

# Identifikasi Kelimpahan dan Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Pantai Kalimantan Barat

Aini Sulastri<sup>1\*</sup>, Kiki Prio Utomo<sup>1</sup>, Shafira Viana Febriyanti<sup>1</sup>, Dita Fakhrana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Kota Pontianak, Kalimantan Barat

<sup>2</sup>Faculty of Fundamental and Applied Sciences, University of Poitiers, France, e-mail: ainie\_sulastri@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Degradasi sampah plastik di area pantai menghasilkan mikropastik yang terbawa oleh arus, gelombang dan pasang surut dapat menurunkan kualitas pada sedimen pantai. Mikroplastik dengan rentang ukuran 0,3 - <5 mm terdeteksi di dua lokasi penelitian yaitu Pantai Pasir Panjang Kota Singkawang dan Pantai Batu Payung Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. Kedua lokasi ini merupakan tempat wisata yang menjadi daya tarik pengunjung dan kegiatan para nelayan mencari ikan, sehingga menghasilkan sampah dari kegiatan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi bentuk serta kelimpahan mikroplastik di sedimen pantai. Sampel sedimen diambil menggunakan transek berukuran 1x1 meter sebanyak 1 kg di lima titik lokasi penelitian. Terdapat beberapa proses perlakuan sampel meliputi penyaringan, preparasi, penghancuran bahan organik, pemisahan densitas dan filtrasi. Bentuk mikroplastik yang ditemukan yaitu bentuk *fiber*, *fragmen*, *foam*, *pellet* dan *film*. Jumlah partikel mikroplastik dan kelimpahan paling banyak berada pada lokasi Pantai Batu Payung, secara berurutan dengan rentang 173-344 partikel dan 136,2 x10<sup>2</sup> partikel/gr. Tingginya kelimpahan mikroplastik berpengaruh pada sumber sampah yang dekat dengan lokasi pengambilan sampel, pasang surut air laut, kuat arus serta karakteristik masing-masing pantai.

**Kata kunci:** Kelimpahan, Mikroplastik, Sampah Plastik, Sedimen Pantai, Pantai Pasir Panjang, Pantai Batu Payung

## ABSTRACT

Degradation of plastic waste in coastal areas produces microplastics which are carried by currents, waves, and tides which can reduce the quality of coastal sediments. Microplastics with a size range of 0.3 - <5 mm were detected in two study locations, namely Pasir Panjang Beach, Singkawang City, and Batu Payung Beach, Bengkayang Regency, West Kalimantan. These two locations are tourist attractions that attract visitors and the activities of fishermen looking for fish, thus producing waste from these activities. This study aims to analyze and identify the shape and abundance of microplastics in coastal sediments. Sediment samples were taken using a 1x1 meter transect measuring 1 kg at five study locations. There are several sample treatment processes including screening, preparation, destruction of organic matter, density separation, and filtration. The forms of microplastics found were fibers, fragments, foam, pellets, and films. The highest number of microplastic particles and their abundance were at the Batu Payung Beach location, respectively, with a range of 173-344 particles and 136.2 x10<sup>2</sup> particles/g. The high abundance of microplastics affects the sources of waste that are close to the sampling locations, the tides, the strength of the currents, and the characteristics of each beach.

**Keywords:** Abundance, Microplastics, Plastic Waste, Beach Sediment, Pasir Panjang Beach, Batu Payung Beach

**Citation:** Sulastri, A., Utomo, K. P., Febriyanti, S. V., Fakhrana, D. (2023). Identifikasi Kelimpahan dan Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Pantai Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(2), 376-380, doi:10.14710/jil.21.2.376-380

## 1. Pendahuluan

Meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan aktivitas manusia akan memberikan dampak positif dan negatif bagi kelestarian lingkungan dan kesehatan manusia. Berdampingan dengan tingginya angka pemenuhan kebutuhan hidup manusia akan memberikan dampak negatif untuk lingkungan. Satu diantara persoalan yang cenderung sulit diselesaikan yaitu sampah. Sampah sisa buangan yang tidak tergunakan seperti kemasan plastik cepat saji akan sebanding dengan

tingginya angka pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Hampir 95% sampah di perairan didominasi oleh sampah plastik yang akan terakumulasi sepanjang garis pantai hingga masuk ke dasar laut (Dris, *et al.*, 2015). Tidak hanya itu sekitar 75-90% sampah masuk dari aktivitas tempat pembuangan sampah liar, turis, pemancingan, dan rendahnya manajemen persampahan sehingga masuk ke laut (Bakir, 2012).

Sifat sulit terdegradasi secara alami yang dimiliki oleh plastik, membutuhkan waktu sangat lama terurai

di lingkungan laut. Terdapat beberapa faktor pembawa plastik di perairan yaitu akan dipengaruhi oleh arus, pasang surut, dan mengendap di dasar perairan (proses sedimentasi). Seiring perubahan waktu, sifat plastik yang ringan dan tahan lama akan terdegradasi melalui cahaya matahari (Andrady, 2011). Faktor pertambahan kelimpahan mikroplastik di perairan dan sedimen dapat bersumber dari sampah plastik yang terdegradasi melalui cahaya matahari.

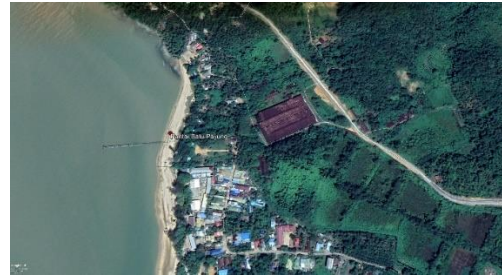
Ukuran partikel mikroplastik antara 0,3 mm - <5 mm terdeteksi hampir 85% dipermukaan laut seluruh perairan dunia (Ayuningtyas, *et al.*, 2019). Berdasarkan observasi yang dilakukan, wilayah yang berpotensi tercemar mikroplastik adalah Pantai Pasir Panjang Kota Singkawang dan Pantai Batu Payung Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. Diketahui pula di daerah ini merupakan tempat wisata yang menjadi daya tarik pengunjung saat hari libur serta menjadi kegiatan para nelayan yang mampu menyumbang sisa buangan sampah cukup besar. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui sebaran mikroplastik di daerah ini khususnya sedimen pantai untuk mengedukasi masyarakat dan meminimalisir dampak penyebaran polutan mikroplastik dan membuktikan keberadaan partikel mikroplastik, menganalisis dan mengidentifikasi bentuk serta kelimpahan mikroplastik di sedimen Pantai Pasir Panjang Kota Singkawang dan Pantai Batu Payung Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat.

## 2. Metode Penelitian

Pengambilan sampel sedimen pantai dilakukan pada dua lokasi yaitu Pantai Pasir Panjang (secara geografis 0°50'49.37"U dan 108°52'50.58"T) Kota Singkawang serta Pantai Batu Payung (secara geografis 0°48'10.21"U dan 108°50'48.68"T) Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat, tertera pada Gambar 1 dan Gambar 2. Masing-masing pantai diambil sebanyak 5 titik transek. Kedua lokasi ini diambil berdasarkan beberapa faktor pendukung seperti teridentifikasinya sampah plastik berukuran makro dan meso, lokasi berada dekat dengan aktivitas penduduk, terdapat beberapa titik TPS liar, tempat kunjungan wisata, serta dekat dengan lokasi PLTU. Sampel sedimen diambil menggunakan transek berukuran 1x1 meter, kemudian sampel dimasukkan ke wadah kaca (sebanyak 1 kg) untuk menghindari kontaminasi (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012). Selanjutnya dilakukan pengujian dan identifikasi mikroplastik di Laboratorium Terpadu, Universitas Tanjungpura.

Penelitian ini menggunakan beberapa alat antara lain *shieve shaker*, gelas *beaker*, pipet volume, erlenmeyer, *hot plate*, corong kaca, timbangan analitik, *vaccum filter* dan mikroskop. Mikroskop digunakan untuk identifikasi jumlah dan bentuk dari mikroplastik. Sedangkan bahan yang digunakan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ), Fe (II), akuades, natrium klorida (NaCl), hidrogen sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan botol sampel kaca.

Terdapat beberapa proses dalam perlakuan sampel meliputi penyaringan, preparasi, penghancuran bahan organik, pemisahan densitas dan filtrasi. Penyaringan sampel didahului dengan pengeringan sedimen dengan sinar matahari selama 2-3 hari, lalu disaring menggunakan *shieve shaker*, material yang lolos dikumpulkan untuk dianalisis. Preparasi sampel menggunakan Fe(II),  $H_2O_2$  30% masing-masing sebanyak 20 mL dan NaCl sebanyak 6 gr. Kemudian difiltrasi menggunakan *vaccum filter*. Setelah melewati tahap filtrasi dimasukkan ke oven selama 24 jam pada suhu 75°C (NOAA, 2015).



Gambar 1. Lokasi Pantai Batu Payung



Gambar 2. Lokasi Pantai Pasir Panjang

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Hasil

Meningkatnya sampah besar akan terdegradasi menjadi partikel kecil (mikroplastik). Mikroplastik berukuran  $\leq 5$  mm tidak lagi menjadi isu terbaru, namun masih belum banyak penelitian yang mengangkat isu ini. Sudah terdapat beberapa penelitian tentang mikroplastik di perairan, sedimen bahkan yang baru-baru ini adalah di udara. Namun penelitian ini mengkaji kelimpahan mikroplastik khusus di sedimen pantai.

Mikroplastik menjadi kontaminasi jika memasuki lingkungan dan memberikan dampak bagi manusia dan rantai makanan, sehingga perlu dikaji pada pantai wisata Kota Singkawang dan Kabupaten Bengkayang. Meningkatnya jumlah pengunjung pada pantai menjadi salah satu potensi tingginya kelimpahan mikroplastik. Keberadaan mikroplastik di pesisir laut dapat menyebabkan masalah seperti kematian ekosistem laut karna memakan partikel plastik (Wilcox. *et al.*, 2015 dan Chouchene *et al.*, 2019). Sehingga dari permasalahan tersebut wilayah penelitian yang berpotensi tercemar mikroplastik adalah Pantai Batu Payung Kabupaten Bengkayang dan Pantai Pasir Panjang Kota Singkawang Kalimantan Barat.

**Tabel 1.** Jumlah Mikroplastik di Sedimen Pantai Kalimantan Barat

Lokasi Sampling	Kode Sampel	Bentuk Partikel Mikroplastik					Jumlah Partikel
		Fiber	Fragmen	Film	Foam	Pellet	
Batu Payung	A.1	47	183	50	55	9	344
	A.2	43	134	44	41	39	301
	A.3	16	81	5	20	51	173
	A.4	65	142	47	32	11	297
	A.5	65	167	7	0	8	247
Pasir Panjang	A.1	62	121	11	50	20	264
	A.2	62	122	25	48	32	289
	A.3	34	107	15	30	11	197
	A.4	50	104	5	33	9	201
	A.5	48	96	9	0	7	160

Sumber: hasil analisis, 2021

Hasil identifikasi bentuk partikel mikroplastik di sedimen pantai menunjukkan adanya kandungan mikroplastik (Gambar 3). Citra yang dihasilkan merupakan hasil pengamatan dengan menggunakan mikroskop perbesaran 4x10 dan 10x10 mikron. Mikroplastik yang terendapkan pada sedimen merupakan hasil degradasi dari sampah berukuran besar yang dipengaruhi oleh cahaya matahari, arus, pasang surut dan angin. Semakin lama partikel mikroplastik berada pada kolom air maka semakin rentan tenggelam di dasar perairan.

Bentuk-bentuk mikroplastik teridentifikasi menggunakan mikroskop terdiri dari *fiber*, *fragmen*, *foam*, *pellet* dan *film*. Mikroplastik berbentuk *fiber* dapat bersumber dari limbah domestik seperti degradasi tali temali plastik, tali tambang, kain sintesis, sisa benang pakaian dan limbah pencucian baju (Crawford & Quinn, 2017). Aktivitas nelayan juga menjadi salah satu sumber pencemaran mikroplastik karena jaring ikan yang terbuat dari *fiber*. Sumber mikroplastik lain dengan bentuk *Fragmen* berasal dari pecahan plastik berukuran besar melalui kondisi lingkungan seperti sinar UV, gelombang, bahan oksidatif dari plastik, sifat hidrolitik air dan sebagainya. Mikroplastik bentuk *film* biasa digunakan untuk membungkus tas dan plastik, memiliki sifat yang mudah hancur pada densitas yang rendah. Serta *pellet* memiliki bentuk bulat sempurna dan permukaan yang halus. *Pellet* banyak digunakan sebagai bahan baku industri plastik (Ismail, 2019). Setelah dilakukan pengolahan awal pada sampel sesuai dengan prosedur, selanjutnya dihitung jumlah mikroplastik berdasarkan bentuk yang ditemukan seperti Tabel 1.

Mikroplastik yang berada pada permukaan sedimen dimungkinkan memiliki kelimpahan lebih rendah dibandingkan dengan sedimen yang lebih dalam. Sedimen yang umumnya terdiri dari pecahan-pecahan material batuan tergabung dengan partikel mikroplastik. Kelimpahan mikroplastik dapat dihitung berdasarkan membagi jumlah partikel mikroplastik pada masing-masing sampel dengan berat massa sedimen tersaring (Khoironi *et al.*, 2018). Hasil perhitungan kelimpahan akan dibandingkan

tiap lokasi pantai untuk melihat perbedaan dan disajikan melalui grafik. Rumus terlihat berikut.

$$\text{Kelimpahan} = \frac{\text{jumlah partikel (partikel)}}{\text{massa sedimen tersaring (kg)}}$$

Kelimpahan mikroplastik menggunakan rumus yang disajikan seperti dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Kelimpahan Mikroplastik dalam Sedimen Pantai

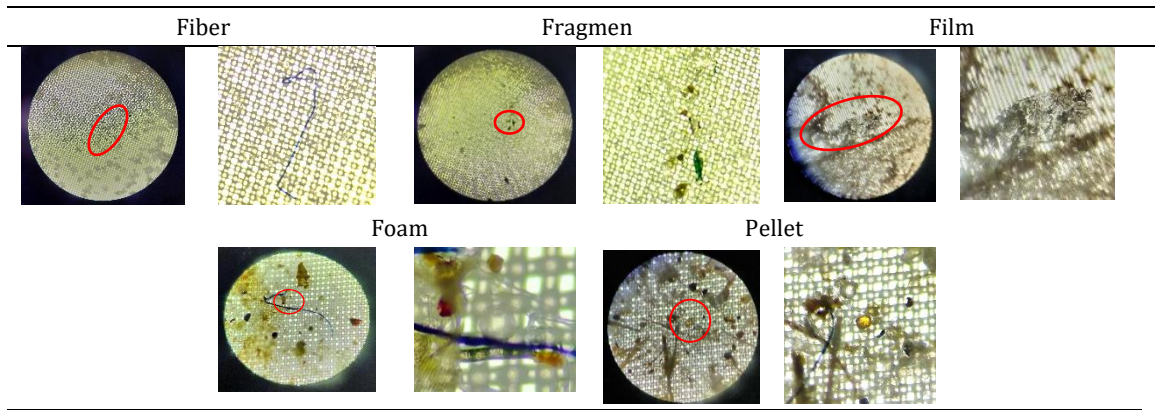
No	Lokasi Sampling	Kelimpahan Mikroplastik (partikel/gr)
1	Batu Payung	136,2 x 10 <sup>2</sup>
2	Pasir Panjang	111,1 x 10 <sup>2</sup>

Penelitian mikroplastik yang sama di pantai wisata, Kabupaten Bandung, Bali (Mauludy, dkk, 2019) diperoleh kelimpahan total mikroplastik tertinggi 148,9±103,8 partikel/gr di Pantai Kuta meliputi tiga bentuk yaitu film, fragmen dan fiber. Bentuk yang mendominasi di Pantai Kuta adalah fiber dengan presentase 57,9%. Tidak berbeda jauh, hasil identifikasi Pantai Batu Payung dan Pasir Panjang menemukan lima bentuk mikroplastik dari 10 titik pengamatan. Analisis ini terdapat lima bentuk mikroplastik yaitu fiber, fragmen, foam, pellet dan film seperti Gambar 3.

Tingginya jumlah dan kelimpahan mikroplastik di kedua lokasi penelitian dipengaruhi beberapa faktor antara lain melimpahnya sumber sampah plastik di lingkungan sekitar, pengaruh pasang surut air laut, kuat arus dan intensitas matahari yang tinggi. Semakin tinggi jumlah dan kelimpahan mikroplastik ini juga mengidentifikasi terhadap dampak yang dirasakan terhadap ekosistem, biota bahkan menyebabkan kepunahan (Cauwenberghe, 2015).

### 3.2 Pembahasan

Analisis data ini berfokus pada keberadaan mikroplastik di sedimen Pantai Batu Payung dan Pasir Panjang. Sampah plastik yang telah lama akan terdegradasi menjadi ukuran lebih kecil sehingga mengendap pada sedimen pesisir pantai. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil dua lokasi pengamatan, dengan masing-masing 5 titik plot berukuran 1x1 m. Sehingga diperoleh hasil setiap bentuk di masing-masing lokasi seperti Gambar 4.



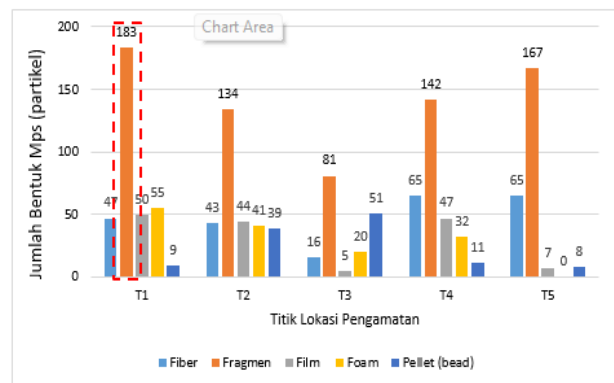
Gambar 3. Bentuk Mikroplastik di Sedimen Pantai Kalimantan Barat

Lokasi pertama (pantai batu payung) mewakili kondisi eksisting pantai yang dipenuhi warung, sungai kecil yang langsung membawa limbah domestik, serta tersebar TPS liar. Gambar 4 dan Gambar 5 memberikan informasi bahwa mikroplastik bentuk *fragmen* di temukan dari setiap titik sampling. Lokasi Batu Payung memiliki partikel *fragmen* paling besar di titik T1 yaitu 183 partikel. Sedangkan lokasi Pasir Panjang memiliki partikel *fragmen* paling banyak pada titik T2 yaitu 122 partikel. Banyaknya partikel di kedua titik lokasi ini berasal dari sampah-sampah yang banyak dibuang pada daerah penelitian, sehingga terdegradasi ke ukuran lebih kecil dan tenggelam. Sesuai dengan penelitian (Mauludy dkk, 2019) sumber pencemar bentuk fragmen berasal dari pecahan plastik ukuran besar sehingga memiliki densitas lebih padat. Tingginya aktivitas manusia di daerah pesisir pantai dapat menjadi faktor dominasi bentuk fragmen (Yona *et al.*, 2019). Faktor *oseanografi* juga mempengaruhi terakumulasinya mikroplastik bentuk fragmen.

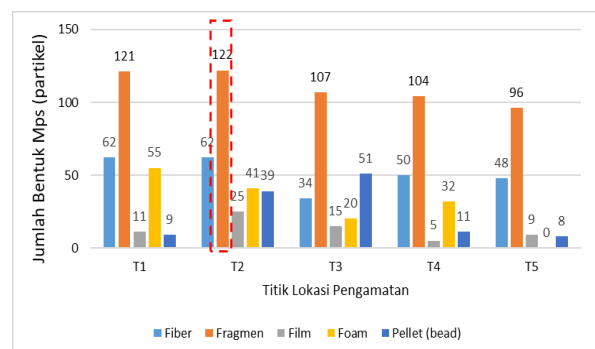
Pantai wisata di Kalimantan Barat teridentifikasi sudah terkontaminasi mikroplastik. Pantai Batu Payung dan Pasir Panjang terdata memiliki rata-rata kelimpahan mikroplastik berturut-turut sebesar  $136,2 \times 10^2$  partikel/gr dan  $111,1 \times 10^2$  partikel/gr (Tabel 2). Kedua jenis pantai ini memiliki jenis sedimen pasir yang sama, perbedaannya hanya terdapat pada nilai kelimpahannya. Karakteristik setiap pantai akan mempengaruhi jumlah kelimpahan mikroplastik (Manalu *et al.*, 2017). Partikel mikroplastik yang dipaparkan oleh Watters *et al.* (2010) sedimen berjenis *Silty sand* akan mengendap lebih banyak partikel mikroplastik, dengan memperhatikan pengaruh kondisi lingkungan untuk mendeteksi keberadaan mikroplastik di sedimen. Banyaknya sumber pencemar maka nilai kelimpahan mikroplastik yang mencemari sedimen pantai juga meningkat.

Dibandingkan dengan penelitian serupa oleh Septian *et al* (2018) kelimpahan mikroplastik di Pantai Pangandaran, Jawa Barat sebesar 47,3 partikel/kg. Lebih sedikit dibandingkan dengan hasil identifikasi yang dilakukan pada dua lokasi penelitian di pantai Kalimantan Barat. Terdata kelimpahan partikel mikroplastik di Pantai Batu Payung lebih

tinggi dibandingkan Pasir Panjang, karena dipengaruhi karakteristik tiap jenis pantai. Total kelimpahan kedua pantai tidak memiliki perbedaan signifikan, namun memberikan dampak jika tidak segera ditangani. Kondisi eksisting di Pantai Batu Payung memiliki daerah yang ramai pengunjung, aktivitas nelayan, rumah penduduk, sungai kecil dan warung menjadi faktor utama penyumbang plastik di lingkungan sekitar. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan April saat angin musim Barat sampah yang berasal dari luar laut akan berakhir di pantai Batu Payung dan Pasir Panjang terbawa oleh angin dan arus laut.



Gambar 4. Diagram Batang Jumlah Bentuk Mikroplastik Lokasi Pantai Batu Payung



Gambar 5. Diagram Batang Jumlah Bentuk Mikroplastik Lokasi Pantai Pasir Panjang

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa identifikasi bentuk mikroplastik pada sedimen pantai diperoleh lima bentuk yaitu *fiber*, *fragmen*, *film*, *foam* dan *pellet*. Dari kedua lokasi pantai penelitian memiliki bentuk mikroplastik yang paling tinggi adalah bentuk *fragmen*. Hal ini dikarenakan sumber pencemar bentuk fragmen lebih besar yang berasal dari aktivitas penduduk di sekitar pantai, sampah dari para pengunjung dan faktor *oseanografi* mempengaruhi terakumulasinya dominasi mikroplastik bentuk *fragmen*. Sedangkan berdasarkan jumlah partikel mikroplastik dan kelimpahan paling banyak berada pada lokasi Pantai Batu Payung secara berurutan dengan rentang 173-344 partikel mikroplastik dan  $136,2 \times 10^2$  partikel/gr. Diharapkan dengan adanya data partikel mikroplastik dari dua pantai Kalimantan Barat akan menjadi dasar pada penelitian selanjutnya untuk membandingkan jumlah dan kelimpahan partikel pada lokasi pantai lain dan menambah kesadaran kepada masyarakat mengurangi penggunaan plastik sekali pakai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andrady, A. L. 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 6, August 2011. Page 1596-1605.
- Ayuningtyas., Cahya, W., Yona, D., Julinda., S. Hikmah, S., Iranawati, F. 2019. Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan Di Banyuwangi, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*. Marine Resource Explore Management (MEXMA) Research Group, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Vol.3 No.1. Hal 41-45.
- Bakir, A., Rowland, S.J., Thompson, R.C. 2012. Competitive Sorption of Persistent Organic Pollutants into Microplastic in the Marine Environment. *Mar Pollut. Bul.*64: 2782-2789.
- Ballent, A. 2013. Modelled Transport of Benthic Marine Microplastic Pollution in The Nazare Canyon. Ocean Lab, Jacobs University Bremen. Germany.
- Cauwenberghe, Lisbeth Van., Lisa Devriese., Francois Galgani., Johan Robbens.m Colin R. 2015. Microplastic In Sediment: A Review of Technique, Occurrence and Effects. *Marine Environmental Research*. 111: 5-17.
- Chouchene, Khawla., Joao Pinto., Ahmed Wali., Ana V., Girao Ofa., Armando C., Duarte., Teresa Rocha-Santos dan Mohamed Ksibi. 2019. Microplastic Pollution in the Sediment of Disi Mansour Harbor in Southeast Tunisia. *Marine Pollution Bulletin*. No 146: 92-99.
- Crawford, C.B., Quinn, B. 2017. The Biological Impacts and Effects of Contaminated Microplastics. *Microplastic Pollutants*. Elsevier, Pages 159-178.
- Dris, R, Imhof, H., Sanchez, W., Gasperi, J., Galgani, F., Tassin, B., & Laforsch, C. 2015. Beyond the ocean: contamination of freshwater ecosystems with (micro) plastic particles. *Environ. Chem*.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thomson, R.C., Thiel, M. 2012. Microplastic in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science and Technology*. 46: 3060-3075.
- Ismail, M. R., M Wahyudin dan Donny. 2019. Microplastic Ingestion by Fish in the Pangandaran Bay, Indonesia. *World News of Natural Sciences*. No 23: 173-81.
- Khoironi A, Anggoro S, Sudarno S. 2018. The existence of microplastic in Asian green mussels. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 131(1).
- Manalu, A.A., Hariyadi, S., Wardiatno, Y., 2017. Microplastics abundance in coastal sediments of Jakarta Bay. *Indonesia*. Vol.10 No.11.
- Mauludy, M.S., Yunanto, A. Yona, D. 2019. Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Pantai Wisata Kabupaten Bandung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gajah Mada*. Fisheries and Marine Science Department, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia. Vol.21 No. 1:99-104.
- NOAA. 2015. Recommendation for Quantifying Synthetic Particles in Water and Sediments. Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment.
- Septian, F.M., Purba, N.P., Agung, M.U.K., Yuliadi, L.P.S., Akuan, L.F., Mulyani, P.G., 2018. Sebaran Spasial Mikroplastik Di Sedimen Pantai Pangandaran, Jawa Barat. *J. Geomaritim Indones*. 1, 1-8.
- Wang J., Tan Z., Qiu Q., Li M., 2016. The behaviors of microplastics in the marine environment. Faculty of Chemical Engineering and Light Industry, Guangdong University of Technology, China. *Atlas of Science*.
- Watters, D.L., Yoklavich M.M, Love M.S, & Schroeder, D.M. 2010. Assessing Marine Debris in Deep Seafloor Habitats off California. *Marine Pollution Bulletin*, 60:131-138.
- Wilcox, C., Van Seville, E., & Hardesty, B. D. 2015. Threat of Plastic Pollution to Seabirds is Global, Pervasive, and Increasing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 112(38): 11899-11904.