudian diambil bagian saluran pencernaan, kemudian sampel dibungkus kedalam plastik sampel dan dimasukkan kedalam *freezer*.

Sterilisasi Alat Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan disterilisasi dengan metode basah dan kering. Sterilisasi metode basah dilakukan mencuci semua alat menggunakan sabun antibakteri sedangkan sterilasi dengan metode kering dilakukan menggunakan *oven* pada suhu 115°C selama 90 menit untuk mencegah kontaminasi pada peralatan penelitian (Hafsan, 2014). Selama penelitian, peneliti menggunakan sarung tangan, masker dan AC mati untuk meminimalisasi kontaminasi.

Ekstraksi Sampel

Ekstraksi sampel mengikuti panduan yang diadopsi dari Masura *et al.* (2015). Sampel saluran pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

dimasukkan kedalam *beaker glass* ukuran 500 ml, diberi larutan Kalium Hidroksida (KOH) 10% sebanyak 3x volume saluran pencernaan, *beaker glass* dilapisi dengan *aluminium foil* dan dimasukkan kedalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam (Rochman *et al.*, 2015; Lusher *et al.*, 2017). Sampel kemudian didiamkan kembali selama 14 hari pada suhu kamar atau sampai sampel benar-benar jernih. Sampel kemudian disaring bagian *supernatant* dengan kertas *whatman* 1,6 µm dengan alat bantu vakum.

Identifikasi Jenis Mikroplastik

Sampel yang telah disaring dengan kertas *whatman* kemudian diamati dibawah mikroskop okuler perbesaran 10x/0,25, kemudian dicatat tipe dan jumlah. Identifikasi dilakukan dengan panduan dari Crawford & Quinn, (2017), kemudian dicatat jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan.

Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Boerger *et al.* (2010), Kelimpahan mikroplastik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{N_i}{N}$$

Keterangan:

K =Kelimpahan mikroplastik (partikel/ind)

Ni =Jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan (partikel)

N =Jumlah ikan (ind)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Morfologi Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) yang diamati dalam penelitian dengan ukuran panjang 26,4-54,5 cm dapat dilihat pada Gambar 2. Ikan digunakan pada penelitian ini termasuk dalam kategori ikan kecil. Menurut Suwamba (2008), ukuran panjang Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) 20-60 cm termasuk ukuran ikan kecil.



Gambar 2. Sampel Penelitian Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*).

Sampel Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) dibagi menjadi lima kelas berdasarkan panjang ukuran ikan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelas Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) berdasarkan Ukuran Panjang Ikan.

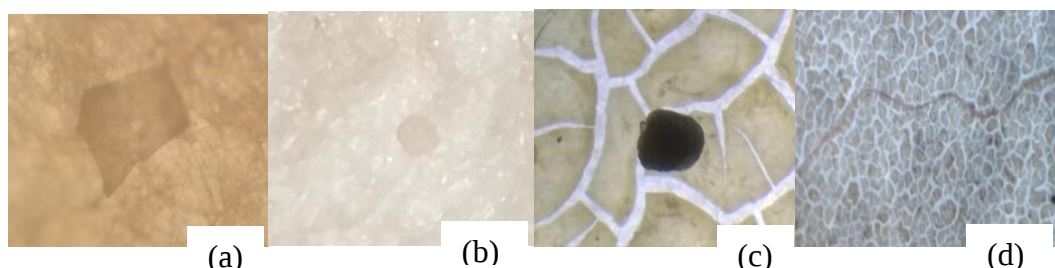
Kelas	SK Selang Kelas (cm)	Jumlah (Individu)
I	26,4-31	15
II	31,1-35,7	7
III	35,8-40,4	3
IV	45,2-49,8	4
V	49,9-54,5	1
Total		30

Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

Tipe mikroplastik yang ditemukan pada saluran pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) hasil tangkapan nelayan di Pelabuhan Pulau Baai Kota Bengkulu dapat dilihat pada Tabel 1, Rata-rata total kelimpahan mikroplastik Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) yaitu $10,5 \pm 7,2$ partikel/ind, kelimpahan tertinggi terdapat pada (kelas III) dan terendah terdapat pada (kelas I) dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelimpahan Rata-rata Mikroplastik Berdasarkan Tipe.

Kelas	Tipe mikroplastik (partikel/ind)				Total Mikroplastik (Partikel/ind)
	Fragmen	Granul	Film	Fiber/filament	
I	0,93	0	0,27	0,4	1,6
II	2	0	1	2,71	5,7
III	7	1,33	3,67	7,67	19,7
IV	4,5	0,75	1,75	3,75	10,8
V	7	0	1	7	15,0
Rata-rata	$4,29 \pm 2,80$	$0,42 \pm 0,61$	$1,54 \pm 1,30$	$4,31 \pm 3,03$	$10,5 \pm 7,2$

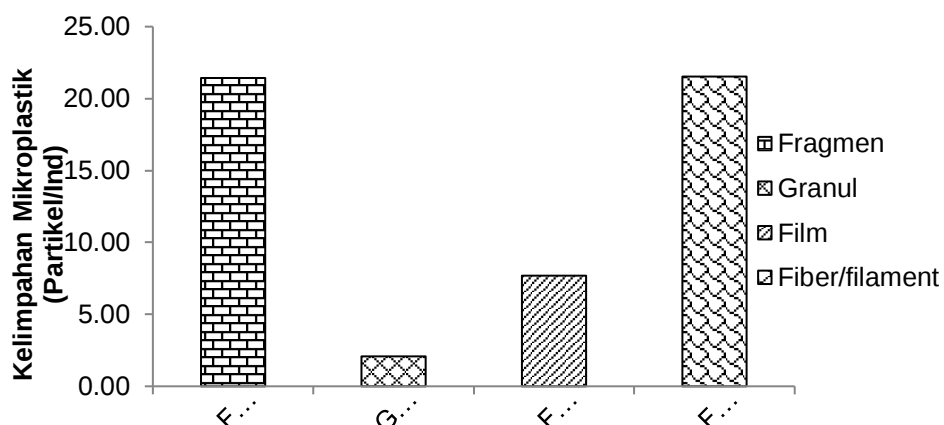


Gambar 3. Tipe-tipe Mikroplastik, (a) Film, (b) Granul, (c) Fragmen, (d) Fiber/filament.

Tipe mikroplastik yang ditemukan dalam saluran pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) dapat dilihat pada Gambar 3. Fiber merupakan mikroplastik dengan bentuk memanjang dan tipis seperti pancing ataupun jarring (Kingfisher, 2011; Lie *et al.*, 2018; Wicaksono, 2018), diketahui bertahan lebih lama di permukaan air karena kepadatannya yang relatif rendah. Film merupakan mikroplastik dengan bentuk tidak beraturan dan warnanya (Hastuti, 2014); Kovač *et al.*, 2016; dan Ayuningtyas *dkk.*, 2019), berasal dari pecahan plastik yang sangat tipis, warna transparan dan memiliki densitas lebih rendah dibandingkan tipe mikroplastik lainnya sehingga lebih mudah ditransportasikan. Fragmen merupakan mikroplastik dengan bentuk plastik tidak beraturan yang berasal dari potongan (Cole *et al.*, 2011); Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012); dan Dai *et al.*, 2018), tidak dapat dihancurkan dengan menggunakan pinset dan cenderung memiliki bentuk yang tidak beraturan dengan ujung-ujung yang tajam. Granul merupakan mikroplastik dengan berbentuk bulat seperti butiran dan partikel-partikel (Karami *et al.*, 2017; So *et al.*, 2018; dan Sarasita *dkk.*, 2019), berbentuk butiran berupa partikel halus, transparan, dan bulat, sesuai dengan bentuk *microbeads* yang terdapat pada produk *hygiene* dan kosmetik. Ukuran dari mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 1,6 µm-1000 µm.

Kelimpahan Total Mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

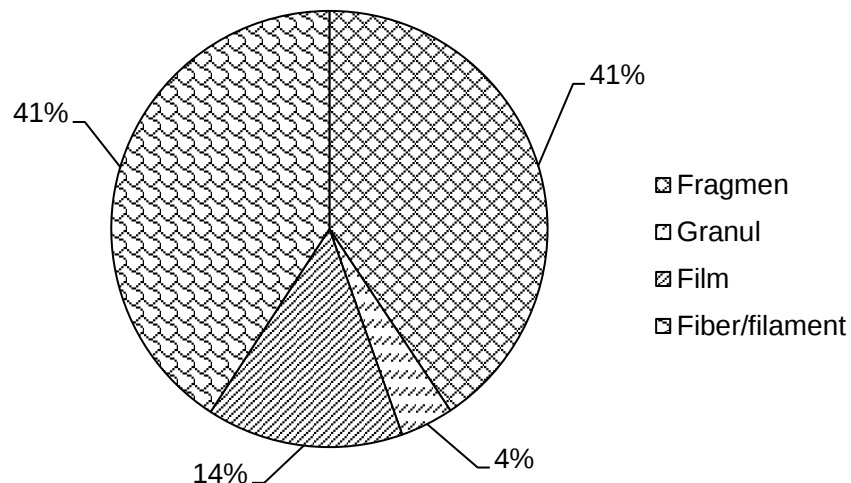
Kelimpahan mikroplastik dalam saluran pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) tertinggi terdapat pada tipe fiber/*filament* dan Fragmen masing masing sebesar 21, 53 partikel/ind dan 21,43 partikel/ind, sedangkan terendah pada tipe granual yaitu sebesar 2,08 partikel/ind (Gambar 4). Persentase kelimpahan mikroplastik yang ditemukan tertinggi pada tipe fiber/*filament* dan fragmen masing-masing sebesar 41%, dan kelimpahan mikroplastik yang terendah pada tipe granual sebesar 4% (Gambar 5).



Gambar 4. Total Kelimpahan Mikroplastik Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*).

Tingginya tipe fiber pada penelitian ini sama dengan yang ditemukan oleh Rochman *et al.* (2015), dimana mikroplastik tipe fiber atau serat pada

ikan dan bivalvia mencapai 80%. Penelitian Hapitasari (2016), menemukan tipe fiber pada saluran pencernaan ikan sebesar 68,3%. Hasil penelitian Hiwari *et al.* (2019); Labibah dan Triajie (2020), di perairan Nembrala dan di pesisir perairan Brondong Lamongan baik permukaan maupun kolom air ditemukan mikroplastik bentuk fiber kisaran 63%. Hasil yang sama juga ditemukan oleh Putri (2017); Jiang *et al.* (2018); Lolodo dan Wahyu (2019); serta Amin *et al.* (2020), bahwa tipe mikroplastik yang paling banyak ditemukan yaitu tipe fiber. Sedangkan Boerger *et al.* (2010), menemukan tipe fragmen 94% pada ikan di Pasifik bagian Utara.



Gambar 5. Persentase kelimpahan mikroplastik Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*).

Mikroplastik dapat menimbulkan kontaminasi bagi segala biota di laut contohnya pada hewan-hewan bentos maupun ikan pelagis (Smith dan Markic 2013; Wright *et al.*, 2013; Li *et al.*, 2016). Mikroplastik tipe fiber dan fragmen banyak ditemukan pada biota laut termasuk *seafood* seperti udang, kerang dan ikan (Widianarko dan Inneke, 2018; Siti, 2020) termasuk pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*). Menurut GESAMP (2015); Zhang *et al.* (2017), fiber memiliki bentuk dan ukuran yang tipis yang menyebabkan fiber sering ditemukan mengapung di permukaan. Selanjutnya menurut Browne *et al.* (2013); Oliveira *et al.* (2015); Iwasaki *et al.* (2017); Purba dkk. (2019), bahwa pergerakan partikel mikroplastik terjadi akibat adanya pembelokan arus dan gelombang dapat bertahan dan terakumulasi di perairan. Menurut Katsanevakis dan Katsarao (2004); UNEP (2016), bahwa mikroplastik bentuk Fiber merupakan salah satu mikroplastik yang bersumber dari hasil fragmentasi monoflamen jaring ikan dan pancing. Penelitian Boerger *et al.* (2010), mikroplastik tertinggi fragmen 94%. Fragmen merupakan hasil fragmentasi dari sampah makro disebabkan karena adanya radiasi sinar UV, gelombang air laut, bahan yang bersifat oksidatif dari plastik, serta sifat hidrolitik dari air laut (Andrady, 2011).

KESIMPULAN

Saluran pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) hasil tangkapan nelayan di Pelabuhan Pulau Baai sudah terdapat kontaminasi partikel mikroplastik. Total kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) hasil tangkapan nelayan di Pelabuhan Pulau Baai yaitu sebesar 52,7 partikel/ind, dengan Rata-rata sebesar $10,5 \pm 7,2$ partikel/ind. Persentase kelimpahan mikroplastik tertinggi ditemukan pada tipe Fiber/filament dan Fragmen masing-masing sebesar 41%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai dari BNPB Universitas Bengkulu skema penelitian Pembinaan LPPM Universitas Bengkulu Tahun Anggaran 2020 dengan no kontrak: 2046/UN30.15/PG/2020. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada bapak Suroto atas bantuannya selama analisis laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- [UNEP] United Nations Environment Programme. 2016. UNEP Frontiers 2016 Reports: *Emerging issues of environmental Concern*. UNEP, Nairobi.
- A'yun, N. Q. 2019. Analisis Mikroplastik Menggunakan FT-IR pada Air, Sedimen, dan Ikan Belanak (*Mugil cephalus*) di Segmen Sungai Bengawan Solo yang Melintasi Kabupaten Gresik. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Amin, B., Ghalib, M., and Setiawan, F. 2020. Preliminary investigation on the type and distribution of microplastics in the west coast of Karimun Besar Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 430:1-9.
- Andrady, A. L. 2011. Microplastics in the Marine Environment. *Marine Pollution Bulletin*. 62: 1596-1605.
- Ardelia, V., Vitner, Y., dan Boer, M. 2016. Biologi Reproduksi Ikan Tongkol *Euthynnus Affinis* Di Perairan Selat Sunda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 8(2):689-700.
- Arthur, C., Baker, J., and Bamford. H. 2009. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris, Silver Spring. NOAA Technical Memorandum NOS-OR & R-30.NOAA.

- Ayuningtyas, W. C., Yona, D., Julinda, S. H., dan Iranawati, F. 2019. Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *Journal Of Fisheries and Marine Research*. 3(1): 41-45.
- Badan Pusat Statistik. 2010. Rekapitulasi Data Persampahan Nasional. Diakses pada tanggal 27 Oktober 2020. <http://ciptakarya.pu.go.id/plp/simpersampahan/baseline/rosampahdatalist.php?tabid=dataumum>.
- Besseling, E., Wegner, A., Foekema, E. M., Den, V., Heuvel-Greve, M. J., and Koelmans, A. A. 2013. Effects of Microplastic on Fitness and PCB Bioaccumulation by the Lugworm *Arenicola Marina* (L.). *Environmental Science & Technology*. 47: 593- 600.
- Boerger, C. M., Lattin, G. L., Moore, S. L., and Moore, C. J. 2010. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*. 60:2275-2278.
- Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M., and Thompson, R. C. 2008. Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus Edulis*. *Environmental Science & Technology*. 42(13): 5026-5031.
- Browne, M. A., Niven, S. J., Galloway, T. S., Rowland, S. J., and Thomson, R. C. 2013. Microplastic moves pollutants and additives to worm, reducing functions linked to health and biodiversity. *Journal Cub*. 23:2388-2392.
- Carson, H. S., Nerheim, M. S., Carroll, K. A., and Eriksen, M. 2013. The plastic associated microorganisms of the North Pacific Gyre. *Mar. Pollut. Bull.* 75:126-132.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., and Galloway, T. S. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine Pollution Bulletin*. 62:2588-2597.
- Crawford, C.B., and Quinn, B., 2017. The biological impacts and effects of contaminated microplastics, in: Microplastic Pollutants. *Elsevier*, pp. 159-178.
- Dai, Z., Zhang, H., Zhou, Q., Tian, Y., Chen, T., Tu, C., Fu, C., and Luo, Y. 2018. Occurrence of microplastics in the water column and sediment in an inland sea affected by intensive anthropogenic activities. *Environmental Pollution*. 242:1557-1565.
- Derraik, J. G. B. 2002. The Pollution of the Marine Environment by Plastic Debris: a Review. *Marine Pollution Bulletin*. 44(9):842-852.

- Djaguna, A., Pelle, W. E., Schadu, J. N. W., Hermanto, W. K., Rumampuk, N. D. C., dan Angangi, E. L. 2019. Identifikasi Sampah Laut di Pantai Tongkaina dan Talawaan Bajo. *Jurnal Pesisir Laut dan Tropis*. 7(3):174-182.
- GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). 2015. *Sources, Fate and Effects of Microplastics in The Marine Environment: A Global Assessment (Kershaw, P.J., ed.)*. (IMO/FAO/UNESCO IOC /UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on The Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 90, 96p.
- Gregory, M. R. 2009. Environmental Implications of Plastic Debris in Marine Settings: entanglement, Ingestion, Smothering, Hangers-on, Hitchhiking and Alien Invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 364(1526):2013-2025.
- Hafsan. 2014. *Mikrobiologi Analitik*. Alauddin University Press.
- Hapitasari, D. N. 2016. Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Pasir dan Ikan Demersal: Kakap (*Lutjanus* sp.) dan Kerapu (*Epinephelus* sp.) di Pantai Ancol, Pelabuhan Ratu, dan Labuhan. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hastuti, A. R. 2014. Distribusi Spasial Sampah Laut Di Ekosistem Mangrove Pantai Indah Kapuk Jakarta. *Skripsi*. Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan. IPB. Bogor.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R.C., and Thiel, M. 2012. Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science and Technology*. 46(6):3060-3075.
- Hirai, H., Takada, H., Ogata, Y., Yamashita, R., Mizukawa, K., Saha, M., Kwan, C., Moore, C., Grey, H., Laursen, D., Zettler, E. R., Farrington, J. W., Reddy, C. M., Peacock, E. E, and Ward, M. W. 2011. Organic Micropollutants in Marine Plastics Debris from the Open Ocean and Remote and Urban Beaches. *Marine Pollution Bulletin*. 62(8): 1683-1682.
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S, and Mulyani, P. G. 2019. Condition of Microplastic Garbage in Sea Surface Water at Around Kupang and Rote, East Nusa Tenggara Province. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 5(2): 165-171.

- Hollman, P. C. H., Peters, R., and Bouwmeester, H. 2013. *Mikroplastik dalam rantai makanan akuatik: sumber, pengukuran, kejadian, dan risiko kesehatan potensial*. Wageningen, RIKILT Wageningen UR (Universitas & Pusat Penelitian), Laporan RIKILT 2013.003, 28 hlm.
- Hoss, D. E and Settle, L. R. 1990. Ingestion of Plastic by Teleost Fshes. In: Shomura R.S., Godrey M.L. (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris 2–7 April 1989, Honolulu, Hawaii*. U.S. Department of Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFC-154, pp. 693-709.
- Iwasaki, S., Isobe, A., Kako, S., Uchida, K, and 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: 85-96.
- Jiang, C., Lingshi, Y., Xiaofeng, W., Chunyan, D., Lixue, W., Yuannan, L., Yizhuang, L., Yuan, M., Qide, Y., Zhenyu, Z, and Hemin, P. 2018. Microplastic in Sediment and Surface Water of West Dongthing Lake: Abundance, Source and Composition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 15: 2164.
- Karami, A., Abolfazl, G., Cheng, K. C., Vincent, L., Tamara, S. G., Babak, S. 2017. The Presence of microplastics in commercial salts from differenct countries. *Sci. Rep*. 7:46173.
- Katsanevakis, S., and Katsarou. A. 2004. Influences on the Distribution of Marine Debris on the Seafloor of Shallow Coastal Areas in Greece (Eastern Mediterranean). *Water, Air, and Soil Pollution*. 159:325-337.
- Kingfisher, J. 2011. Micro-Plastic Debris Accumulation on Puget Sound Beaches. Washington: Port Townsend Marine Science Center [internet]. [diunduh 2021 Jan 05]. Tersedia pada shorturl.at/blwEY
- Kovač, V., Palatinus, M. A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P., and Kržan, A. 2016. Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *J Visual Exp*. 118:1- 9.
- Kühn, S., Bravo, R, E. L., and Van F, J. A. 2015. *Deleterious Effects of Litter on Marine Life*. In: BERGMANN, M., GUTOW, L. & KLAGES, M. (eds.) *Marine Anthropogenic Litter*. Berlin: Springer.
- Labibah, W., dan Triajie, H. 2020. Keberadaan Mikroplastik pada Ikan Swanggi (*Priacanthus tayenus*), Sedimen dan Air Laut di Perairan Pesisir Brondong, Kabupaten Lamongan. *Juvenil*. 1(3): 351-358.

- Li, J., Qu, X., Su, L., Zhang, W., Yang, D., Kolandhasamy, P., Li, D., and Shi, H. 2016. Microplastics in mussels along the coastal waters of China. *Environmental Pollution*. 214:177-184.
- Lie, S., Suyoko, A., Effendi, A. R., Ahmada, B., Aditya, H. W., Sallima, I. R., Arisudewi, N. P. A. N., Hadid, N. L., Rahmasari, N., and Reza, A. 2018. Measurement of microplastic density in the Karimunjawa National Park, Central Java, Indonesia. *Ocean Life*. 2:54- 58.
- Lolodo, D dan Wahyu, A. N. 2019. Mikroplastik pada Bulu Babi dari Daratan Terumbu Pulau Gili Labak Sumenep. *Jurnal Kelautan*. 12(2): 112-122.
- Lusher, A. L., McHugh, M., and Thompson, R. C. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin*. 67:94-99.
- Lusher, A. L., Welden, N. A., Sobral, P., & Cole, M. (2017). Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. *Analytical Methods*. 9(9), 1346–1360.
- Masura, J., Joel, B., Gregory, F., and Courtney, A. 2015. *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments*. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48.
- Mazurais, D., Huvet, A., Madec, L., Quazuguel, P., Severe, A, and Desbruyeres, E. 2014. *Impact of polyethylene microbeads ingestion on seabass larvae development Platform presentation, International workshop on fate and impact of microplastics in marine ecosystems (MICRO2014)*, 13–15 January 2014. Plouzane (France).
- Mulyasari, G. 2015. Prospek Pengembangan Usaha Perikanan Tangkap di Kota Bengkulu. *Jurnal Social Economic of Agriculture*. 4(2): 1-7.
- Oehlmann, J., Schulte, O. U., Kloas, W., Jagnytsch, O., Lutz, I., Kusk, K. O., Wollenberger, L., Santos, E. M., Paull, G. C., Van, L. K. J. W., and Tyler, C. R. 2009. A Critical Analysis of the Biological Impacts of Plasticizers on Wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 364: 2047- 2062.
- Oliveira, F., Monteiro, P., Bentes, L., Henriques, N. S., Aguilar, R, and Gonçalves, J. M. 2015. Marine Litter in the Upper S~ao Vicente Submarine Canyon (SW Portugal): Abundance, Distribution, Composition and Fauna Interactions. *Mar. Pollut. Bull.* 97(1-2): 401-407.

- Opfer, S., Courtney, A., and Sherry, L. 2012. *NOAA Marine Debris Shoreline Survey Field Guide NOAA Marine Debris Program*. USA: Silver Spring.
- Purba, N. P., Widodo, S. P., Sahat, M. S., Ibnu, F., Haifa, H. J., Dannisa, I. W. H., dan Putri, G. M. 2019. Lintasan sampah mikroplastik di Kawasan Konservasi Perairan Nasional Laut Sawu, Nusa Tenggara Timur. *Depik*. 8(2):125-134.
- Putri, C. J. F. 2017. Identifikasi Keberadaan dan jenis mikroplastik pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Forskal di tambak Lorok, Semarang. *Thesis*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata.
- Rahmadani, F. 2019. Identifikasi Dan Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Ikan Pelagis Dan Demersal Serta Sedimen Dan Air Laut Di Perairan Pulau Mandangin Kabupaten Sampang. *Skripsi*. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Rochman, C. M., Tahir, A., Susan, L., William., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., Teh, F. J., Werorilangi, S., and The, S. J. 2015. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from texti les in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*. 5:1-10.
- Ryan, P. G., Moore, C. J., Franeker, J. A. V., and Moloney, C. L. 2009. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 364:1526.
- Sarasita, D., Yunanto, A., dan Yona, D. 2019. Kandungan mikroplastik pada empat jenis ikan ekonomis penting di perairan Selat Bali. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 20(1):1-12.
- Setälä, O., Fleming-Lehtinen, V., and Lehtiniemi, M. 2014. Ingestion and Transfer of Microplastics in the Planktonic Food Web. *Environmental Pollution*. 185: 77-83.
- Siti, Q. 2020. Identifikasi Mikroplastik pada Biota Perairan di “Wisata Ikan Mujaer Maunian Dempok” Kabupaten Malang. *Skripsi*. Universitas Brawijaya.
- Smith, S. D. A and Markic, A. 2013. Estimates of Marine Debris Accumulation on Beaches are Strongly Affected by the Temporal Scale of Sampling. *PLoS ONE*. 8(12): 8-13.
- So, W. K., Chan, K., and Not, C. 2018. Abundance of plastic microbeads in Hong Kong coastal water. *Mar Pol. Bull*. 133:500-505.

- Suwamba, K. 2008. *Proses Pemindangan dengan Mempergunakan Garam dengan Konsentrasi yang Berbeda*. Denpasar.
- Wicaksono, K. B. 2018. Mikroplastik pada Teripang *Holothuria leucospilota* (Brandt, 1835), Air, dan Sedimen di Pulau Rambut, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Thesis*. Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences (Depok: University of Indonesia) p 53.
- Widianarko, B., Inneke, H. 2018. *Mikroplastik dalam seafood dari pantai Utara Jawa*. Unika . Semarang. Soegijapranata. ISBN 978-602-6865-74-8.
- Wijaya, A., Alfansi, L, dan Benardin. 2013. Pengelolaan Sampah di Kota Bengkulu. *Jurnal Ekonomi dan Perencanaan Pembangunan*. 5(2): 86-95.
- Wright, S. L., Thompson, R. C, and Galloway, T. S. 2013. The Physical Impacts of Microplastics on Marine Organisms: A Review. *Environ Pollut*. 178: 483-492.
- Yona, D., Maharani, M. D., Cordova, M. R., Elvania, Y. 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):497-507.
- 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. *Environ Pollut*. 23:541-548.