



## Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Air Laut Pantai Lamaru Kecamatan Balikpapan Timur Provinsi Kalimantan Timur

### *Types and Abundance of Microplastics in Seawater at Lamaru Beach, East Balikpapan District, East Kalimantan Province*

Greselia Sarita<sup>1</sup>, Moh. Mustakim<sup>2</sup>\*, Akhmad Rafii<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universitas Mulawarman, Jl. Kuaro Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75119, Indonesia

<sup>2</sup> Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Samarinda 75242, Indonesia

<sup>3</sup> Laboratorium Konservasi Sumberdaya Perairan, Universitas Mulawarman, Samarinda 75117, Indonesia

Corresponding author: [mustakim.unmul2005@gmail.com](mailto:mustakim.unmul2005@gmail.com)

Diterima: 27 Desember 2022, Disetujui: 9 Maret 2023

### ABSTRAK

Mikroplastik telah menarik perhatian dunia karena potensi ancamannya terhadap ekosistem laut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelimpahan dan jenis mikroplastik pada pantai Lamaru. Kajian dilakukan terhadap kelimpahan, ukuran, dan komposisi mikroplastik pada air laut. Penelitian ini menggunakan metode purposive sampling yang mengambil sampel dengan pertimbangan tertentu.. Jenis mikroplastik pada air laut pantai Lamaru adalah fiber, fragmen, dan film. Hasil kelimpahan total mikroplastik pada air laut pantai Lamaru adalah 4.434 partikel/L. Fragmen merupakan jenis mikroplastik yang banyak ditemukan di perairan pantai Lamaru (3.036 partikel/L), diikuti oleh film (834 partikel/L), dan fiber (564 partikel/L). Hasil analisis data statistik menggunakan uji Kruskal-wallis menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antar jenis mikroplastik dengan nilai Pvalue ((0,179) >  $\alpha$  (0,05)). Mikroplastik diketahui bersumber dari bawaan arus air laut dari Selat Makassar dan kegiatan industri di sekitar pantai.

**Kata kunci:** air laut, fragmen, mikroplastik

### ABSTRACT

*Microplastics have attracted worldwide attention because of their potential threat to marine ecosystems. The purpose of this study was to determine the abundance and types of microplastics on Lamaru beach. This study was conducted on the abundance, size and composition of microplastics in seawater. This study uses a purposive sampling method that takes samples with certain considerations. The types of microplastics in the seawater at Lamaru beach are fiber, fragments and films. The total abundance of microplastics in the seawater at Lamaru beach is 4,434 particles/L. Fragments are the most common type of microplastic found in the coastal waters of Lamaru (3,036 particles/L), followed by films (834 particles/L), and fiber (564 particles/L). The results of statistical data analysis using the Kruskal-wallis test showed that there was no significant difference between types of microplastic and its values is Pvalue ((0,179) >  $\alpha$  (0,05)). Microplastics are known to originate from seawater currents from the Makassar Strait and industrial activities around the coast.*

**Keywords:** Fragmen, microplastic, sea water

## PENDAHULUAN

Produksi plastik telah berkembang pesat sejak tahun 1950 dengan jumlah 8,3 miliar ton plastik (7,3 miliar ton bahan plastik non-serat dan 1 miliar ton serat sintetis) pada tahun 2015 (Geyer et al., 2017). Jumlah sampah plastik yang dihasilkan pada tahun 2019 sebanyak 353 juta ton dimana 22 juta ton terdapat di daratan dan 6,1 juta ton terdapat di lingkungan perairan sungai dan laut (OECD, 2022). Puing-puing plastik diklasifikasikan menurut ukurannya menjadi makroplastik (>2,5 cm), mesoplastik (>5 mm), dan mikroplastik (<5 mm). Puing-puing plastik tidak dapat terurai secara hayati, tetapi dapat terdegradasi oleh paparan sinar ultraviolet dan oksidasi atau dihancurkan secara fisik oleh angin dan gelombang menjadi mikroplastik (Andrady, 2011). Daya tahan yang kuat menjadikan mikroplastik bertahan di lingkungan untuk jangka waktu yang lama (Bergmann et al., 2022). Terdapat >24,4 triliun mikroplastik diperkirakan mengambang di permukaan lapisan lautan dunia sampai saat ini (Isobe et al., 2021).

Cózar et al., (2017) mengatakan bahwa mikroplastik tidak hanya di lapisan permukaan laut tetapi juga di bawah permukaan hingga lapisan yang lebih dalam. Zhang et al., (2022) menambahkan bahwa mikroplastik masih dapat ditemukan di daerah yang jauh dari aktivitas manusia. Van Sebille et al., (2012) mengungkapkan sebesar 99% mikroplastik tidak diketahui lokasinya, hal ini menunjukkan adanya mikroplastik yang masuk ke dalam tubuh organisme laut. Hal ini dikuatkan oleh adanya penelitian dari (Desforges et al., 2015; Devriese et al., 2015; Lusher et al., 2015; Neves et al., 2015; Van Cauwenberghe dan Janssen, 2014) yang menemukan kandungan mikroplastik di

hewan bivalvia, zooplankton, udang, dan paus. Kuantitas mikroplastik yang terkandung dalam ekosistem laut sulit untuk dikenali karena mikroplastik rentan terhadap polutan organik yang persisten seperti polychlorinated biphenyls, sehingga menimbulkan adanya kekhawatiran terhadap toksisitas partikel dan konsentrasi kontaminan kimia dalam organisme (Yeo et al., 2020). Karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis, kelimpahan, ukuran, presentase, dan perbedaan jenis mikroplastik di Pantai Lamaru.

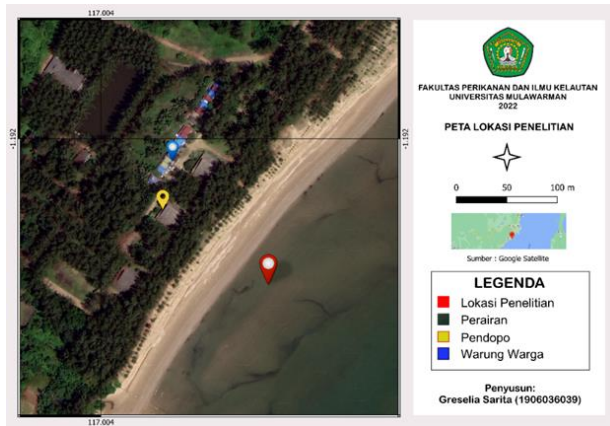
## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – November 2022 yang meliputi tahap persiapan, penentuan stasiun, pengambilan sampel dan analisis data. Lokasi penelitian ini dilakukan di wilayah intertidal Pantai Lamaru seperti yang terlihat pada Gambar 1. Pengambilan sampel dilakukan pada 1 stasiun yang digarisi garis transek sepanjang 100 m dan dibagi menjadi 5 subtransek dengan Panjang 20 m. Pengulangan dilakukan sebanyak 15 kali.

### Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air laut dilakukan pada saat surut. Sampel air laut diambil menggunakan ember kapasitas 5 L. Air laut ditimba memakai ember pada kedalaman 20 – 30 cm, kemudian disaring menggunakan plankton net diameter 15 cm. Penyaringan sampel dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali. Total volume air yang disaring 50 L dan yang tersaring 0,1 L. Hasil saringan kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel untuk menghindari kontaminasi partikel lain.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol sampel, erlenmeyer 250 ml, mikroskop Olympus Microservice, oven, plankton net, gelas ukur 100 ml, kertas filter diameter 47 mm, vacuum pump, pipet ukur, timbangan analitik, labu takar, water bath, kaca arloji, dan ember 5 L. Bahan yang digunakan adalah aquades,  $H_2O_2$ , dan  $FeSO_4$ .

### Prosedur Kerja

Kegiatan pengamatan dimulai dari persiapan alat dan bahan, kemudian mengambil sampel di Pantai Lamaru. Prosedur identifikasi sampel ditunjukkan pada Gambar 2. Sampel air yang akan diidentifikasi, dituang ke gelas beaker 250 ml.  $FeSO_4$  0,05 M dilarutkan sebanyak 1000 ml dan  $H_2O_2$  50% diencerkan menjadi 30%. Setelah itu, larutan  $H_2O_2$  dan  $FeSO_4$  dicampur dengan air sampel guna menghilangkan bahan organik pada sampel. Setelah tercampur rata, sampel dipindahkan ke Erlenmeyer lalu dipanaskan menggunakan waterbath pada suhu  $70^\circ C$ .

Ketika telah melewati pemanasan selama 30 menit, air sampel disaring menggunakan vacuum pump. Sampel yang telah tersaring dipindahkan ke kaca arloji dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu  $106^\circ C$ . Sampel akan mengering setelah keluar dari oven, selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x10.



a)



b)



Gambar 2. a) Pengambilan sampel air, b) pelarutan bahan kimia, c) penyaringan sampel, d) pengamatan sampel



### Metode Analisis

#### Kelimpahan Mikroplastik

Kelimpahan mikroplastik dihitung dengan membagi jumlah partikel mikroplastik dengan volume air tersaring (Masura et al., 2015):

$$K = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik}}{\text{Volume air tersaring}}$$

### Analisis Statistik

Metode analisa statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji Kruskal-wallis untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan kelimpahan jenis mikroplastik di pantai Lamaru. Uji Kruskal-wallis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS 23 dan menggunakan hipotesis sebagai berikut:

H0 ; Tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap kelimpahan jenis mikroplastik di pantai Lamaru

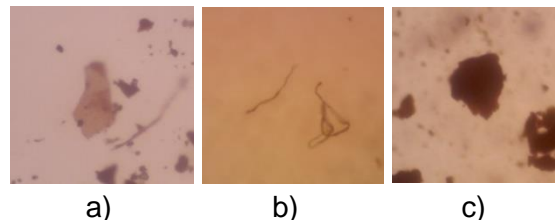
H1 : Ada perbedaan yang signifikan terhadap kelimpahan jenis mikroplastik di pantai Lamaru

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jenis dan Jumlah Mikroplastik

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa dalam sampel air laut yang diambil di daerah intertidal pantai Lamaru mengandung 3 jenis mikroplastik. Jenis mikroplastik yang ditemukan yaitu film, fiber, dan fragmen. Jenis film yang ditemukan berbentuk seperti lembaran plastik yang tipis dan transparan. Jenis fiber yang ditemukan pada penelitian ini berbentuk seperti benang, ada yang berserat maupun berwarna hitam pekat. Jenis fragmen yang ditemukan berbentuk seperti potongan plastik berwarna hitam pekat dan memiliki ukuran yang lebih besar dari jenis film dan fiber. Pada proses identifikasi ini tidak ditemukan adanya mikroplastik jenis granual atau butiran. Jenis mikroplastik yang ditemukan pada proses identifikasi ini berasal dari potongan kantong-kantong plastik, pakaian dengan serat sintetis, alat pancing, dan jaring ikan. Hasil identifikasi

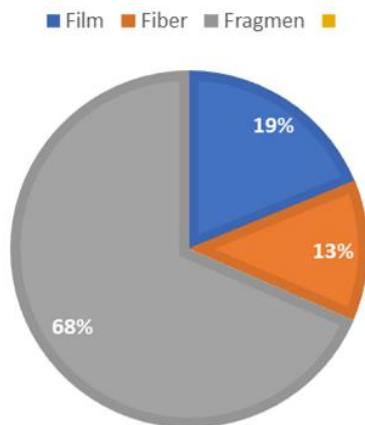
jenis mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. a) Mikroplastik jenis film, b) Mikroplastik jenis fiber, c) Mikroplastik jenis fragmen

Jenis mikroplastik yang ditemukan pada penelitian ini masing-masing memiliki jumlah yang bervariasi. Mikroplastik jenis fragmen adalah jenis yang paling mendominasi di antara jenis mikroplastik lainnya. Jenis fragmen memiliki jumlah terbanyak dengan total 4.555 partikel, diikuti jenis film dengan total 1.251 partikel dan yang paling sedikit ditemukan yaitu mikroplastik jenis fiber dengan total 847 partikel. Mauludy *et al.*, (2019) mengatakan bahwa jenis fragmen berasal dari potongan produk plastik. Banyaknya keberadaan jenis fragmen dapat dikaitkan dengan tingginya aktifitas manusia dalam menggunakan plastik. Jenis selanjutnya adalah film yang diduga terbawa oleh arus air dari daerah lain. Hal ini dikarenakan jenis film memiliki densitas yang paling rendah sehingga mudah terbawa oleh arus (Azizah *et al.*, 2020). Berikutnya adalah jenis film yang ditemukan memiliki jumlah terendah. Berdasarkan observasi yang dilakukan, rata-rata masyarakat Kelurahan Lamaru tidak menerapkan kegiatan mencuci pakaian di sungai, sehingga distribusi fiber yang berasal dari pakaian memiliki jumlah yang rendah.

### Kelimpahan, Komposisi Jumlah, dan Ukuran Jenis Mikroplastik



Gambar 4. Komposisi jumlah mikroplastik

Hasil analisis ditemukan kelimpahan jenis mikroplastik yang paling mendominasi adalah jenis fragmen sebesar 3.036 partikel/L, selanjutnya jenis film sebesar 834 partikel/L (19%), dan jenis fiber sebesar 546,7 partikel/L. Besarnya kelimpahan jenis fragmen merupakan patahan plastik yang berasal dari sekitar pantai Lamaru dan yang terbawa oleh arus. Mauludy *et al.*, (2019) menyatakan jenis film berasal dari potongan dan degradasi dari kantong-kantong plastik, kemudian jenis fiber berasal dari kegiatan perikanan dan kegiatan pencucian pakaian.

Nilai kelimpahan mikroplastik pada penelitian ini lebih besar jika dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Nugroho *et al.*, 2018) di perairan Teluk Benoa dengan jumlah berkisar 0,43-0,58 partikel/m<sup>3</sup>. Syachbudi (2020) melakukan penelitian di Sungai Code dan menemukan kelimpahan mikroplastik sebesar 14,45 partikel/m. Hasibuan *et al.*, (2020) mengemukakan kelimpahan mikroplastik di Perairan Sei Sikambing sebesar 28,16 partikel/m<sup>3</sup>. Perbedaan nilai kelimpahan ini berdasarkan pada lokasi dan metode penelitian yang digunakan. Perbedaan curah hujan dan kecepatan angin pada suatu lokasi dapat

memberikan jumlah kelimpahan yang berbeda. Kecepatan angin dan arus yang besar membuat jumlah mikroplastik akan semakin banyak karena besarnya proses degradasi. Perbedaan metode pengambilan sampel air juga dapat mempengaruhi kelimpahan mikroplastik. Penelitian ini melakukan pengambilan sampel menggunakan satu stasiun. Pengambilan sampel yang dilakukan lebih dari satu stasiun akan menghasilkan sampel yang lebih banyak daripada pengambilan sampel di satu stasiun.

Hasil pengukuran mikroplastik menggunakan mikroskop ditemukan bahwa partikel mikroplastik memiliki ukuran yang bervariasi. Ukuran tersebut diukur dari partikel yang paling kecil hingga paling besar. Mikroplastik jenis film memiliki ukuran terkecil 130.40000 µm dan ukuran terbesar 5257.84000 µm<sup>2</sup>. Mikroplastik jenis fragmen dengan ukuran terkecil 6.94000 µm<sup>2</sup> dan ukuran terbesar 10745.36000 µm<sup>2</sup>. Mikroplastik jenis fiber dengan ukuran terpendek 20.38777 µm dan ukuran terpanjang 145.01384 µm. Claessens *et al.*, (2011) mengatakan bahwa perbedaan ukuran mikroplastik disebabkan oleh waktu degradasi, semakin lama waktu degradasi mikroplastik di perairan maka ukuran partikel mikroplastik akan semakin kecil. Kershaw dan Rochman (2016) menjelaskan bahwa selama proses degradasi mikroplastik akan mengalami perubahan seperti berubah warna, menjadi lapuk dan mudah hancur. Pengaruh spontan proses degradasi adalah angin, gelombang, gigitan hewan, dan aktivitas manusia yang berpotensi menghancurkan bentuk plastik menjadi partikel yang sangat kecil.

#### Analisis Perbedaan Kelimpahan Jenis Mikroplastik



Analisis ini menggunakan uji *Kruskal-wallis* karena data tidak berdistribusi dengan normal. Hasil uji *Kruskal-wallis* dapat dilihat pada tabel 1. Hasil uji menunjukkan nilai *Pvalue* ( $_{(0,179)} > \alpha_{(0,05)}$ ). Hal ini dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap kelimpahan jenis mikroplastik antara film, fiber, dan fragmen di pantai Lamaru atau  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak.

Tabel 1 Hasil Uji Kruskal-wallis

	Kelimpahan (partikel/L)
<i>Chi-Square</i>	3,440
<i>Df</i>	2
<i>Asymp. Sig.</i>	0,179

Berdasarkan analisis statistik, hasil uji yang tidak memiliki perbedaan yang signifikan terjadi karena adanya nilai variabel yang ekstrem. Hasil sampel yang diambil dari tempat penelitian dan telah diidentifikasi memiliki nilai yang berbeda nyata. Mikroplastik jenis fragmen memiliki jumlah yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan jenis film, diantaranya adalah kelimpahan film pada pengulangan 5 adalah 120 Partikel/L dan kelimpahan fragmen sebesar 11.313 Partikel/L. Variabel ekstrem tersebut yang menjadikan hasil uji *Kruskal-wallis* pada penelitian ini tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

## KESIMPULAN

Jenis mikroplastik yang ditemukan pada air laut pantai Lamaru adalah film, fiber dan fragmen. Ketiga jenis mikroplastik yang ditemukan memiliki total yang berbeda-beda. Mikroplastik jenis film berjumlah 1.251 partikel. Jenis fiber berjumlah 847 partikel. Jenis fragmen berjumlah 4.555 partikel. 2. Kemudian, kelimpahan mikroplastik pada air laut pantai

Lamaru adalah 4.416 partikel/L. Kelimpahan jenis film 834 partikel/L. Kelimpahan jenis fiber 546,7 partikel/L. Kelimpahan jenis fragmen 4.416 partikel/L. Komposisi jenis mikroplastik pada pantai Lamaru 18,80% (Film), 12,73% (Fiber), 68,46% (Fragmen). Ukuran masing-masing jenis mikroplastik dari yang paling besar hingga paling kecil sebesar 130.40000  $\mu\text{m}$ -5257.84000  $\mu\text{m}^2$  (Film), 6.94000  $\mu\text{m}^2$ -10745.36000  $\mu\text{m}^2$

(Fragmen), dan 20.38777  $\mu\text{m}$ -145.01384  $\mu\text{m}$  (Fiber). Berdasarkan hasil analisis data statistik menggunakan uji *Kruskal-wallis* yang diolah dengan SPSS versi 23 menunjukkan nilai *Pvalue* ( $_{(0,0179)} > \alpha_{(0,05)}$ ), maka tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap kelimpahan mikroplastik jenis film, fiber, dan fragmen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Azizah, P., Ridlo, A., Suryono, C. A., Kelautan, D. I., Perikanan, F., & Diponegoro, U. (2020). *Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara, Jawa Tengah*. 9(3), 326–332.
- Bergmann, M., Collard, F., Fabres, J., Gabrielsen, G. W., Provencher, J. F., Rochman, C. M., van Seville, E., & Tekman, M. B. (2022). Plastic pollution in the Arctic. *Nature Reviews Earth and Environment*, 3(5), 323–337. <https://doi.org/10.1038/s43017-022->

- 00279-8
- Claessens, M., De Meester, S., Van Landuyt, L., De Clerck, K., & Janssen, C. K. (2011). Occurrence and distribution of microplastic in marine sediments along the belgian coast. *Marine Pollution Bulletin*, 62(10), 2199–2204.
- Cózar, A., Martí, E., Duarte, C. M., García-de-Lomas, J., Van Seville, E., Ballatore, T. J., Eguíluz, V. M., Ignacio González-Gordillo, J., Pedrotti, M. L., Echevarría, F., Troublè, R., & Irigoien, X. (2017). The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation. *Science Advances*, 3(4), 1–9.  
<https://doi.org/10.1126/sciadv.1600582>
- Desforges, J. W., Galbraith, M., & P.S. Ross. (2015). Ingestion of Microplastic by Zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 69(2015), 320–330.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00244-015-0172-5#citeas>
- Devriese, L. I., Van der Meulen, M. D., Maes, T., Bekaert, K., Paul-Pont, I., Frere, L., Robbens, J., & Vethaak, A. D. (2015). Microplastic contamination in brown shrimp (*Crangon crangon*, Linnaeus 1758) from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area. *Marine Pollution Bulletin*, 98(1–2), 179–187.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X1500418X?via%3Dihub>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). *Production , use , and fate of all plastics ever made*. July, 3–8.
- Hasibuan, N. H., Suryati, I., Leonardo, R., Risky, A., Ageng, P., & Addauwiyah, R. (2020). Analisa Jenis, Bentuk Dan Kelimpahan Mikroplastik Di Sungai Sei Sikambing Medan. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 20(2), 108.  
<https://doi.org/10.36275/stsp.v20i2.270>
- Isobe, A., Azuma, T., Cordova, M. R., Cózar, A., Galgani, F., Hagita, R., Kanhai, L. D., Imai, K., Iwasaki, S., Kako, S., & Kozlovskii, N. (2021). *A multilevel dataset of microplastic abundance in the world 's upper ocean and the Laurentian Great Lakes*. 1–14.
- Kershaw, P. J., & Rochman, C. M. (2016). *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part 2 of a global assessment*. INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION.
- Lusher, A. L., Hernandez-Milian, G., O'Brien, J., Berrow, S., O'Connor, I., & Officer, R. (2015). Microplastic and macroplastic ingestion by a deep diving, oceanic cetacean: The True's beaked whale *Mesoplodon mirus*. *Environmental Pollution*, 199, 185–191.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749115000421?via%3Dihub>
- Masura, J., Baker, J., & Arthur, C. (2015). *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments*. July.
- Mauludy, M. S., Yunanto, A., & Yona, D. (2019). Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen Pantai Wisata Kabupaten Badung, Bali. *Jurnal Perikanan*, 5066.  
<https://doi.org/10.22146/jfs.45871>
- Neves, D., Sobral, P., Ferreira, J. L., & Pereira, T. (2015). Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Marine Pollution Bulletin*, 101(1), 119–126.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X15301582?via%3Dihub>
- Nugroho, D. H., Restu, I. W., & Ernawati, N. M. (2018). Kajian Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Teluk Benoa Provinsi Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1), 80.  
<https://doi.org/10.24843/ctas.2018.v01.i01.p11>
- OECD. (2022). *Global Plastic Outlook*.
- Syachbudi, R. . (2020). Keberadaan dan Bentuk Mikroplastik pada Air dan Ikan

- di Sungai Code. *Ikhtologi*, 15(2), 155–164.
- Van Cauwenberghe, L., & Janssen, C. R. (2014). Microplastic in Bivalves Cultured for Human Consumption. *Environmental Pollution*, 193, 65–70. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749114002425?via%3Dihub>
- Van Sebille, E., England, M. H., & Froyland, G. (2012). Origin, dynamics and evolution of ocean garbage patches from observed surface drifters. *Environmental Research Letters*, 7(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044040>
- Yeo, B. G., Takada, H., Yamashita, R., Okazaki, Y., Uchida, K., Tokai, T., Tanaka, K., & Trenholm, N. (2020). PCBs and PBDEs in microplastic particles and zooplankton in open water in the Pacific Ocean and around the coast of Japan. *Marine Pollution Bulletin*, 151. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X19309622?via%3Dihub>
- Zhang, S., Zhang, W., Qu, L., Chu, X., Huo, C., & Wang, J. (2022). Distribution Characteristic of Microplastic in Surface and Subsurface Antarctic Seawater. *Science of the Total Environment*, 838(3). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969722031485?via%3Dihub>