

Kajian Mikroplastik pada Ikan Konsumsi Masyarakat di Teluk Palu, Sulawesi Tengah

Roni Hermawan*, Yeldi S Adel, Renol, Mohamad Syahril, Mubin

Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Palu

Jl. Soekarno-Hatta, Km 6, Kota Palu, Sulawesi Tengah 94111, Indonesia

*Corresponding author, e-mail: ronihermawan@stpl.palu.ac.id

ABSTRAK: Dampak dari cemaran mikroplastik ini sangat berbahaya, terlebih lagi jika masuk kedalam jaringan tubuh hewan bahkan manusia. Keberadaan mikroplastik semakin meningkat seiring meningkatnya ketergantungan aktifitas manusia terhadap plastik. Kandungan mikroplastik dalam pencernaan ikan perlu diketahui mengingat tingginya konsumsi ikan laut lokal di perairan Teluk Palu. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung konsentrasi mikroplastik pada sistem pencernaan ikan laut konsumsi di Teluk Palu. Sampel ikan konsumsi diambil dari tangkapan masyarakat lokal, disepanjang pesisir Teluk Palu. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan September hingga Oktober 2021. Sampel ikan konsumsi dikumpulkan, diberi label dan disimpan dalam freezer untuk pengamatan selanjutnya. Seluruh sampel ikan difoto untuk diidentifikasi, diukur, ditimbang beratnya. Sampel ikan selanjutnya dipisahkan sistem pencernaannya dan ditimbang berat basah nya. Sampel sistem pencernaan selanjutnya ditambahkan larutan KOH 10% perendaman dilakukan inkubasi dengan suhu 60 °C selama 24 jam hingga 60 jam. Sampel selanjutnya didestruksi kembali dengan larutan H₂O₂ 30% hingga 50% selama 5 hingga 9 hari, proses destruksi selesai jika sampel berubah menjadi bening, pengadukan selama 10 menit setiap 2 kali sehari, sehingga kandungan organik sampel benar-benar telah terlarut. Sampel selanjutnya dipindahkan ke cawan petri untuk diamati dan diidentifikasi. Hasil pengamatan mikroplastik selanjutnya dianalisa untuk membedakan jenisnya. Jumlah 220 sampel ikan, 18 sampel ikan terpapar mikroplastik, jenis serpihan (fragment) mikroplastik saja yang ditemukan. Tertinggi pada *Upeneus sulphureus* sebesar 3,58±0,36 partikel/g, *Rastrelliger neglectus* sebesar 1,84±0,35 partikel/g, *Carangoides coeruleopinnatus* sebesar 1,67 partikel/g, sedangkan *Caranx ignobilis* dan *Caranx latus* tidak ditemukan mikroplastik

Kata kunci: mikroplastik; pencernaan; ikan konsumsi; Teluk Palu

Microplastic on Local Fish Consumption in Palu Bay, Central Sulawesi

ABSTRACT: *The microplastic contamination impact is very dangerous, especially if it enters the body tissues of animals and even humans. The presence of microplastics is increasing along with the increasing dependence of human activities on plastics. The content of microplastics in fish digestion given the high consumption of local marine fish in the waters of Palu Bay. The aim of this study was to calculate the concentration of microplastics in the digestive system of consumption fish in Palu Bay. The consumption fish samples were taken from local fishermen catches along the coast of Palu Bay. Sampling was carried out from September to October 2021. Samples of fish were collected, labeled and stored in the freezer for further observations. All fish samples were photographed to be identified, measured, weighed. The fish samples were then separated from the digestive system and weighed the wet weight. Samples of the digestive system were then added with 10% KOH solution and then incubated at 60°C for 24 hours to 60 hours. The sample was then re-destructed with 30% to 50% H₂O₂ solution for 5 to 9 days, the digestion process was complete when the sample turns clear, stirring for 10 minutes every 2 times a day, so that the organic content of the sample was completely dissolved. The samples were then transferred to petri dishes to be observed and identified. The results of microplastic observations were then analyzed to distinguish the types. From 220 fish samples, 18 fish samples exposed to microplastics, only microplastic fragments were found. The highest was in *Upeneus sulphureus* at 3.58±0.36 particles/g, *Rastrelliger neglectus* at 1.84±0.35 particles/g, *Carangoides coeruleopinnatus* at 1.67 particles/g, while *Caranx ignobilis* and *Caranx latus* did not find microplastics.*

Keywords: *microplastic; ingestion; consumption fish; Palu Bay*

PENDAHULUAN

Lebih setengah kebutuhan pokok manusia dihasilkan dari pesisir dan laut (Hermawan *et al.*, 2017), terutama dalam bentuk pangan bersumber dari ikan (Rangkuti *et al.*, 2022). Manusia sangat bergantung pada kebutuhan protein hewani dari ikan, tetapi disisi lain manusia telah merubah ekosistem pesisir yang merupakan tulang punggung bagi kehidupan laut. Penggunaan plastik terus meningkat seiring peningkatan jumlah penduduk, sampah plastik terus bertambah hingga masuk ke laut (Jambeck *et al.*, 2015; Andrady, 2011). Serpihan plastik (*plastic debris*) dari luruhan sampah plastik menyebar ke seluruh dunia, diperkirakan $5,25 \times 10^{12}$ jumlah serpihan plastik dengan estimasi berat $2,7 \times 10^5$ ton sampah plastik terapung saat ini di lautan (Eriksen, M. *et al.*, 2014).

Mikroplastik (MP) adalah material plastik yang berukuran $<5\text{mm}$ hingga $1\mu\text{m}$. Mikroplastik sekunder adalah fragmen atau luruhan material plastik menjadi ukuran yang lebih kecil. Fragmentasi terjadi bahan plastik seperti tekstil, cat dan ban kendaraan ataupun sisa plastik yang terbuang. Plastik akan mengalami proses fragmentasi, terutama akibat adanya kerusakan mekanis oleh gelombang dan proses fotokimia yang dipicu oleh sinar UV-B (Corcoran *et al.*, 2009; Andrady, 2011; GESAMP, 2015). Mikroplastik sering ditemukan melayang di kolom air atau bercampur dengan sedimen, konsumsi partikel mikroplastik ini dapat terjadi secara tidak sengaja selama mencari makan. Ikan tidak hanya memiliki kemampuan untuk mengkonsumsi, tetapi juga menyerap dan mendaur ulang mikroplastik. Secara kuantitatif, jumlah rata-rata mikroplastik yang tertelan dapat meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran ikan (Boerger *et al.*, 2010). Tertelannya plastik oleh organisme laut dikarenakan salah identifikasi makanan atau mangsa, hal ini terjadi karena sebagian serpihan plastik sangat mirip mangsa alami dari organisme laut. Pada ikan-ikan predator, menyerang mangsa dengan cepat dan buas adalah sifat alami ikan predator, sehingga mengakibatkan masuknya paparan plastik kedalam rantai makanan dilaut dengan cepat (Battaglia *et al.*, 2013). Organisme omnivora, dikategorikan sebagai pemakan segala, mampu mengkonsumsi makanan hewani dan nabati. Organisme omnivora memakan lebih banyak jenis makanan, dan oleh karena itu, tidak mengherankan organisme omnivora menelan partikel mikroplastik lebih banyak daripada ikan karnivora atau herbivora (Mizraji *et al.*, 2017).

Mikroplastik merupakan ancaman potensial terhadap kesehatan dan kegiatan manusia (Karbalaee *et al.*, 2018). Mikroplastik yang terakumulasi dalam tubuh organisme, mengakibatkan kerusakan fisik dan kimia seperti kerusakan organ internal dan penyumbatan saluran pencernaan, bersifat karsinogenik dan gangguan endokrin (Egbeocha *et al.*, 2018). Selain itu, mikroplastik juga berkontribusi terhadap hilangnya keanekaragaman hayati (Veerasingam *et al.*, 2017).

Masyarakat pesisir sangat menggantungkan kehidupannya pada laut, terutama sebagai sumber bahan pangan yaitu ikan (Noer, 2018). Ikan bagi masyarakat yang tinggal di Teluk Palu merupakan menu utama, selain terjangkau keberadaannya juga sangat mudah diperoleh. Ikan yang dikonsumsi masyarakat Teluk Palu seperti katombo (*Rastrelliger sp*), lajang (*Decapterus macarellus*), cakalang (*Katsuwonus pelamis*), sidat (*Anguilla marmorata*), tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*), pisang-pisang (*Pterocaesio pisang*) dan jenis ikan lainnya (Putra dan Akbar, 2017; Ndobe, 2010; Alatas *et al.*, 2014).

Paparan mikroplastik semakin tinggi seiring peningkatan jumlah pemakaian plastik seusai dengan jumlah penduduk di semua wilayah perairan baik pesisir hingga lautan (Laksono *et al.*, 2021; Ajith *et al.*, 2020; Torre, 2020; Eriksen *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2020). Penelitian sebelumnya tentang kandungan mikroplastik pada pencernaan ikan lemuru protolan (*Sardinella lemuru*) di Selat Bali menunjukkan Jenis mikroplastik yang ditemukan pada saluran pencernaan ikan lemuru protolan adalah fiber 13 partikel (86,67%) dan film sebanyak 2 partikel (13,33) (Yudhantari *et al.*, 2019). Menurut penelitian di Pantai Indah Kapuk, Jakarta mikroplastik pada ikan sebesar 12.21 ± 9.76 partikel/individu (Hastuti *et al.*, 2019).

Efek kandungan mikroplastik pada pencernaan ikan dapat meningkatkan potensi kematian ikan tersebut (Mazurais *et al.*, 2015), sistem pencernaan tertutup dan mengurangi kemampuan bergerak untuk berburu (de Sá *et al.*, 2015). Berpengaruh pada hati termasuk penipisan glikogen yang parah, perubahan signifikan pada ekspresi gen yang dimediasi oleh reseptor estrogen, nekrosis sel tunggal dan perubahan abnormal sel gen pada jaringan testis ikan jantan (Rochman

et al., 2013; Rochman *et al.*, 2014). Paparan mikroplastik dalam jangka panjang dapat menyebabkan perubahan usus yang signifikan, terjadi perubahan struktural dan fungsional usus ikan (Pedà *et al.*, 2016). Efek-efek ini selanjutnya dapat mengakibatkan kerusakan yang signifikan pada perkembangan ikan selama tahap awal kehidupan, sehingga mempengaruhi keberhasilan reproduksi, ukuran populasi dan kelangsungan hidup organisme (McGregor dan Strydom, 2020; Egbeocha *et al.*, 2018).

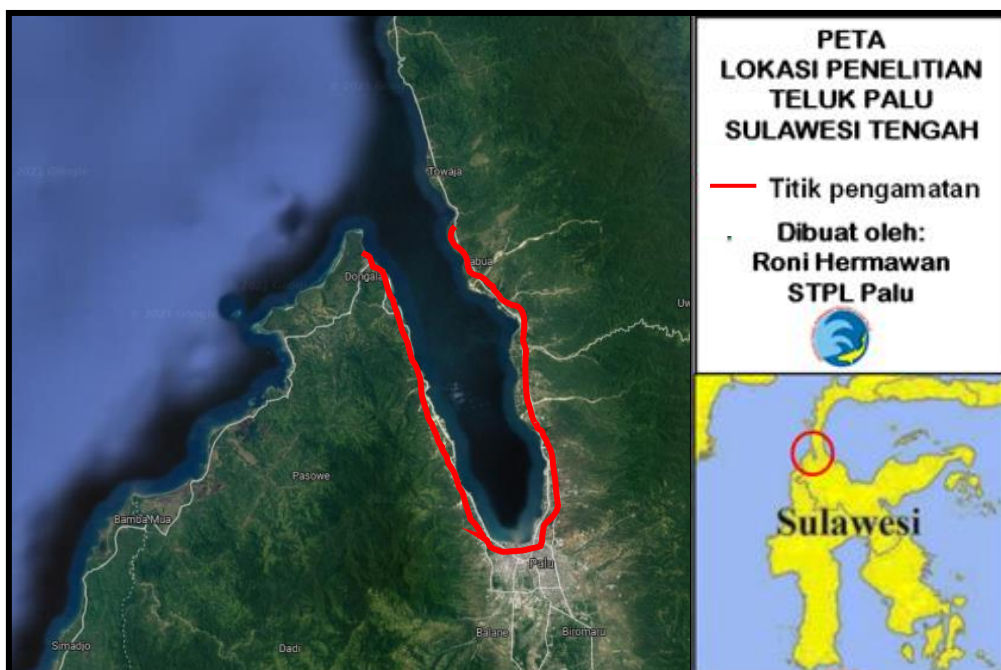
Akumulasi mikroplastik pada pencernaan organisme pada rantai makanan tentu akan membawa dampak pada tingkat piramida makanan selanjutnya (Zhang *et al.*, 2017). Masih perlu banyak kajian untuk menentukan berapa besar efek transfer mikroplastik pada rantai makanan dapat mempengaruhi tingkat trofik yang lebih tinggi (Egbeocha *et al.*, 2018), sehingga kajian tentang mikroplastik sangat diperlukan.

Berapa konsentrasi mikroplastik pada ikan konsumsi masyarakat di Teluk Palu saat ini belum pernah dikaji sebelumnya, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menghitung konsentrasi mikroplastik pada sistem pencernaan ikan konsumsi masyarakat di Teluk Palu. Ancaman bahaya paparan mikroplastik pada kesehatan masyarakat menjadi urgensi utama penelitian ini. Kontribusi dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan data sebagai masukkan secepatnya kepada pemangku jabatan agar memberikan solusi yang efektif.

Penelitian tentang mikroplastik pada ikan konsumsi sangat diperlukan. Data konkrit dan kontinyu mikroplastik di Indonesia sangat sedikit. Mikroplastik menjadi ancaman potensial terhadap kesehatan dan kegiatan ekonomi manusia (Hermawan *et al.*, 2017). Hasil dari penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pengambil kebijakan, peneliti, dan pemerhati lingkungan dalam melakukan pengelolaan lingkungan untuk mengendalikan buangan sampah plastik.

MATERI DAN METODE

Pengambilan sampel mikroplastik pada ikan konsumsi diambil dari tangkapan masyarakat lokal, disepanjang pesisir Teluk Palu masyarakat nelayan biasa langsung menjual hasil tangkapannya di sepanjang Teluk Palu. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan September hingga Oktober 2021, dianalisa pada laboratorium biologi Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan (STPL) Palu.



Gambar 1. Titik Sampling Lokasi Penelitian

Seluruh sampel ikan konsumsi dari hasil tangkapan dikumpulkan, diberi label dan disimpan dalam *coolbox* dengan es batu selama perjalanan ke laboratorium dan disimpan dalam freezer untuk pengamatan selanjutnya. Seluruh ikan difoto untuk diidentifikasi, diukur dengan mistar (akurasi mm), ditimbang beratnya. Sampel ikan selanjutnya dipisahkan sistem pencernaannya dan ditimbang berat basahnya (Hastuti *et al.*, 2019).

Sampel sistem pencernaan selanjutnya ditambahkan larutan KOH 10% hingga terendam (kurang lebih sebanyak 3x volume jaringan atau 10 ml) erlenmeyer untuk menghancurkan saluran pencernaan ikan (bahan organik) perendaman dilakukan inkubasi dengan suhu 60 °C selama 24 jam hingga 60 jam (Yudhantari *et al.*, 2019) tergantung volume organ pencernaan ikan, selanjutnya sampel didestruksi kembali dengan larutan H₂O₂ 30% sekitar 5 ml selama 48 hingga 60 jam proses destruksi selesai jika sampel berubah menjadi bening (Yona *et al.*, 2020). Beberapa sampel ikan mengkonsumsi udang lamale (*Penaeus sp*) yang memiliki karapaks atau kulit yang cukup keras, sehingga dilakukan pelarutan ulang dengan konsentrasi H₂O₂ dinaikkan dari 30% menjadi 50%, organ pencernaan direndam kembali selama 5 hingga 9 hari dengan pengadukan selama 10 menit setiap 2 kali sehari, sehingga kandungan organik sampel benar-benar telah terlarut. Sampel selanjutnya dipindahkan endapannya yg berada dibawah dengan memindahkan ke cawan petri (Tanaka dan Takada, 2016) untuk selanjutnya diamati dan diidentifikasi mikroplastik (ukuran, bentuk dan warna) menggunakan mikroskop merk CX40 Olympus. Hasil pengamatan mikroplastik selanjutnya dianalisa untuk membedakan jenisnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teluk Palu merupakan lokasi pemukiman padat penduduk, karena Kota Palu yang merupakan Ibukota Provinsi Sulawesi Tengah terletak tepat di Teluk Palu ini. Berbagai aktivitas masyarakat disepanjang Sungai Palu yang membelah Kota Palu bermuara di Teluk Palu. Seluruh masukan dari Sungai Palu membawa material plastik sisa aktivitas masyarakat ke Teluk Palu. Buangan sampah tersebut terbawa sungai ke muara dan hanyut ke Teluk Palu. Kondisi Teluk Palu saat ini pasca bencana tsunami pada 28 September 2018 belum banyak berubah. Pembangunan tanggul penahan gelombang laut yang saat ini sedang dilaksanakan merubah bentuk pantai menjadi tanggul berbatu yang sebelumnya pantai berpasir. Pembangunan tersebut menyebabkan sedimentasi yang sangat tinggi disepanjang Pantai Talise yang merupakan muara Sungai Palu. Kualitas air di Teluk Palu (Tabel 1) menggambarkan kondisi perairan secara kimia dan fisika. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh data suhu, salinitas, pH dan TSS (Tabel 1.)

Kualitas air di Teluk Palu (Tabel 1) menggambarkan kondisi kualitas perairan. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh data suhu, salinitas, pH dan TSS. Nilai TSS di Teluk Palu sangat kontras terutama pada stasiun yang berada di muara Sungai Palu dengan nilai TSS sebesar 557,6 mg/l, jika dibandingkan dengan stasiun pengamatan lainnya. Pada stasiun 1 yang merupakan muara Sungai Palu pada saat pengamatan sedang surut dan sedimentasi tinggi dari Sungai Palu. Pengamatan dilakukan pada saat musim hujan, sehingga banyak material sedimen yang terbawa sungai masuk ke laut. Perairan Teluk sebagai salah satu wilayah pesisir yang dipenuhi dengan berbagai aktivitas manusia, dampak dari aktivitas tersebut secara langsung dapat menyebabkan limbah pencemar masuk ke Teluk dan meningkatkan jumlah Total Suspended Solid (TSS) (Winnarsih *et al.*, 2016).

Tabel 1 Rata-Rata Kualitas air di Teluk Palu (September – Oktober 2021)

Parameter	Stasiun pengamatan		
	S1 (Muara Sungai Palu)	S2 (Desa Tipo)	S3 (Desa Lere)
Suhu °C	27,8	28,3	28,1
Salinitas (‰)	25	30	29
pH	8,1	8,0	8,4
TSS (mg/l)	557,6	56,1	120,4

Pasca tsunami tahun 2018, perubahan paling mencolok adalah berubahnya ekosistem dasar laut, dimana seluruh terumbu karang rusak dan hilang. Berdasarkan hasil pengamatan jenis dan ukuran ikan hasil tangkapan nelayan tradisional di Teluk Palu saat ini sangat berkurang dibandingkan sebelum terjadi bencana tsunami tahun 2018. Hilangnya ekosistem terumbu karang berdampak pada ekologi biota laut terutama sumberdaya ikan. Hal ini terlihat pada hasil tangkapan nelayan tradisional Teluk Palu yang sangat turun kualitas dan kuantitasnya. Berdasarkan sampel hasil tangkapan ikan konsumsi oleh nelayan setempat Tabel 1 dan Gambar 1. Berdasarkan (Putera dan Sallata, 2015; Ansar. 2011) Ekosistem karang tersebut berjarak 10 ± 20 meter dari pasang tertinggi sepanjang Teluk Palu, saat ini ekosistem tersebut belum sepenuhnya pulih.

Berdasarkan hasil pengamatan sampel ikan konsumsi sebanyak 220 ekor, diperoleh hasil bahwa 18 ekor ikan terpapar cemaran mikroplastik (Tabel 2). Mikroplastik yang ditemukan dalam pencernaan ikan tersebut semuanya dari jenis serpihan (fragment) yang merupakan luruhan dari material plastik yang telah rapuh (Gambar 2). Berdasarkan penelitian Tanaka & Takada (2016), mikroplastik jenis *fragment* mendominasi paparan mikroplastik pada pencernaan ikan, sebesar 86% dari jenis mikroplastik lain, seperti filamen, foam dan pelet atau bead. Ukuran serpihan mikroplastik tersebut berkisar antara $90\mu\text{m}$ hingga $300\mu\text{m}$, memiliki warna bening atau transparan, putih dan kuning (Gambar 2).

Konsentrasi mikroplastik tertinggi terdapat pada ikan Lamotu (*Upeneus sulphureus*) sebesar $3,58 \pm 0,36$ partikel/g berat pencernaan ikan. Ikan Lamotu (*Upeneus sulphureus*) atau disebut juga ikan kuniran memiliki komposisi makanan yang terdiri atas fitoplankton, zooplankton, makrovertebrata benthik, dan detritus (Asriyana & Irawati, 2018) dan merupakan jenis ikan demersal dan berasosiasi dengan daerah estuari dan pesisir pantai (Asriyana & Irawati, 2017), Asriyana *et al.* 2004, Olivera *et al.* 2004, Edworthy & Strydom 2016) dan mencari makanan di dasar perairan (Lagler *et al.* 1962). Ikan demersal lebih cenderung mencari makanan di dasar perairan, beberapa material mikroplastik sering ditemukan pada dasar perairan (Lestari *et al.* 2021; Laksono *et al.* 2021) dimana merupakan lokasi pencarian makan ikan demersal, sehingga kemungkinan terpapar lebih besar.

Tabel 1. Jenis, Berat Rata-Rata dan Berat Organ Pencernaan Ikan Konsumsi di Teluk Palu

Spesies Ikan	Common name	Jumlah	Rata-rata berat (g)	
			Tubuh	Organ pencernaan
<i>Rastrelliger neglectus</i>	Kembung	84	13-58	1.2 - 3.2
<i>Carangoides coeruleopinnatus</i>	Kuwe onion trevally	24	16-28	0.8 - 1.2
<i>Upeneus sulphureus</i>	Lamotu	78	25-35	1.3 - 2.5
<i>Caranx Latus</i>	Kuwe Mata Besar	8	11-34	0.6 - 2.6
<i>Caranx ignobilis</i>	Baubara/bubara	26	18 - 25	0.7 - 1.5
Total jumlah ikan		220		

Tabel 2 Kandungan Mikroplastik dalam Pencernaan Ikan

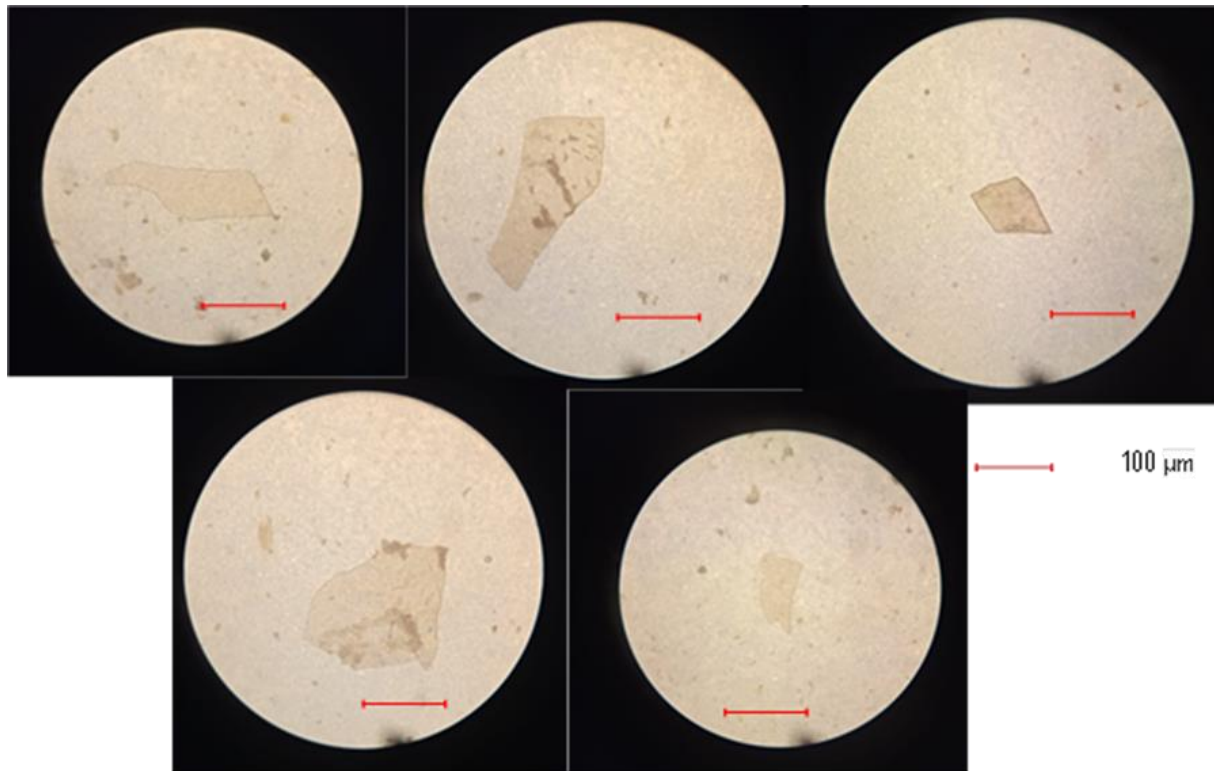
Spesies Ikan	Jumlah ikan terpapar mikroplastik	Konsentrasi mikroplastik (partikel/g)
<i>Rastrelliger neglectus</i>	6	$1,84\pm 0,35$
<i>Carangoides coeruleopinnatus</i>	1	1,67
<i>Upeneus sulphureus</i>	11	$3,58 \pm 0,36$
<i>Caranx Latus</i>	0	0
<i>Caranx ignobilis</i>	0	0
Jumlah	18	



Gambar 1. Ikan hasil tangkapan nelayan di teluk Palu; a. Kembang (*Rastrelliger neglectus*), b. Lamotu (*Upeneus sulphureus*), c. Kuwe onion trevally (*Carangoides coeruleopinnatus*), d. Kuwe mata besar (*Caranx latus*), e. Baubara (*Caranx ignobilis*). Identifikasi menurut (Froese and Pauly, 2021; Novianto, 2020; Salim *et al.*, 2013)

Konsentrasi terendah pada ikan baubara (*Caranx ignobilis*), kuwe mata besar (*Caranx latus*) yang tidak ditemukan kandungan mikroplastik dalam pencernaannya. Merupakan ikan pelagis, ikan kuwe memiliki sifat *feeding migration* dimana ikan akan selalu beruaya untuk mencari makan. Daerah *feeding ground* ikan kuwe sangat luas sepanjang daerah intertidal (Maherung *et al*, 2018). Ikan kuwe adalah ikan pemburu sehingga lebih cenderung tertarik pada objek yang bergerak, gesit dan rakus. Mikroplastik dalam kolom air cenderung pasif dan mengikuti arus, sehingga kurang menarik oleh ikan kuwe. Pada ikan kuwe onion trevally (*Carangoides coeruleopinnatus*) yang merupakan famili dari ikan kuwe juga memiliki konsentrasi mikroplastik yang cenderung rendah, dari 24 sampel hanya 1 sampel yang terpapar mikroplastik dengan konsentrasi 1,67 partikel/g berat pencernaannya.

Konsentrasi ikan kembang (*Rastrelliger neglectus*) atau bahasa lokal disebut ikan katombo memiliki konsentrasi mikroplastik didalam pencernaannya sebesar $1,84 \pm 0,35$ partikel/g berat pencernaan. Ikan katombo sangat diminati oleh masyarakat, karena mudah didapatkan oleh nelayan sehingga pada saat dipasarkan masih dalam keadaan segar. Ikan katombo sering dikonsumsi oleh masyarakat karena murah, dagingnya enak, mudah dibersihkan dan stoknya melimpah dipasaran, sehingga menjadi ikan dengan nilai ekonomi yang tinggi (Utami *et al.*, 2014; Prahadina *et al*, 2015).



Gambar 2. Mikroplastik pada Pencernaan Ikan

KESIMPULAN

Dari 220 sampel ikan 18 sampel ikan terpapar mikroplastik, jenis serpihan (*fragment*) mikroplastik saja yang ditemukan. Tertinggi pada *Upeneus sulphureus* sebesar $3,58 \pm 0,36$ partikel/g, *Rastrelliger neglectus* sebesar $1,84 \pm 0,35$ partikel/g, *Carangoides coeruleopinnatus* sebesar $1,67$ partikel/g, sedangkan *Caranx ignobilis* dan *Caranx latus* tidak ditemukan mikroplastik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kementerian Riset dan Teknologi dan Badan Riset dan Inovasi Nasional (RISTEK-BRIN) yang membantu pelaksanaan penelitian melalui pendanaan skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun anggaran 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajith, N., Arumugam, S., Parthasarathy, S., Manupoori, S. & Janakiraman, S. 2020. Global distribution of microplastics and its impact on marine environment—a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(1):25970–25986. DOI: 10.1007/s11356-020-09015-5
- Alatas, U., Sentosa, M.F.A., Purbayanto, A. & Pane, A.B. 2016. Keberlanjutan perikanan pelagis kecil di Teluk Palu. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 20(2):105-111. DOI: 10.15578/jppi.20.2.2014.105-111
- Andrady, A.L. 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8):1596-1605. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030
- Ansar. 2011. Menuju Kebijakan Pengelolaan Teluk Palu yang Harmonis. *Media Litbang Sulteng* 4(2):142–148

- Asriyana, A. & Irawati, N. 2017. Growth Of Gostfish, *Upeneus sulphureus* In Kendari Bay, Southeast Sulawesi. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*. 6(1):541-554
- Asriyana, A. & Irawati, N. 2018. Makanan dan Strategi Pola Makan Ikan Kuniran *Upeneus sulphureus*, Cuvier (1829) di perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(1):23-39. DOI: 10.32491/jii.v18i1.372
- Asriyana, A., Sulistiono, S. & Rahardjo, M.F. 2004. Kebiasaan makanan ikan tembang (*Fam. Clupeidae*) di perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 4(1):43-50.
- Battaglia, P., Andaloro, F., Consoli, P., Esposito, V., Malara, D., Musolino, S., Pedà, C. & Romeo, T. 2013. Feeding habits of the Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (L. 1758), in the central Mediterranean Sea (Strait of Messina). *Helgoland Marine Research*, 67(1):97-107. DOI: 10.1007/s10152-012-0307-2
- Boerger, C.M., Lattin, G.L., Moore, S.L. & Moore, C.J. 2010. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 60(12):2275-2278. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2010.08.007
- Corcoran, P.L., Biesinger, M.C. & Grifi, M. 2009. Plastics And Beaches: A Degrading Relationship. *Marine Pollution Bulletin*, 58(1):80-84. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2008.08.022
- de Sá, L.C., Luís, L.G. & Guilhermino, L. 2015. Effects of microplastics on juveniles of the common goby (*Pomatoschistus microps*): confusion with prey, reduction of the predatory performance and efficiency, and possible influence of developmental conditions. *Environmental Pollution*, 196:359-362. DOI: 10.1016/j.envpol.2014.10.026
- Edworthy, C. & Strydom, N. 2016. Habitat partitioning by juvenile fishes in a temperate estuarine nursery, South Africa. *Scientia Marina*, 80(2):151-161. DOI: 10.3989/scimar.04333.01B
- Egbeocha, C.O., Malek, S., Emenike, C.U. & Milow, P. 2018. Feasting on microplastics: ingestion by and effects on marine organisms. *Aquatic Biology*, 27:93-106. DOI: 10.3354/ab00701
- Eriksen, M., Lebreton, L.C., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borror, J.C., Galgani, F., Ryan, P.G. & Reisser, J. 2014. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PloS one*, 9(12):e111913. DOI: 10.1371/journal.pone.0111913
- Eriksen M., Thiel M., Prindiville M., & Kiessling T. 2018. Freshwater Microplastics. *The Handbook of Environmental Chemistry*, 58p. DOI: 10.1007/978-3-319-61615-5_13
- Froese, R. & Pauly, D. Editors. 2021. FishBase. World Wide Web electronic publication.
- GESAMP. 2015. Fate and effects of Microplastics in the Marine Environment: A global Assessment. (Kershaw PJ (ed.) (IMO7FAO7UNESCO-IOC7UNIDO7WMO7IAEA7UN7UNE P7UNDP. Joint Group Experts on the Scientific Aspects of Marine Env'tal. Protection)
- Hastuti, A.R., Lumbanbatu, D.T. & Wardiatno, Y. 2019. The presence of microplastics in the digestive tract of commercial fishes off Pantai Indah Kapuk coast, Jakarta, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(5):1233-1242 DOI: 10.13057/biodiv/d200513
- Hermawan, R., Damar, A. & Hariyadi, S. 2017. Economic Impact from Plastic Debris on Selayar Island, South Sulawesi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1):327-336 DOI: 10.29244/jitkt.v9i1.17945
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R. & Law, K.L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223):768-771. DOI: 10.1126/science.1260352
- Lagler, K.F., Bardach, J.E. & Miller, R.R. 1962. Ichthyology (The study of fishes) John Wiley. New York, 545.
- Laksono, O.B., Suprijanto, J. & Ridlo, A. 2021. Kandungan Mikroplastik pada Sedimen di Perairan Bandengan Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*, 10(2):158-164. DOI: 10.14710/jmr.v10i2.29032
- Lestari, K., Haeruddin, H. & Jati, O.E. 2021. Karakterisasi Mikroplastik Dari Sedimen Padang Lamun, Pulau Panjang, Jepara, Dengan Ft-Ir Infra Red. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(2):135-154. DOI: 10.20885/jstl.vol13.iss2.art5

- Maherung, S., Bataragoa, N.E. & Salaki, M.S. 2018. Ukuran Dan Kebiasaan Makan Ikan Kuwe (*Caranx spp*) Di Daerah Intertidal Sekitar Laboratorium Basah FPIK–Unsrat Likupang. *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(1):6-11. DOI: 10.35800/jip.6.1.2018.17857
- Mazurais, D., Ernande, B., Quazuguel, P., Severe, A., Huelvan, C., Madec, L., Mouchel, O., Soudant, P., Robbens, J., Huvet, A. & Zambonino-Infante, J. 2015. Evaluation of the impact of polyethylene microbeads ingestion in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Marine Environmental Research*, 112:78-85. DOI: 10.1016/j.marenvres.2015.09.009
- McGregor, S. & Strydom, N. A. 2020. Feeding ecology and microplastic ingestion in *Chelon richardsonii* (Mugilidae) associated with surf diatom *Anaulus australis* accumulations in a warm temperate South African surf zone. *Marine Pollution Bulletin*, 158(2020):111430. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111430
- Mizraji, R., Ahrendt, C., Perez-Venegas, D., Vargas, J., Pulgar, J., Aldana, M., Ojeda, F.P., Duarte, C. & Galbán-Malagón, C. 2017. Is the feeding type related with the content of microplastics in intertidal fish gut?. *Marine Pollution Bulletin*, 116(1-2):498-500. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2017.01.008
- Ndobe, S., 2010. Struktur Ukuran Glass Eel Ikan Sidat (*Anguilla marmorata*) di Muara Sungai Palu, Kota Palu, Sulawesi Tengah. *Media Litbang Sulteng*, 3(2):144–150.
- Noer, N.M., 2018. Sosial Ekonomi Masyarakat Pesisir. *Humaniora*. 26 Maret 2018
- Novianto, D., 2020. Identifikasi dan Pengenalan Jenis Ikan Berdasarkan Alat Penangkapan Ikan. Pusat Riset Kelautan. *Upgrading Observer On Board Tahun 2020 Bppp Tegal*, 17 – 21 Februari 2020
- Oliveira, A.K., Alvim, M.C.C., Peret, A.C. & Alves, C.B.M. 2004. Diet Shifts Related to Body Size of The Pirembeba *Serrasalmus brandtli* Lutken,1875 (*Osteichthyes*, *Serrasalminae*) in the Cajuru Reservoir, Sao Fransisco River Basin, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 64(1):117 124. DOI: 10.1590/S1519-69842004000100013
- Peda, C., Caccamo, L., Fossi, M.C., Gai, F., Andaloro, F., Genovese, L., Perdichizzi, A., Romeo, T. & Maricchiolo, G. 2016. Intestinal alterations in European sea bass *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) exposed to microplastics: preliminary results. *Environmental Pollution*, 212:251-256. DOI:10.1016/j.envpol.2016.01.083
- Prahadina, V.D., Boer, M. & Fahrudin, A. 2015. Sumberdaya ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta* Cuvier 1817) di perairan selat sunda yang didaratkan di PPP Labuan, Banten (Resources of Indian Mackerel (*Rastrelliger kanagurta* Cuvier 1817) in Sunda Strait Water that Landed on PPP Labuan, Banten). *Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 6(2):169-175. DOI: 10.29244/jmf.6.2.169-175
- Puter, F.H.A., & Sallata, A.E. 2015. Valuasi Ekonomi Sumberdaya di Teluk Palu, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Kebijakan Sosek KP*, 5(2). DOI: 10.15578/jksekp.v5i2.1019
- Putra, A.E. & Akbar, M. 2017. Komposisi dan Keanekaragaman Jenis Ikan Karang Di Perairan Teluk Palu. *Jurnal Agrisains*, 18(2):77-83
- Rangkuti, M. Cordova, M.R. Rahmawati & A. Adimu, H.E. 2022. Ekosistem Pesisir & Laut Indonesia, 482 hlm, Bumi Aksara, Jakarta.
- Rochman, C.M., Hoh, E., Kurobe, T. & Teh, S.J. 2013. Ingested Plastic Transfers Hazardous Chemicals To Fish And Induces Hepatic Stress. *Scientific Reports*, 3(1):1-7. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.06.051
- Rochman, C.M., Kurobe, T., Flores, I. & Teh, S.J. 2014. Early Warning Signs Of Endocrine Disruption In Adult Fish From The Ingestion Of Polyethylene With And Without Sorbed Chemical Pollutants From The Marine Environment. *Science of The Total Environment*, 493:656-661. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.06.051
- Salim, K., Rita, A. & Supratman, O. 2019. Identifikasi Jenis Ikan (Penamaan Lokal, Nasional Dan Ilmiah) Hasil Tangkapan Utama (HTU) Nelayan dan Klasifikasi Alat Penangkap Ikan di Pulau Bangka Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 13(1):42-51. DOI: 10.33019/akuatik.v13i1.1107
- Tanaka, K. & Takada, H. 2016. Microplastic Fragments And Microbeads In Digestive Tracts Of Planktivorous Fish From Urban Coastal Waters. *Scientific Reports*, 6(1):1-8. DOI: 10.1038/srep3435.

- Thompson, R.C., Moore, C.J., Vom Saal, F.S. & Swan, S.H. 2009. Plastics, The Environment And Human Health: Current Consensus And Future Trends. *Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526):2153-2166. DOI:10.1098/rstb.2009.0053
- Torre, G.E.D. 2020. Microplastics: an emerging threat to food security and human health. Springer. *Journal Of Food Science and Technology*. DOI: 10.1007/s13197-019-04138-1.
- Utami, M.N.F., Redjeki, S. & Supriyantini, E. 2014. Komposisi isi lambung ikan kembung lelaki (Rastrelliger kanagurta) di Rembang. *Journal of Marine Research*, 3(2):99-106.
- Veerasingam, S., Saha, M., Suneel, V. & Vethamony, P. 2017. Microplastic pollution: A serious threat to the marine ecosystem. *Blue Waters: Newsletter on Marine Environment Protection*, 18:6-9.
- Wang, Y.L., Lee, Y.H., Chiu, I.J., Lin, Y.F. & Chiu, H.W. 2020. Potent impact of plastic nanomaterials and micromaterials on the food chain and human health. *International journal of molecular sciences*, 21(5):p.1727. DOI: 10.3390/ijms21051727
- Winnarsih, W. & Emiyarti, E., 2016. Distribusi total suspended solid permukaan di perairan teluk kendari (Doctoral dissertation, Haluoleo University).
- Yudhantari, C.I., 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. DOI: 10.24843/JMRT.2019.v02.i02.p10
- Zhang, C., Chen, X., Wang, J. & Tan, L. 2017. Toxic effects of microplastic on marine microalgae *Skeletonema costatum*: interactions between microplastic and algae. *Environmental pollution*, 220:1282-1288. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.11.005