

Mikroplastik: Tinjauan Dampak Fisiologis Pada Ikan Kembung (*Rastrelliger kanagurta*) dan Implikasinya Bagi Kesehatan Manusia

**Ahmad Naufal Attaqi^{1*}, Zurna Maisya Awalia¹, Alfatino Waruwu¹, Arlyn Nazwa Yuantari¹,
Sanda Hadist Susilo¹, Anggita Pramesti¹, dan Melvi Anggraeni¹**

¹Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Jenderal Soedirman,
Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

*E-mail: ahmad.naufal@unsoed.ac.id (*corresponding author*)

Abstrak

Mikroplastik telah menjadi salah satu polutan utama yang mencemari ekosistem perairan di seluruh dunia, termasuk perairan Indonesia. Studi ini bertujuan untuk menganalisis dampak mikroplastik terhadap respon fisiologis ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*), salah satu spesies ikan komersial yang penting di perairan Indonesia. Mikroplastik dapat terakumulasi dalam tubuh ikan melalui proses konsumsi langsung atau sebagai akibat dari pencemaran air. Studi ini mengkaji efek mikroplastik pada berbagai parameter fisiologis ikan kembung, seperti kadar hormon stres, respons metabolik, serta perubahan dalam struktur jaringan tubuh, terutama pada organ vital seperti hati dan insang. Hasil studi menunjukkan bahwa paparan mikroplastik dapat mempengaruhi keseimbangan fisiologis ikan, mengarah pada peningkatan stres oksidatif dan penurunan kualitas kesehatan ikan, yang berpotensi mengganggu kelangsungan hidup dan produktivitas spesies ini di perairan Indonesia. Penurunan kualitas lingkungan akibat pencemaran mikroplastik juga berdampak pada rantai makanan laut dan sektor perikanan. Oleh karena itu, upaya mitigasi terhadap pencemaran mikroplastik perlu diperhatikan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan di Indonesia.

Kata kunci: Ikan kembung; Mikroplastik; Pencemaran; Respon Fisiologis.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan keberagaman laut terbesar di dunia (1). Laut Indonesia juga kaya akan sumber daya alam, termasuk perikanan yang menjadi salah satu komoditas utama, serta potensi energi terbarukan dari laut (2). Namun potensi sumber daya laut Indonesia memiliki tantangan, salah satunya yaitu pencemaran mikroplastik.

Mikroplastik menjadi permasalahan global, termasuk di Indonesia. Mikroplastik banyak berasal dari limbah domestik melalui penggunaan plastik sekali pakai seperti kantong plastik, botol minuman, dan kemasan makanan (3). Aktivitas perikanan dan pelayaran juga menjadi faktor yang mempengaruhi pencemaran mikroplastik. Peralatan nelayan seperti jaring dan tali yang terbuat dari bahan sintesis sering kali rusak atau hilang di laut, lalu terdegradasi menjadi partikel mikroplastik. Faktor geografis juga berpengaruh besar dalam distribusi dan akumulasi mikroplastik di perairan Indonesia. Kondisi arus laut, angin, dan pasang surut dapat membawa mikroplastik dari satu wilayah ke wilayah lainnya (4). Beberapa perairan pantai di Indonesia, menunjukkan konsentrasi mikroplastik yang sangat tinggi. Daerah dengan kepadatan penduduk tinggi dan aktivitas industri memiliki tingkat pencemaran yang signifikan (5).

Mikroplastik tersebar luas di perairan dan dapat diakumulasi dalam organisme air, termasuk ikan, moluska, dan plankton (6). Salah satunya pada ikan bernilai ekonomi tinggi yaitu ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*), telah dilakukan studi di perairan Sumatera Utara (5) dan di perairan Selat Bali (2).

Ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) merupakan salah satu jenis ikan pelagis yang memiliki nilai ekonomis tinggi di Indonesia. Ikan kembung biasanya ditemukan di daerah epipelagik neritik yang kaya akan plankton, yang menjadi sumber makanan utama bagi ikan ini. Persebarannya yang luas di perairan Indo-Pasifik menjadikannya sebagai salah satu ikan yang paling banyak ditangkap di Indonesia (5). Namun, pencemaran mikroplastik khususnya pada organ tubuh ikan kembung dapat menimbulkan gangguan pada berbagai sistem fisiologis (7).

Salah satu dampak utama mikroplastik adalah gangguan pada sistem pencernaan. Partikel mikroplastik dapat menyebabkan iritasi serta kerusakan pada sistem pencernaan organisme laut dan mengganggu proses penyerapan nutrisi (8). Berdasarkan uraian tersebut penting adanya kajian akumulasi mikroplastik pada biota laut salah satunya ikan

kembung hingga dampaknya apabila dikonsumsi oleh manusia karena apabila hal ini terjadi dalam jangka panjang akan merugikan. Tujuan dari artikel review ini yaitu untuk mengetahui dampak mikroplastik terhadap kondisi fisiologis ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) dan dampak kontaminan mikroplastik pada manusia.

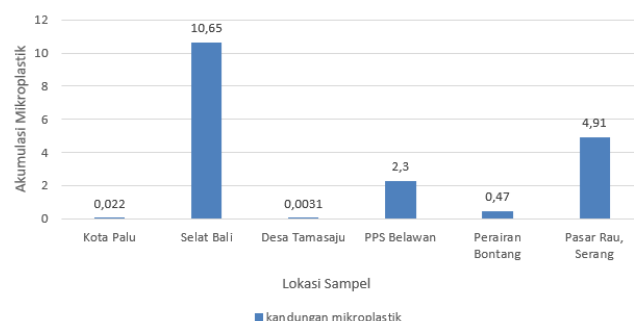
2. Metodologi

Metode yang digunakan untuk menulis artikel review ini yaitu metode Systematic Literature Review (SLR). Metode SLR yang digunakan dengan cara mengumpulkan, menilai, dan menganalisis hasil penelitian yang relevan dan sistematis yang mengkaji topik analisis dampak mikroplastik terhadap respon fisiologis ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) dan dampak kontaminan mikroplastik pada manusia. Sebanyak 15 referensi yang dipublikasikan 8 tahun terakhir diperoleh melalui situs jurnal seperti Science Direct, MDPI, Springer. Penelitian ini memungkinkan adanya bias karena pembatasan tahun dan hanya beberapa wilayah Indonesia yang menjadi referensi. Selain itu, penggunaan data sekunder yang memungkinkan ketidaksesuaian antara hasil literatur dan kondisi lapangan.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Pencemaran Mikroplastik pada Ikan Kembung

Keberadaan mikroplastik dalam ikan telah diteliti pada beberapa perairan di Indonesia dari beragam spesies yang berasal dari berbagai kedalaman dan lokasi geografis (5). Salah satu contoh yaitu keberadaan mikroplastik pada ikan kembung yang telah dilaporkan di beberapa wilayah perairan di Indonesia, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Akumulasi mikroplastik pada ikan kembung di berbagai perairan di Indonesia.

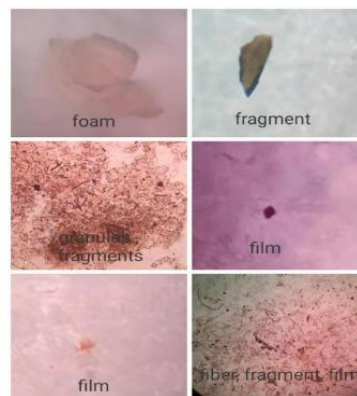
Tabel 1. Akumulasi dan Jenis Mikroplastik di Perairan Indonesia

Nama Derah	Akumulasi Mikroplastik	Jenis Mikroplastik
Selat Bali	10,65 gram	Film, fiber, pellet, granule
Pasar Rau, Serang	4,91 gram	Fragmen, film, serat
PPS Belawan	2,3 gram	Film, fragmen, fiber
Perairan Bontang	0,47 gram	Fragmen, fiber, film, monofilament
Kota Palu	0,022 gram	Serpihan plastik
Desa Tamasaju	0,0031 gram	Serat/ garis

Sampel ikan kembung yang diperoleh dari pasar tradisional di Kota Palu terdapat kandungan mikroplastik sebesar 0,375 item/ind atau 0,022 item/gr berat badan ikan. Jenis mikroplastik yang ditemukan adalah jenis serpihan plastik (2).

Selanjutnya, ikan kembung yang didaratkan di PPS Belawan juga ditemukan 3 jenis mikroplastik pada saluran pencernaan dengan dominansi jenis film (54%), fragmen (33%), dan fiber (13%). Mikroplastik jenis film memiliki kelimpahan tertinggi yaitu $2,30 \pm 1,30$ partikel/gr (5). Di Perairan Selat Bali menunjukkan bahwa terdapat 13 spesies ikan dari 11 famili dari kelas Actynopterygii telah terkontaminasi dengan mikroplastik jenis film, fiber, pellet dan granule yang ditemukan di perut dan usunya. Jumlah mikroplastik yang ditemukan pada ikan kembung (1056 partikel). Mikroplastik yang dominan pada ikan kembung adalah bentuk pellet (456 partikel), diikuti fragmen (324 partikel), fiber (280 partikel), dan film (5 partikel). Organ pada ikan yang dapat terpapar mikroplastik adalah insang, saluran pencernaan serta lambung (9). Mikroplastik pada ikan kembung di perairan Bontang memiliki Panjang > 150 μm sebanyak 47 partikel dan Panjang < 150 μm sebanyak 15 partikel (10).

Selanjutnya, sampel ikan kembung di perairan Takalar Desa Tamasaju menunjukkan jumlah total mikroplastik yang ditemukan adalah 7 partikel. Mikroplastik yang ditemukan hanya berupa garis-garis dengan garis biru mendominasi warna lainnya yaitu 77,77%. Mikroplastik berbentuk garis ini diduga berasal dari kerusakan jaring ikan, terpal pelapis perahu nelayan, dan pelapis jok di sepanjang bibir Pantai (11). Sampel selanjutnya yaitu pada ikan kembung di daerah Pasar Rau, Serang dan banyak ditemukan mikroplastik pada bagian insang (232 buah), diikuti oleh lambung (137 buah), dan usus (122 buah). Jenis mikroplastik yang ditemukan adalah fragmen, film, dan serat (12). Kebanyakan mikroplastik pada lokasi pengambilan sampel ikan kembung berasal dari penggunaan sampah plastik seperti botol, sterofoam, kantong plastik, aktivitas industri, dan adanya kegiatan pelelangan ikan.



Gambar 2. Mikroplastik pada kulit dan insang ikan kembung. Sumber: Atiramol et al., (2024)

3.2. Stress Lingkungan dan Perubahan Perilaku Ikan Kembung

Mikroplastik pada ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) dapat menyebabkan stres fisiologis yang berdampak pada kesehatan ikan secara keseluruhan. Ikan yang terpapar mikroplastik menunjukkan adanya penumpukan partikel mikroplastik, terutama di jaringan usus. Penumpukan ini berpotensi memicu stres oksidatif, yang dapat merusak sel dan jaringan tubuh ikan, sehingga mengganggu metabolisme serta fungsi-fungsi vital lainnya. Selain dampak fisiologis, paparan mikroplastik juga mempengaruhi perilaku ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*). Studi tersebut menunjukkan bahwa paparan mikroplastik menyebabkan perubahan pada pola makan dan aktivitas ikan. Mikroplastik yang tertelan dapat memberikan efek kenyang palsu, yang berakibat pada penurunan asupan makanan alami dan berkurangnya energi. Ketika ikan kekurangan nutrisi, hal ini dapat menyebabkan penurunan stamina, ketahanan, dan kemampuan ikan untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan. Selain itu, perilaku pencarian makan pada ikan menjadi lebih lambat, yang dapat mengurangi kemampuan mereka untuk bersaing dengan ikan lain (13).

3.3.Cedera Fisik pada Ikan Kembung

Mikroplastik memiliki beberapa dampak fisiologis yang signifikan pada ikan, termasuk ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*), yang dapat menyebabkan cedera fisik serta memengaruhi kesehatan dan fungsi biologis mereka. Partikel mikroplastik yang tertelan dapat menyebabkan abrasi atau luka di sepanjang saluran pencernaan ikan kembung. Tekstur dan bentuk mikroplastik, terutama jika berbentuk tajam atau memiliki permukaan kasar, dapat mengiritasi atau merusak jaringan di dalam usus dan lambung. Hal ini berpotensi menyebabkan peradangan, infeksi, atau bahkan perforasi saluran pencernaan. Mikroplastik yang terakumulasi di dalam saluran pencernaan dapat menghalangi penyerapan nutrisi yang efektif. Mikroplastik juga dapat membawa Persistens Organic Pollutants (POPs) yang memiliki efek beracun, memicu perubahan pada sistem endokrin dan meningkatkan risiko kerusakan genetik. Secara keseluruhan, mikroplastik menjadi ancaman serius bagi kehidupan ikan, termasuk ikan kembung, karena dapat mengakibatkan berbagai cedera fisik dan dampak kesehatan jangka panjang (14).

3.4.Gangguan Reproduksi Ikan Kembung

Pencemaran mikroplastik juga kondisi fisiologis pada ikan kembung yaitu menyebabkan adanya gangguan reproduksi. Dampak yang diakibatkan dari pencemaran mikroplastik terhadap reproduksi ikan kembung yaitu menyebabkan inflamasi dan kerusakan pada organ dalam, termasuk organ reproduksi ikan sehingga menghambat kemampuan ikan untuk berkembang biak secara normal. Paparan mikroplastik dapat mengurangi kesuburan, mengganggu perkembangan embrio, dan menyebabkan kelainan pada organ reproduksi. Mikroplastik sering kali membawa bahan kimia seperti bisphenol A (BPA) dan ftalat, yang merupakan pengganggu endokrin. Bahan ini dapat mengganggu keseimbangan hormon yang penting untuk proses reproduksi, seperti pematangan sel telur dan sperma. Selain itu, juga memengaruhi adanya perubahan tingkat fertilisasi, jumlah oosit dampak pada produksi telur, kesuburan, ukuran spesies, hingga tingkat pertumbuhan populasi yang menurun karena embrio atau larva dapat mengalami pertumbuhan yang lambat dan tingkat kematian yang tinggi, serta mengurangi kemungkinan ikan kembung bertahan hingga dewasa (6).

3.5.Gangguan Pencernaan Ikan Kembung

Mikroplastik yang masuk ke tubuh ikan dapat terakumulasi di saluran pencernaannya, sehingga mengganggu fungsi fisiologisnya. Partikel-partikel berukuran kecil ini cenderung bertahan di dalam sistem pencernaan, menyebabkan iritasi dan peradangan. Akibat dari kondisi ini, ikan mengalami hambatan dalam mencerna makanan alami, yang pada akhirnya mengurangi asupan nutrisi penting yang diperlukan untuk menjaga kesehatan dan mendukung pertumbuhannya secara optimal. Mikroplastik yang terakumulasi dalam sistem pencernaan ikan kembung dapat mempengaruhi perilaku makannya (15).

Selain menyebabkan gangguan pencernaan, akumulasi mikroplastik juga dapat memicu respons stres oksidatif pada jaringan pencernaan ikan. Stres oksidatif ini berpotensi merusak sel-sel pada jaringan tersebut, yang pada akhirnya merusak dinding usus dan mengganggu kemampuan penyerapan nutrisi. Ketika fungsi usus dalam menyerap nutrisi terganggu, ikan menjadi lebih rentan terhadap defisiensi gizi, yang dapat memengaruhi fungsi organ tubuh secara keseluruhan. Selain itu, gangguan pencernaan akibat paparan mikroplastik dapat menurunkan kemampuan ikan untuk bertahan hidup di lingkungan dengan tekanan tinggi (11).

3.6 Dampak Kontaminasi Mikroplastik pada Manusia

Keberadaan mikroplastik yang mencemari hampir seluruh perairan di dunia menjadi tantangan bersama yang harus dihadapi, karena apabila dibiarkan tidak hanya memengaruhi populasi biota laut melainkan juga kelangsungan hidup manusia melalui konsumsi makanan laut. Karena mengingat makanan laut merupakan makanan pokok masyarakat sehari-

hari. Kontaminasi mikroplastik pada sistem pencernaan menimbulkan risiko penyebaran ke bagian tubuh lainnya. Dua jalur umum bagi mikroplastik untuk memasuki tubuh manusia adalah endositosis dan adsorpsi. Endositosis

merupakan proses sel-sel tubuh menelan partikel-partikel kecil, termasuk mikroplastik, melalui membran sel. Partikel mikroplastik yang berukuran sangat kecil dapat memasuki sel melalui mekanisme ini, terutama di saluran pencernaan dan pernapasan. Sedangkan adsorpsi merupakan proses mikroplastik di permukaan tubuh atau di dalam saluran pencernaan berinteraksi dengan zat-zat lain, seperti protein atau lipid, pada permukaan sel (14).

Tabel 2. Kadar Toleransi Konsumsi Mikroplastik Oleh Manusia (0,5 gram/hari)

Nama Derah	Akumulasi Mikroplastik	Kategori	Refrensi
Kota Palu	0,022 gram	Aman	Hermawan <i>et al.</i> , 2023
Selat Bali	10,65 gram	Bahaya	Juwita <i>et al.</i> , 2021
Desa Tamasaju	0,0031 gram	Aman	Gitri <i>et al.</i> , 2023
PPS Belawan	2,3 gram	Bahaya	Arisanti <i>et al.</i> , 2023
Perairan Bontang	0,47 gram	Aman	Adisaputra dan Purwati, 2017
Pasar Rau, Serang	4,91 gram	Bahaya	Hasanah <i>et al.</i> , 2023

Toleransi manusia terhadap mikroplastik dalam tubuh bervariasi bergantung pada jenis polimer dan konsentrasi partikel yang masuk. Melalui data tabel di atas diperoleh hasil bahwa 5 perairan spesies ikan kembung di perairan Indonesia terpapar mikroplastik dan 2 diantaranya diantaranya berbahaya untuk dikonsumsi karena melebihi kadar toleransi yaitu sebesar 0,5 gram per hari. Paparan mikroplastik menimbulkan risiko kesehatan yang serius, terutama karena partikel mikroplastik berukuran kecil mampu menembus jaringan tubuh dan masuk ke dalam sirkulasi darah.

Mikroplastik berukuran di bawah 100 mikrometer paling sering ditemukan dalam tubuh manusia dan dianggap sangat berisiko karena partikel sekecil ini mudah menembus jaringan tubuh (14). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik berukuran 101 hingga 250 mikrometer cenderung terakumulasi di tubuh manusia, dan paparan harian yang terus-menerus terhadap partikel sebesar ini dapat menyebabkan kerusakan jangka panjang. Upaya pencegahan seperti pengurangan penggunaan plastik sekali pakai dan perbaikan pengelolaan limbah plastik dianggap langkah penting untuk mengurangi risiko paparan mikroplastik dalam jangka panjang (4).

3.7. Upaya Penanggulangan Mikroplastik

Dampak mikroplastik terhadap respon fisiologis ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) di perairan Indonesia dapat memiliki dampak negatif, karena ikan kembung merupakan spesies penting dalam ekosistem laut dan juga dalam sektor perikanan. Beberapa solusi yang dapat diusulkan untuk mengatasi dampak mikroplastik terhadap ikan kembung dan ekosistem laut yaitu memberikan pemahaman atau edukasi kepada masyarakat, terutama nelayan dan komunitas pesisir, tentang dampak mikroplastik dan cara-cara pencegahannya.. Pemerintah dan sektor swasta dapat bekerja sama dalam membangun infrastruktur pengelolaan sampah yang efektif, seperti tempat pembuangan sampah di pelabuhan dan tempat transit, serta program daur ulang yang lebih luas. Selain itu, bisa dilakukan pengurangan sampah plastik menggunakan tumbuhan di ekosistem laut yang terdampak mikroplastik dengan cara memperbanyak penanaman mangrove karena tumbuhan ini memiliki kemampuan untuk mendegradasi sampah plastik yang akan masuk ke perairan.

4. Kesimpulan

Analisis akumulasi kadar mikroplastik pada ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) di zona laut teritorial Indonesia menunjukkan bahwa mikroplastik telah mencemari ekosistem laut di wilayah tersebut, dengan ikan kembung menjadi salah satu spesies yang terpapar. Studi ini mengungkapkan bahwa ikan kembung mengakumulasi mikroplastik pada organ dalam maupun dalam jaringan otot, yang dapat berisiko bagi kesehatan manusia yang mengonsumsinya. Dampak mikroplastik terhadap respon fisiologis ikan kembung menunjukkan bahwa paparan mikroplastik juga dapat mengganggu kesehatan ikan, termasuk mengurangi kapasitas pernapasan, meningkatkan stres oksidatif, serta memengaruhi sistem pencernaan dan reproduksi. Penelitian ini menyoroti pentingnya pengelolaan limbah plastik di perairan Indonesia untuk melindungi kelangsungan hidup spesies laut, khususnya ikan kembung yang memiliki peran penting dalam ekosistem dan ekonomi lokal sehingga menunjukkan pentingnya upaya pengurangan polusi plastik di laut dan perlunya penelitian lebih lanjut mengenai dampak jangka panjang mikroplastik terhadap ekosistem laut serta ketahanan pangan. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya serius untuk mengurangi pencemaran mikroplastik di perairan Indonesia.

Ucapan Terimakasih

Kami menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan artikel ini. Penghargaan khusus kami sampaikan kepada peneliti yang karyanya menjadi dasar dan referensi utama dalam artikel review ini. Ucapan terima kasih juga kami haturkan kepada rekan-rekan sejawat yang telah memberikan masukan dan kritik konstruktif, serta kepada editor dan penerbit atas dukungan dan kerja samanya dalam penyelesaian artikel ini. Semoga artikel ini bermanfaat dan dapat menjadi referensi yang berguna bagi penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

- [1]. Snigirova, A.O., Mihas, R.V., Khutorio, S.O., Vinogradov, A.K., Gazyetov, Y.I., Gascooke, J.R., Smigirov, S.M., Leterme, S.C. 2024. Microplastic and ichthyoplankton in the Ukrain waters of the Black Sea. *Regional Studies in Marine Science*. Doi:10.1016/j.rsma.2024.102884.
- [2]. Hermawan, R., Akbar, M., Mubin, M., Salanggon, A. M., Aristawati, A. T., Renol, R., Finarti, F., Pramita, E. A., Adel, Y. S., Dewanto, D. K., & Syahril, M. 2023. Kajian Mikroplastik Pada Ikan Ekonomis di Pasar Tradisional Kota Palu. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 16(1), 1–9. <https://doi.org/10.21107/jk.v16i1.17566>.
- [3]. Sathish, M. N., Jeyasanta, I., & Patterson, J. 2020. Occurrence of microplastics in epipelagic and mesopelagic fishes from Tuticorin, Southeast coast of India. *Science of the Total Environment*, 720. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137614>.
- [4]. Venkatesh, S., Naidu, B. C., Palanisamy, S., Ngasotter, S., Shaju, S. S., Porayil, L., Balange, A., Nayak, B. B., & Xavier, K. A. M. 2024. Microplastic accumulation dynamics and risk assessment in dried fish processed with sea salt at different salting ratios. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100415>.
- [5]. Arisanti, G., Yona, D., Kasitowati, R. D. 2023. Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kembung (*Rastrelliger* Sp. Di Pelabuhan Perikanan Samudera Belawan, Sumatera Utara. *PoluSea*. Vol. 1 (1).
- [6]. Debnath, R., Prasad, G. S., Amin, A., Malik, M. M., Ahmad, I., Abubakr, A., Borah, S., Rather, M. A., Impellitteri, F., Tabassum, I., Piccione, G., & Faggio, C. 2024. Understanding and addressing microplastic pollution: Impacts, mitigation, and future perspectives. *Journal of Contaminant Hydrology*, 266. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2024.104399>.
- [7]. Angraini, T., Fatimah, Wahyuningsih, H. 2024. Analysis of abundance of microplastic in fish caught in Percut Waters. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 13(2): 255-3.

- [8]. Baalkhuyur, F. M., Qurban, M. A., Panickan, P., & Duarte, C. M. 2020. Microplastics in fishes of commercial and ecological importance from the Western Arabian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 152. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110920>.
- [9]. Senduk JL, Suprijanto J, Ridlo A. Mikroplastik pada ikan kembung (*Rastrelliger* sp.) dan ikan selar (*Selaroides eptolepis*) di TPI Tambak Lorok Semarang dan TPI Tawang Rowosari Kendal.
- [10]. Wawan Adisaputra, M., & Purwati, D. S. 2017. Kandungan Mikroplastik Pada Ikan Bawis (*Siganus Canaliculatus*) Dan Ikan Kembung (*Rastrelliger Kanagurta*) Di Perairan Bontang. <https://jurnal.fkip.unmul.ac.id/index.php/biosmart>.
- [11]. Nurtang, Lisawati, Daud, A., Werorilangi, S., Mallongi, A., Ibrahim, E., & Syah, R. 2020. Analysis of Microplastic Intake by Human through Red Kurisi Fish (*Nemiptus Japonicas*) and Mackerel (*Rastrelliger* Sp) Consumption in the Coastal Area Community of Tamasaju Village, North Galesong, Takalar Regency. *South Asian Research Journal of Nursing and Healthcare*, 2(5), 110–116. <https://doi.org/10.36346/sarjnhc.2020.v02i05.003>.
- [12]. Hasanah, A. N., Aryani, D., Khalifa, M. A., Rahmawati, A., Munandar, E., & Radityani, F. A. 2023. Microplastic contained in gill, stomach and intestine of milkfish (*Chanos chanos*) and chub mackerel (*Scomber japonicus*) at Rau Market, Serang City, Banten. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1191(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1191/1/012007>.
- [13]. Daud, A., Bintara Birawida, A., Amqam, H., Tahir, A., El, N. H., & Nurtang, L. 2021. Risk Analysis of Microplastic in Fish (*Nemiptus Japonicas* & *Rastrelliger* Sp.) in Communities in the Coast Area of Tamasaju, Galesong Takalar. In *Medico-legal Update* (Vol. 21, Issue 2). <https://www.researchgate.net/publication/350327262>.
- [14]. Saha, G., & Saha, S. C. 2024. Tiny Particles, Big Problems: The Threat of Microplastics to Marine Life and Human Health. In *Processes* (Vol. 12, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/pr12071401>.
- [15]. Kwon Woo-Teag, YoungAh Rha, 권이승, 김귀성, & Lee, Woo-Sik. 2018. A Study on the Actual Condition of Microplastic Contamination in Mackerel. *Culinary Science & Hospitality Research*, 24(2), 119–127. <https://doi.org/10.20878/cshr.2018.24.2.015>.