

## Deteksi Mikroplastik pada Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) dari Pasar Beringharjo Kota Yogyakarta

### Detection of Microplastics in Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from Beringharjo Market, Yogyakarta City

Nurul Suwartiningsih<sup>1\*</sup>, Alya Luthfiyya Ariefiani Putri<sup>2</sup>, Dian Eka Wijayanti<sup>3</sup>, Adhita Sri Prabakusuma<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Laboratorium Ekologi dan Sistematika, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Terapan, Universitas Ahmad Dahlan, Jalan Ahmad Yani (Ringroad Selatan) Tamanan Banguntapan Bantul, Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Terapan, Universitas Ahmad Dahlan, Jalan Ahmad Yani (Ringroad Selatan) Tamanan Banguntapan Bantul, Yogyakarta, Indonesia

<sup>3</sup> Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi Terapan, Universitas Ahmad Dahlan, Jalan Ahmad Yani (Ringroad Selatan) Tamanan Banguntapan Bantul, Yogyakarta, Indonesia

<sup>4</sup> Program Studi Vokasi Bisnis Jasa Makanan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Ahmad Dahlan, Jalan Pramuka nomor 42 Sidikan, Yogyakarta, Indonesia

\*Corresponding author: [nurul.suwartiningsih@bio.uad.ac.id](mailto:nurul.suwartiningsih@bio.uad.ac.id)

**Abstract:** Microplastics in the bodies of aquatic biota can have a negative impact either on aquatic biota or humans who consume them. One of the largest markets in Yogyakarta that sells aquatic commodities is Beringharjo Market. This research was done to analyze the abundance and characteristics of microplastics contained in the digestive tract and meat of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) sold at Beringharjo Market. Microplastics were isolated from digestive tract and meat using 10% KOH at room temperature for three days. The microplastics are then filtered and observed under a microscope. The average abundance of microplastics in the digestive tract and meat was analyzed using Mann-Whitney test. The results showed that the abundance of microplastics in the digestive tract ( $933.00 \pm 380.17$  microplastics/gram) was higher than in meat ( $759.25 \pm 254.21$  microplastics/gram), but was not significantly different ( $p > 0,05$ ). The average of fragments and fibers microplastics between the digestive tract and meat was significantly different ( $p < 0.05$ ), while the average of films and pellets microplastics was not significantly different ( $p > 0.05$ ). The color of microplastics was not significantly different ( $p > 0.05$ ). The most dominant size of microplastics is in the range of 0-100  $\mu\text{m}$ , each at 40%. FT-IR results showed that the vannamei shrimp samples contained nylon type microplastics. Microplastics in the digestive tract and meat of vannamei shrimp sold at Beringharjo Market have the same abundance and characteristics.

**Keywords:** Beringharjo Market, digestive tract, meat, microplastics, vannamei shrimp

## 1. PENDAHULUAN

Plastik memiliki sifat serbaguna serta murah sehingga sangat dibutuhkan oleh manusia (Hale et al., 2020). Plastik dapat terkoyak dan terdegradasi menjadi berukuran mikro (0,1 – 5.000  $\mu\text{m}$ ) sehingga disebut mikroplastik (EFSA, 2016). Sifat mikroplastik adalah persisten sehingga menimbulkan pencemaran di daratan serta perairan (Lusher et al., 2017). Bahkan di laut, mikroplastik diprediksi meningkat dua kali lipat hingga tahun 2030 (Hale et al., 2020).

Mikroplastik yang mencemari perairan dapat memasuki tubuh organisme yang hidup di perairan, secara langsung saat menelan air ataupun secara tidak langsung saat menelan mangsa (Lusher et al., 2017; Vendel et al., 2017; Yona et al., 2020). Dampak yang diakibatkan dapat berupa tersumbatnya saluran pencernaan yang menimbulkan kekenyangan palsu serta penurunan produktivitas (Gall & Thompson, 2015). Selain itu, bahan pembuat plastik yang ada di dalam mikroplastik dapat mengakibatkan gangguan hormonal hingga bersifat karsinogen (Wright et al., 2013). Apabila mikroplastik terakumulasi di dalam tubuh manusia, dapat mengakibatkan obesitas, gangguan fertilitas bahkan kanker (Sharma & Chatterjee, 2017), berpindahnya mikro patogen (Barboza et al., 2018) maupun lesi inflamasi dengan sifat kronis (Prata et al., 2020). Oleh karena itu, mikroplastik yang ada di dalam tubuh organisme perairan terutama yang dikonsumsi oleh manusia menjadi penting untuk dideteksi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui potensi perpindahan mikroplastik dari tubuh organisme perairan ke tubuh manusia yang mengonsumsinya.

Deteksi mikroplastik telah dilakukan pada banyak hewan perairan antara lain Echinodermata, moluska, ikan, hingga krustase (Danopoulos et al., 2020). Salah satu krustase yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia adalah udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) karena pertumbuhannya cepat dengan nilai ekonomi yang tinggi (Anwar & Abdurrohman, 2020). Mikroplastik pada udang vannamei terbukti menyebabkan berbagai dampak negatif di antaranya penurunan sintasan, stress oksidatif serta kerusakan jaringan (Hsieh et al., 2021). Di Indonesia,

mikroplastik dalam tubuh udang vannamei terdeteksi baik pada udang yang dibudidayakan di tambak maupun udang tangkapan laut yang berasal perairan Gunung Anyar Surabaya (Chairrany et al., 2021).

Mikroplastik umumnya diekstrak dari sampel saluran pencernaan (Lusher et al., 2017) sebagai jalur utama masuknya mikroplastik. Namun, perbandingan mikroplastik dalam saluran pencernaan dan daging jarang dilakukan. Padahal, daging udang merupakan bagian yang sering dimakan. Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), udang vannamei salah satunya dijual di Pasar Beringharjo. Pasar Beringharjo merupakan salah satu pasar tradisional terbesar di DIY. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi mikroplastik dalam saluran pencernaan dan daging udang vannamei dari Pasar Beringharjo Kota Yogyakarta. Deteksi mikroplastik utamanya pada daging penting dilakukan sehingga masuknya mikroplastik kepada konsumen udang vannamei dapat diminimalisasi, serta sebagai bahan pertimbangan untuk upaya pengelolaan limbah plastik.

## 2. METODE

Penelitian yang dilakukan merupakan riset eksploratif. Penelitian ini mengeksplorasi baik jumlah maupun karakteristik (bentuk, warna, ukuran, jenis) mikroplastik dalam saluran pencernaan udang vannamei yang dijual di Pasar Beringharjo. Sampel yang digunakan sebanyak lima individu, ditentukan dengan teknik *quota sampling*. Data kelimpahan serta karakteristik mikroplastik diambil dengan metode observasi.

Sampel udang dibeli dari salah satu pedagang di Pasar Beringharjo, kemudian dimasukkan ke salam kotak es dan dibawa ke Laboratorium Ekologi dan Sistematis, Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Terapan, Universitas Ahmad Dahlan. Udang selanjutnya diidentifikasi dan dilakukan pengukuran panjang menggunakan jangka sorong, serta dilakukan penimbangan menggunakan timbangan digital. Seluruh peralatan yang digunakan disterilkan menggunakan alkohol 70% dan juga akuades, selanjutnya dibungkus menggunakan *aluminium foil* serta dikeringkan dalam oven 60°C dengan durasi 12 jam (Rochman et al., 2015). Proses ini dilakukan untuk mencegah adanya kontaminasi.

Proses ekstraksi mikroplastik dilakukan merujuk pada Rochman et al. (2015) dengan modifikasi. Sampel udang dibedah, kemudian saluran pencernaan diambil mulai dari esofagus sampai dengan anus untuk diukur panjangnya, ditimbang bobotnya dan dimasukkan ke botol flakon. Sampel daging diambil dari bagian abdomen sebanyak 5 g/ sampel, kemudian dimasukkan ke botol flakon yang lain. Sampel saluran pencernaan dan daging dalam masing-masing botol flakon ditambah KOH 10% sebanyak tiga kali lipat volume sampel, diinkubasi suhu ruang selama tiga hari. Proses inkubasi dalam KOH 10% dilakukan untuk menghancurkan bahan biogenik penyusun saluran pencernaan dan daging.

Sampel dalam botol flakon selanjutnya disaring dengan kertas saring di atas corong kaca dan erlenmeyer. Pelet yang dihasilkan dari proses penyaringan dipindahkan ke dalam cawan petri dengan pengerokan dan penyemprotan akuades. Mikroplastik yang ada di cawan petri diteteskan ke gelas benda kemudian ditutup menggunakan gelas penutup. Mikroplastik diamati di bawah mikroskop cahaya perbesaran maksimal 10 x 100. Mikroplastik yang terdeteksi selanjutnya didokumentasi menggunakan kamera mikroskop. Pengukuran mikroplastik menggunakan *software Image Raster*. Penentuan jenis polimer penyusun mikroplastik dideteksi menggunakan *Fourier Transform Infrared (FT-IR)* (Ibrahim et al., 2017).

Rata-rata kelimpahan mikroplastik antara sampel saluran pencernaan dan daging dibandingkan menggunakan uji Mann-Whitney. Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara panjang dan bobot saluran pencernaan dan daging dengan kelimpahan mikroplastik. Data karakteristik mikroplastik (bentuk, warna, ukuran, jenis) dianalisis secara deskriptif.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN (RESULTS AND DISCUSSION)

### Kelimpahan Mikroplastik pada Udang Vannamei dari Pasar Beringharjo

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kelimpahan mikroplastik pada sampel saluran pencernaan lebih tinggi ( $933,00 \pm 380,17$  mikroplastik/gram) dibandingkan pada daging ( $759,25 \pm 254,21$  mikroplastik/gram) (Tabel 1). Namun, rata-rata kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan dan daging udang vannamei tidak berbeda nyata signifikan ( $p > 0,05$ ).

Tabel 1. Kelimpahan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan dan Daging Udang Vannamei dari Pasar Beringharjo

Sampel	Rentang Kelimpahan Mikroplastik (mikroplastik/gram)	Rentang Kelimpahan Mikroplastik (mikroplastik/gram)
Saluran Pencernaan	526 – 1090	$933,00 \pm 380,17^a$
Daging	571 – 1451	$759,25 \pm 254,21^a$

Keterangan: *Superscript* sama menunjukkan tidak adanya beda nyata signifikan ( $p > 0,05$ )



Penelitian ini menunjukkan bahwa kelimpahan mikroplastik yang didapatkan baik pada sampel saluran pencernaan maupun pada sampel daging lebih tinggi daripada yang ditemukan oleh Chairrany et al. (2021) pada udang vannamei yang berasal dari perairan Gunung Anyar Surabaya yaitu sebanyak maksimal 11 mikroplastik/gram. Tingginya mikroplastik pada penelitian ini diakibatkan oleh waktu penelitian yang lebih terkini di mana mikroplastik di perairan diperkirakan telah meningkat jumlahnya. Kelimpahan mikroplastik yang semakin meningkat dipengaruhi oleh kebutuhan manusia yang semakin tergantung pada plastik (Hermawan et al., 2022) sehingga meningkatkan limbah plastik yang terpecah menjadi mikroplastik (Sutanahaji et al., 2021). Berbagai kegiatan perikanan dan juga pembuangan limbah baik industri maupun domestik menyumbang pada peningkatan kelimpahan mikroplastik di perairan (Curren et al., 2021). Semakin banyak mikroplastik di perairan, maka peluang masuk ke dalam tubuh hewan perairan juga semakin tinggi (Güven et al., 2017; Wright et al., 2013).

Meskipun tidak berbeda nyata signifikan, kelimpahan mikroplastik pada sampel saluran pencernaan lebih tinggi daripada sampel daging. Hal ini disebabkan mikroplastik akan terakumulasi di saluran pencernaan (Gall & Thompson, 2015) sebelum dikeluarkan melalui feses atau berpindah ke organ yang lain. Mikroplastik yang ada pada tubuh udang vannamei dapat menimbulkan berbagai dampak negatif di antaranya penurunan sintasan, stress oksidatif serta kerusakan jaringan (Hsieh et al., 2021).

Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa panjang dan bobot saluran pencernaan serta daging tidak berhubungan dengan kelimpahan mikroplastik ( $p > 0,05$ ). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan tidak adanya korelasi morfometri tubuh dengan kelimpahan mikroplastik yang terdeteksi pada *Bivalvia* dari Tumintin dan Malayang Manado (Kawung et al., 2022).

### Karakteristik Mikroplastik pada Udang Vannamei dari Pasar Beringharjo Kota Yogyakarta

#### Bentuk

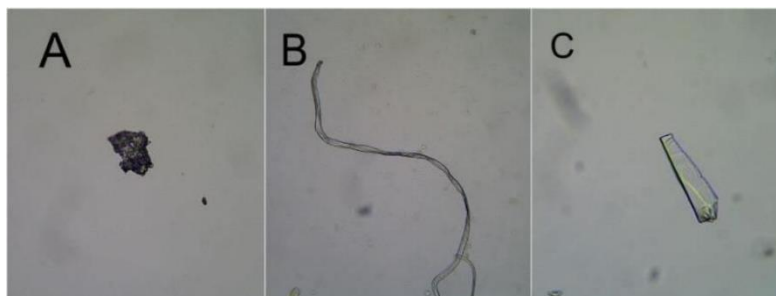
Penelitian ini mendeteksi tiga bentuk mikroplastik yaitu fragmen (Gambar 1.a.), fiber (Gambar 1.b.), dan film (Gambar 1.c.). Tidak ditemukan bentuk pelet pada kedua sampel. Bentuk fragmen ditemukan paling melimpah baik pada sampel saluran pencernaan ( $531,75 \pm 200,43$  mikroplastik/gram) maupun daging ( $492,5 \pm 179,65$  mikroplastik/gram) (Tabel 2). Kelimpahan fragmen dan fiber berbeda nyata antarsampel ( $p < 0,05$ ).

Tabel 2. Bentuk Mikroplastik pada Saluran Pencernaan dan Daging Udang Vannamei dari Pasar Beringharjo

Sampel	Fragmen	Fiber	Film
Saluran Pencernaan	$492,5 \pm 179,65^a$	$98,00 \pm 43,55^a$	$168,75 \pm 36,80^a$
Daging	$531,75 \pm 200,43^b$	$148,5 \pm 93,25^b$	$252,75 \pm 110,44^a$

Keterangan: *Superscript* sama menunjukkan tidak adanya beda nyata signifikan ( $p > 0,05$ ) dan sebaliknya

Fragmen merupakan serpihan plastik dengan polimer sintetik yang bersifat kuat. Mikroplastik ini berasal dari serpihan botol minum, galon maupun pipa (Dewi et al., 2015). Dengan densitasnya yang tinggi, fragmen mudah tenggelam sehingga mempertinggi peluangnya masuk ke dalam tubuh udang vannamei yang cenderung hidup di dasar perairan. Hal ini didukung oleh Markic et al. (2018) yang menyatakan bahwa organisme bentik mengakumulasi lebih banyak fragmen. Selain itu udang vannamei mungkin mengakumulasi fragmen akibat kesalahan medeteksi mangsa atau memangsa makanan yang telah terkontaminasi mikroplastik sebelumnya. Mikroplastik fragmen dan fiber lebih banyak didapatkan di daging daripada di saluran pencernaan karena kemungkinan telah terjadi perubahan dimensi sehingga berukuran lebih kecil kemudian tertranslokasi (Abbasi et al., 2018) dan terakumulasi di dalam daging.



Gambar 1. a. Fragmen, b. Fiber, c. Film

#### Warna

Hasil penelitian mendeteksi lima warna dari kedua sampel yaitu hitam, transparan, biru, kuning, serta coklat. Warna hitam mendominasi sampel saluran pencernaan ( $513,75 \pm 188,34$  mikroplastik/gram) maupun daging ( $564,00 \pm 218,21$  mikroplastik/gram) (Tabel 3). Rata-rata warna mikroplastik tidak berbedanyata antarsampel ( $p > 0,05$ ).

Tabel 3. Warna Mikroplastik pada Saluran Pencernaan dan Daging Udang Vannamei dari Pasar Beringharjo

Sampel	Hitam	Transparan	Biru	Kuning	Coklat
Saluran Pencernaan	513,75 ± 188,34 <sup>a</sup>	239,00 ± 69,33 <sup>a</sup>	3,00 ± 2,45 <sup>a</sup>	2,00 ± 3,37 <sup>a</sup>	3,00 ± 2,45 <sup>a</sup>
Daging	564,00 ± 218,21 <sup>a</sup>	353,50 ± 195,87 <sup>a</sup>	8,25 ± 2,75 <sup>a</sup>	3,00 ± 2,75 <sup>a</sup>	4,00 ± 2,71 <sup>a</sup>

Keterangan: *Superscript* sama menunjukkan tidak adanya beda nyata signifikan ( $p > 0,05$ )

Dominasi warna hitam juga ditemukan pada penelitian sebelumnya (Güven et al., 2017; Hastuti et al., 2019). Warna hitam identik dengan bentuk fragmen. Selain itu, warna hitam mengindikasikan kemampuan mikroplastik dalam menyerap kontaminan yang ada di perairan (Hiwari et al., 2019).

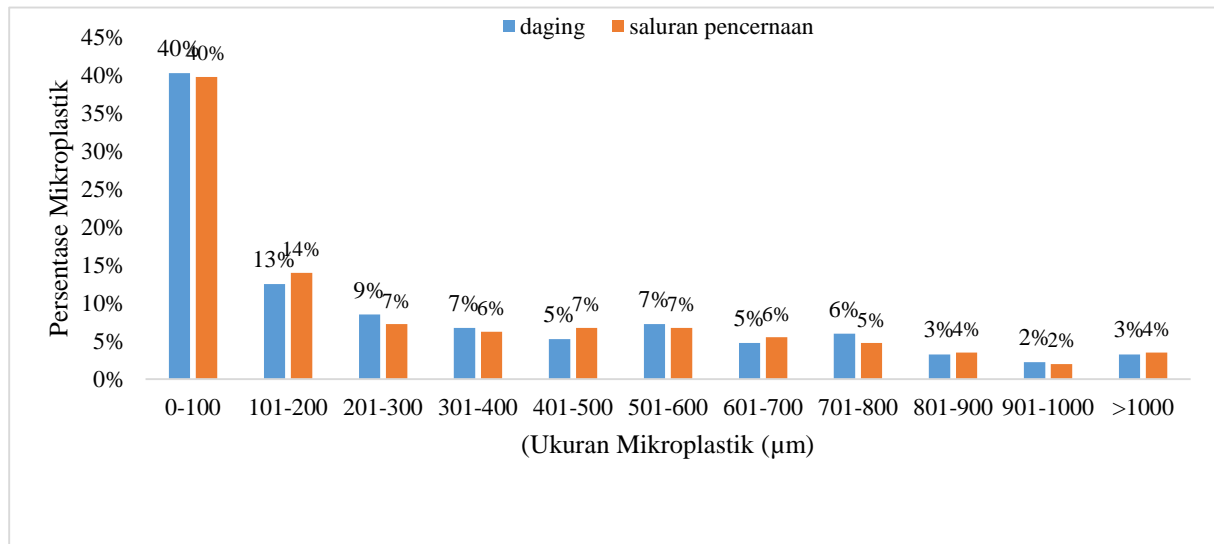
#### Ukuran

Hasil penelitian terdeteksi bahwa sampel saluran pencernaan maupun sampel daging didominasi oleh ukuran mikroplastik sebesar 0-100  $\mu\text{m}$  masing-masing 40%. Sedangkan ukuran 901-1000  $\mu\text{m}$  ditemukan terendah pada kedua sampel, masing-masing sebanyak 2% (Gambar 2).

Ukuran mikroplastik dapat berpengaruh kepada peluangnya untuk tertelan serta berpindah ke jaringan lain (Hastuti et al., 2019). Rentang ukuran yang mendominasi pada penelitian ini sama dengan hasil penelitian sebelumnya yang ditemukan pada beberapa ikan ekonomis yang dijual di Swalayan X Sleman DIY (Suwartiningsih & Nafi'a, 2022). Kecilnya ukuran mikroplastik yang didapatkan menunjukkan bahwa plastik yang ada di perairan telah lama terdegradasi (Karbalaie et al., 2019).

#### Jenis

Hasil penelitian mendeteksi plastik jenis nilon atau poliamida (PA). Hal ini sama dengan temuan pada beberapa ikan konsumsi dari Pantai Baron DIY (Suwartiningsih et al., 2020). Nilon merupakan plastik yang sering digunakan dalam aktivitas perikanan (Ibrahim et al., 2017) seperti jala dan alat pancing, serta limbah cucian pakaian yang ebrasal dari serat sintetik.



Gambar 2. Persentase ukuran mikroplastik dalam saluran pencernaan dan daging udang vannamei dari Pasar Beringharjo

## 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa mikroplastik yang terdeteksi dalam saluran pencernaan maupun daging udang vannamei dari Pasar Beringharjo Kota Yogyakarta memiliki kelimpahan dan karakter yang tidak berbeda nyata. Penelitian selanjutnya dapat diperluas pada komoditas perikanan lain serta pasar lain sehingga bisa didapatkan data sebaran kontaminasi mikroplastik pada berbagai komoditas perikanan di Indonesia.



## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan dalam bentuk yang pendek, ditujukan kepada sponsor riset atau pihak yang tidak bisa disebutkan dalam bagian penulis.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, S., Soltani, N., Keshavarzi, B., Moore, F., Turner, A., & Hassanaghaei, M. (2018). Microplastics in different tissues of fish and prawn from the Musa Estuary, Persian Gulf. *Chemosphere*, 205, 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.04.076>
- Anwar, S., & Abdurrohman, A. (2020). Pemanfaatan Teknologi Internet of Things Untuk Monitoring Tambak Udang Vaname Berbasis Smartphone Android Menggunakan Nodemcu Wemos D1 Mini. *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, 5(2), 77. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2020.5.2.484>
- Barboza, G. L. A., Vethaak, A. D., Lavorante, B. R. B. O., Lundebye, A., & Guilhermino, L. (2018). Marine microplastic debris : An emerging issue for food security , food safety and human health. *Marine Pollution Bulletin*, 133(May), 336–348. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047>
- Chairrany, B., Mahmiah, M., & Sa'adah, N. (2021). Environmental Pollution Journal. *Environmental Pollution Journal*, 1(1), 24–33.
- Curren, E., Kuwahara, V. S., Yoshida, T., & Leong, S. C. Y. (2021). Marine microplastics in the ASEAN region: A review of the current state of knowledge. *Environmental Pollution*, 288(April), 117776. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117776>
- Danopoulos, E., Jenner, L. C., Twiddy, M., & Rotchell, J. M. (2020). Microplastic Contamination of Seafood Intended for Human Consumption: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environmental Health Perspectives*, 128(12), 126002.
- EFSA. (2016). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA Journal*, 14(6), 4501. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4501>
- Gall, S. C., & Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*, 92(1–2), 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>
- Güven, O., Gökdağ, K., Jovanović, B., & Kıdeys, A. E. (2017). Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. *Environmental Pollution*, 223(January), 286–294. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.025>
- Hale, R. C., Seeley, M. E., La Guardia, M. J., Mai, L., & Zeng, E. Y. (2020). A Global Perspective on Microplastics. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125(1), 1–40. <https://doi.org/10.1029/2018JC014719>
- Hastuti, A. R., Lumbanbatu, D. T. F., & 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. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200513>
- Hermawan, R., S Adel, Y., Renol, R., Syahril, M., & Mubin, M. (2022). Kajian Mikroplastik pada Ikan Konsumsi Masyarakat di Teluk Palu, Sulawesi Tengah. *Journal of Marine Research*, 11(2), 267–276. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.32321>
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. (2019). Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote , Provinsi Nusa Tenggara Timur Condition of microplastic garbage in sea surface water at around Kupang and Rote , East Nusa Tenggara Province. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 5, 165–171. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050204>
- Hsieh, S. L., Wu, Y. C., Xu, R. Q., Chen, Y. T., Chen, C. W., Singhanian, R. R., & Dong, C. Di. (2021). Effect of polyethylene microplastics on oxidative stress and histopathology damages in *Litopenaeus vannamei*. *Environmental Pollution*, 288(April), 117800. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117800>
- Ibrahim, Y. S., Rathnam, R., Anuar, S. T., & Khalik, W. M. A. W. M. (2017). Pemisahan dan pencirian plastik-mikro di dalam Latas calcarifer dari tanah bencha setiu, Malaysia. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 21(5), 1054–1064. <https://doi.org/10.17576/mjas-2017-2105-07>
- Karbalaee, S., Golieskardi, A., Hamzah, H. B., Abdulwahid, S., Hanachi, P., Walker, T. R., & Karami, A. (2019). Abundance and characteristics of microplastics in commercial marine fish from Malaysia. *Marine Pollution Bulletin*, 148(July), 5–15. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.072>
- Kawung, N. R., Adnyana, I. W. S., & Hendrawan, I. G. (2022). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Bivalvia Di Perairan Tuminting Dan Malalayang Kota Manado. *ECOTROPIC : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 16(2), 220. <https://doi.org/10.24843/ejes.2022.v16.i02.p09>
- 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. <https://doi.org/10.1039/c6ay02415g>
- Markic, A., Niemand, C., Bridson, J. H., Mazouni-Gaertner, N., Gaertner, J. C., Eriksen, M., & Bowen, M. (2018). Double trouble in the South Pacific subtropical gyre: Increased plastic ingestion by fish in the oceanic accumulation zone. *Marine Pollution Bulletin*, 136(September), 547–564. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.09.031>



- Prata, J. C., da Costa, J. P., Lopes, I., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2020). Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Science of the Total Environment*, 702, 134455. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134455>
- Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., Teh, F. C., Werorilangi, S., & Teh, S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, 5, 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep14340>
- Sari Dewi, I., Aditya Budiarsa, A., & Ramadhan Ritonga, I. (2015). Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, 4(3). <https://doi.org/10.13170/depik.4.3.2888>
- Sharma, S., & Chatterjee, S. (2017). Microplastic pollution , a threat to marine ecosystem and human health : a short review. *Environ Sci Pollut Res*, 24, 21530–21547. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9910-8>
- Sutanhaji, A. T., Rahadi, B., & Firdausi, N. T. (2021). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(2), 74–84. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2021.008.02.3>
- Suwartiningsih, N., & Nafi'a, N. M. (2022). Mikroplastik dalam saluran pencernaan ikan konsumsi dari Swalayan X Kabupaten Sleman Provinsi. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi VII*, 8, 655–665.
- Suwartiningsih, N., Setyowati, I., & Astuti, R. (2020). Microplastics in Pelagic and Demersal Fishes of Pantai Baron, Yogyakarta, Indonesia. *Jurnal Biodjati*, 5(1), 33–49. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v5i1.7768>
- Vendel, A. L., Bessa, F., Alves, V. E. N., Amorim, A. L. A., Patrício, J., & Palma, A. R. T. (2017). Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures. *Marine Pollution Bulletin*, 117(1–2), 448–455. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.081>
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)*, 178, 483–492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>
- Yona, D., Maharani, M. D., Cordova, M. R., Elvania, Y., & Dharmawan, I. W. E. (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. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i2.25971>