



**MIKROPLASTIK DALAM BUDIDAYA TERIPANG PASIR (*Holothuria scabra*): STUDI KASUS PULAU PASARAN, BANDAR LAMPUNG**  
**MICROPLASTIC THREATS IN THE CULTURED OF SANDFISH (*Holothuria scabra*): A CASE STUDY OF PASAR ISLAND, BANDAR LAMPUNG**

Hera Ledy Melindo<sup>1\*</sup>, Ety Riani<sup>1</sup>, Metti Wiradika Charolyna Sinambela<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB University

<sup>2</sup>Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB University

<sup>3</sup>Sekolah Bisnis IPB

\*Corresponding author: [melindoledy@gmail.com](mailto:melindoledy@gmail.com)

**ABSTRAK**

Pulau Pasaran merupakan pulau yang berlokasi di Provinsi Lampung, terletak di Kecamatan Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung. Perairan Pulau Pasaran berpotensi tercemar oleh mikroplastik karena adanya aktivitas masyarakat dan kegiatan perikanan yang tinggi. Salah satu kegiatan perikanan di Pulau Pasaran yaitu budidaya teripang pasir. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelimpahan mikroplastik dan karakteristiknya berdasarkan bentuk, warna, dan ukuran pada saluran pencernaan teripang pasir (*Holothuria scabra*) budidaya di Pulau Pasaran, Bandar Lampung. Karakteristik mikroplastik yang diamati yaitu bentuk, warna, dan ukuran. Uji statistik yang digunakan yaitu Kruskal-Wallis, dan dilanjutkan dengan Mann Whitney apabila terdapat perbedaan nyata. Kelimpahan mikroplastik rata-rata pada penelitian  $57.42 \pm 50.61$  partikel/individu. Karakteristik bentuk pada saluran pencernaan teripang pasir didominasi oleh bentuk fiber. Warna mikroplastik yang ditemukan didominasi oleh warna hitam. Ukuran mikroplastik didominasi oleh ukuran 300-500  $\mu\text{m}$ . Tipe polimer yang ditemukan setelah dilakukan uji FT-IR spectroscopy yaitu polyvinyl chloride (PVC), polypropylene (PP), polystyrene (PS), dan polyethylene (PE).

**Kata Kunci:** kelimpahan mikroplastik, mikroplastik, teripang pasir (*Holothuria scabra*)

**ABSTRACT**

*Pasaran Island is located in Lampung Province, located in Teluk Betung Timur District, Bandar Lampung City. Pasaran Island is considered polluted by microplastics due to high community and fishery activities. One of the fisheries activities on Pasaran Island is the cultivation of sandfish. The purpose of this study was to identify the abundance of microplastics and their characteristics based on the shape, size, and color of the gastrointestinal tract of sandfish (*Holothuria scabra*) cultured in Pasaran Island, Bandar Lampung. The microplastic characteristics observed were shape, color and size. The statistical test used was Kruskal-Wallis, and continued with Mann Whitney if there was a significant difference. The average microplastic abundance in the study was  $57.42 \pm 50.61$  particles/individual. The most dominant microplastic characteristic found in the gastrointestinal tract of aquaculture sandfish is fiber. Dominant microplastic color that is black color. Size of the microplastics was dominated by the size of 300-500  $\mu\text{m}$ . The types of polymers found after FT-IR spectroscopy are polyvinyl chloride (PVC), polypropylene (PP), polystyrene (PS), dan polyethylene (PE).*

**Keywords:** abundance of microplastics, microplastics, sandfish (*Holothuria scabra*)

*Article history: Received 21/07/2022; Received in revised from 22/09/2022; Accepted 18/11/2022*

## 1. PENDAHULUAN

Dewasa ini, lautan dipenuhi oleh sampah. Sampah yang ditemukan sebagian besar adalah berupa plastik, logam, kertas, karet, tekstil, peralatan tangkap, dan barang lainnya. Barang-barang tersebut dibuang dan memasuki lingkungan laut setiap hari dan menjadi sampah laut atau biasa disebut *marine debris* (NOAA 2018). Salah satu sampah laut yang menjadi masalah dan perhatian saat ini adalah sampah plastik karena proses degradasinya membutuhkan waktu yang lama. Indonesia saat ini menjadi negara terbesar ke-2 di dunia yang membuang sampah plastik ke lautan (Jambeck *et al.* 2015).

Baik di darat maupun di laut, plastik tidak dapat didegradasi dengan sempurna. Plastik hanya akan mengalami penyusutan ukuran menjadi makin kecil lewat proses fisika atau kimiawi, sehingga pada akhirnya dapat dikonsumsi oleh hewan dan biota laut lainnya lalu masuk ke dalam rantai makanan (Smith, Love, Rochman, & Neff, 2018). Hampir semua jenis plastik akan melayang ataupun mengapung dalam badan air sehingga menyebabkan plastik terkoyak-koyak dan terdegradasi oleh sinar matahari (fotodegradasi), oksidasi, dan abrasi mekanik yang membentuk partikel-partikel plastik (Thompson *et al.* 2009). Partikel plastik yang berukuran  $\leq 5$  mm disebut mikroplastik (Thompson *et al.* 2004). Hasil studi yang telah dilakukan oleh Lusher *et al.* (2013) menunjukkan bahwa mikroplastik tersebar luas di lautan pada dasar laut, pantai, maupun permukaan laut. Mikroplastik hadir dalam bermacam-macam kelompok yang sangat bervariasi dalam hal ukuran, bentuk, warna, komposisi, massa jenis, dan sifat-sifat lainnya. Lingkungan yang terkontaminasi mikroplastik mewakili vector potensial untuk pengenalan polutan beracun yang mengandung racun ke dalam jarring makanan (Crawford dan Quinn, 2017). Secara tidak langsung mikroplastik yang berukuran sangat kecil dan jumlahnya banyak di lautan membuat sifatnya *ubiquitous* dan *bioavailability* bagi organisme akuatik tinggi. Akibatnya dapat termakan oleh biota laut (Boucher *et al.* 2016).

Pulau Pasaran merupakan pulau yang berlokasi di Provinsi Lampung, terletak di Kecamatan Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung (Ali *et al.*, 2015). Menurut Noor., (2014), sektor perikanan menduduki urutan pertama dalam mata pencaharian dan ekonomi masyarakat di Pulau Pasaran. Selain kegiatan mengolah ikan teri nasi, masyarakat di Pulau Pasaran melakukan aktivitas perikanan seperti penangkapan, pengolahan, dan kegiatan budidaya. Kegiatan budidaya di Pulau Pasaran yaitu pembesaran teripang pasir (*Holothuria scabra*) dan kerang-kerangan menggunakan kolam pembesaran dan jaring apung (KJA). Kegiatan tersebut menyebabkan adanya kepadatan aktivitas masyarakat yang tinggi di Pulau Pasaran. Hal ini tentunya akan menghasilkan berbagai sampah terutama sampah plastik di Pulau Pasaran.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Eriksen *et al.*, (2014) menemukan lebih dari 250.000 ton sampah berupa plastik yang terapung di lautan. Haward., (2018), mengungkapkan sampah plastik sebanyak 4.8-2.7 juta ton telah teridentifikasi berada di lautan. Sampah plastik yang tersebar di lautan akan terdegradasi menjadi makroplastik dan mikroplastik. Makroplastik adalah kategori plastik dengan ukuran  $> 25$  mm, sedangkan mikroplastik merupakan potongan-potongan kecil dari plastik besar dengan ukuran 1-5 mm dan termasuk jenis sampah laut yang dapat memberikan dampak buruk karena dapat dikonsumsi oleh biota laut (NOAA, 2016). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Oktarianita *et al.* (2022), ditemukan mikroplastik dengan jenis *fiber* cukup mendominasi di perairan Pulau Pasaran yaitu dengan rata-rata 17.1 ind/m<sup>3</sup>.

Mikroplastik dapat hadir di dalam ekosistem intertidal, sedimen laut dalam, permukaan perairan, wilayah kutub dan pulau-pulau di tengah lautan (Ivar do Sul *et al.*, 2013). Partikel-partikel mikroplastik yang beredar luas di lautan sangat tahan terhadap biodegradasi (Yoshida *et al.*, 2016), dan dapat bertahan di lingkungan selama ratusan tahun sehingga memiliki potensi bahaya secara biologis maupun ekologis. Mikroplastik akan masuk ke dalam tubuh biota lewat makanan atau pernapasan dan kemudian dicerna sehingga dapat menimbulkan suatu masalah yang serius yang belum diketahui secara pasti (Tankovic *et al.*, 2015).

Biota yang terdampak oleh mikroplastik salah satunya adalah teripang. Teripang merupakan hewan bentik dengan pergerakan lamban dan hidup pada substrat pasir, lumpur, wilayah terumbu karang maupun padang lamun yang sering dijumpai pada perairan di Indonesia (Darsono, 2007). Secara ekonomi, teripang merupakan komoditas perikanan yang memiliki nilai jual yang tinggi untuk diperdagangkan dalam skala internasional.

Teripang umumnya dikonsumsi dalam berbagai bentuk olahan dan bermanfaat dalam bidang farmasi dan kesehatan (Riani *et al.*, 2016), apabila komoditas perikanan yang dikonsumsi tersebut terkontaminasi oleh mikroplastik, maka dapat menyebabkan mikroplastik masuk ke dalam tubuh manusia (Rochman *et al.*, 2015). Secara ekologi teripang pasir berperan sebagai bioindikator pencemaran air laut (Darsono, 2003). Peran biologi teripang pada habitatnya yaitu berupa pergerakan, pembenaman diri (burrowing), maupun melalui kebiasaan makan biota. Teripang berperan penting sebagai pemakan deposit (deposit feeder) dan pemakan suspensi (suspensi feeder) (Darsono, 2003). Teripang memiliki sistem non-selektif dalam menyerap makanan dan memiliki lebih dari satu rute untuk masuk ke dalam tubuh, sehingga bahan-bahan organik maupun anorganik seperti mikroplastik dari lingkungan dapat masuk dengan mudah ke dalam tubuh teripang (Iwalaye *et al.*, 2020).

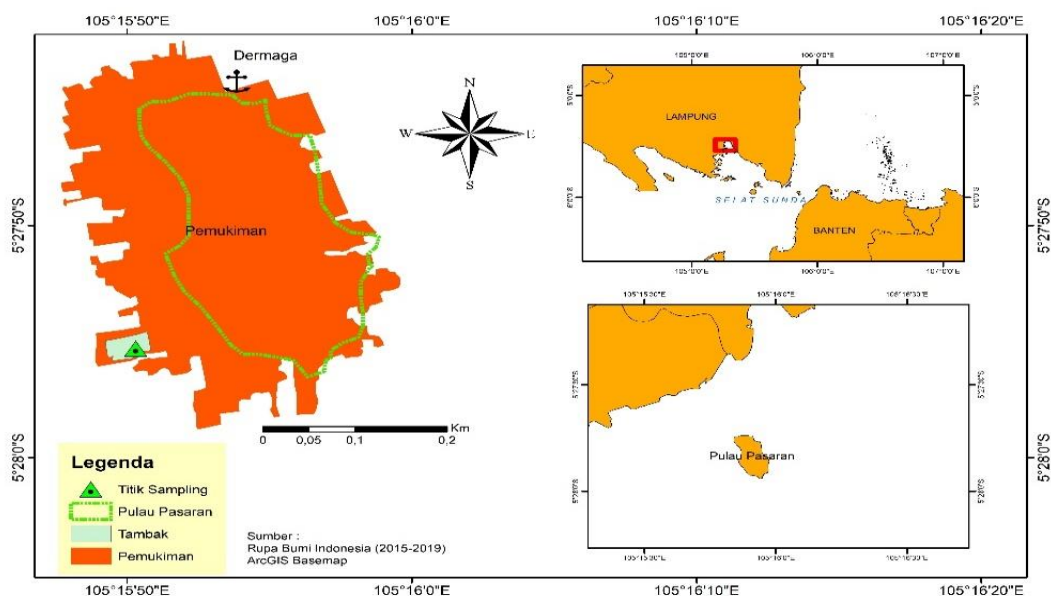
Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka perlu dilakukan penelitian mengenai mikroplastik yang terdapat pada pencernaan teripang. Teripang sebagai hewan deposit feeder akan mencerna sejumlah besar sedimen yang berada di lapisan atas dan membantu terjadinya oksigenasi lapisan atas sedimen (Darsono, 2007) bagian atas sedimen di daerah tercemar kemungkinan besar akan mengandung partikel mikroplastik yang mengendap di sedimen dan terperangkap di area padang lamun karena densitasnya yang lebih besar dari pada air laut. Dengan cara makan seperti ini teripang diindikasikan kuat akan terkontaminasi oleh mikroplastik. Data akumulasi mikroplastik dalam alat pencernaan teripang pasir masih tergolong sedikit. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai jumlah, jenis, bentuk, dan warna mikroplastik yang terdapat dalam organ pencernaan teripang pasir.

## 2. METODE

### 2.1. Lokasi Sampling

Penelitian menggunakan data primer, yaitu teripang yang ditangkap berasal dari kolam budidaya di Pulau Pasaran, Bandar Lampung. Sampel teripang pasir diambil secara acak di dalam kolam budidaya. Jumlah sampel diambil sebanyak tujuh ekor (Lampiran 1). Teripang yang telah diambil dari kolam budidaya, selanjutnya dilakukan pengukuran dasar yaitu panjang dan bobot, selanjutnya saluran pencernaan teripang diambil menggunakan alat bedah. Proses analisis mikroplastik yang terdiri dari ekstraksi,

identifikasi dan kuantifikasi mikroplastik dilakukan di Laboratorium Kimia Laut dan Ekotoksikologi, Pusat Penelitian Oseonografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O LIPI). Adapun lokasi pengambilan sampel sebagai berikut:



Gambar 1 Lokasi pengambilan sampel teripang

## 2.2. Pengambilan dan Penyiapan Sampel

Sampel teripang pasir diambil secara acak dari kolam budidaya menggunakan alat berupa gayung. Jumlah sampel yang diambil sebanyak tujuh ekor (Lampiran 1). Sampel yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam cool box yang berisi es dengan tujuan agar sampel tetap awet sampai sampel dimasukkan ke dalam freezer yang berada di laboratorium untuk dilakukannya analisis lebih lanjut.

Teripang yang telah diambil dari kolam budidaya, selanjutnya dilakukan pengukuran dasar yaitu panjang dan bobot. Saluran pencernaan teripang diambil menggunakan alat bedah. Pengukuran bobot total teripang menggunakan timbangan analitik. Proses analisis mikroplastik yang terdiri dari ekstraksi, identifikasi dan kuantifikasi mikroplastik dilakukan di Laboratorium Kimia Laut dan Ekotoksikologi, Pusat Penelitian Oseonografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O LIPI).

## 2.3. Analisis Mikroplastik

### Ekstraksi Sampel

Ekstraksi sampel yang digunakan yaitu menggunakan metode dari (Cordova et al. (2019) dan; Cordova et al. (2020). Metode ini diadaptasi dari Masura et al. (2015) dan Lusher et al. (2017). Sampel teripang meliputi bagian pencernaan, yaitu usus dimasukkan ke aluminium foil yang digunakan sebagai wadah sampel saluran pencernaan. Aluminium foil yang digunakan ditimbang bobotnya dalam keadaan kosong dan sudah terisi sampel saluran pencernaan teripang di dalamnya. Sampel saluran pencernaan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 24 jam, kemudian sampel ditimbang kembali untuk mendapatkan bobot kering. Sampel saluran pencernaan

dimasukkan ke tabung uji yang sudah di bersihkan terlebih dahulu menggunakan aquades serta melalui proses Wet Peroxide Oxidation (WPO) dengan menambahkan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> steril 30% sebanyak 2.5 ml ke dalam tabung uji.

Waterbath dengan suhu 60°C digunakan dalam proses destruksi hingga sampel berwarna bening. Sampel yang telah dilakukan destruksi kemudian disaring menggunakan kertas saring steril dengan ukuran kertas saring 0.45 µm, dengan bantuan pompa vakum (Vacuubrand ME 2C). Sampel yang telah disaring kemudian dimasukkan ke dalam oven kembali dengan suhu 60°C selama 24 jam. Semua kegiatan tersebut dilakukan dengan prosedur blanko untuk memberi jaminan kualitas pada hasil.

### Identifikasi dan kuantifikasi mikroplastik

Sampel yang telah disaring kemudian diidentifikasi karakteristiknya menggunakan Mikroskop Nikon Eclipse Ni-U dengan bantuan software NIS-Elements D. Mikroplastik yang telah teridentifikasi diukur panjangnya, dicatat jenis dan warnanya, kemudian dihitung jumlahnya. Karakteristik mikroplastik diklasifikasikan berdasarkan bentuk, warna, dan ukuran mengacu pada (Young & Elliot 2016; Cordova et al. 2019).

Partikel mikroplastik berdasarkan bentuk dikategorikan berdasarkan fiber, fragmen, dan sphere (Lampiran 2). Berdasarkan warna mikroplastik dapat dikelompokkan menjadi warna transparan, hijau, hitam, biru, cokelat, kuning, merah, dan ungu. Berdasarkan ukuran, mikroplastik dapat dikelompokkan ke dalam ukuran <300 µm, 300-500 µm, 500-1000 µm, dan >1000 µm. Ciri-ciri tampilan dari partikel mikroplastik yaitu memiliki ukuran <5 mm, tidak bercabang, warna yang homogen, tidak tersegmentasi, dan tidak adanya jaringan seluler (Cordova et al. 2019). Karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk, warna, dan ukuran disajikan pada Tabel 1.

Partikel yang diduga sebagai mikroplastik, setelah dilakukan identifikasi morfologi menggunakan mikroskop Nikon Eclipse Ni-U dan kemudian divalidasi menggunakan Nicolet™ iS5 FT-IR spectrometer dan software OMNIC 9. Jenis polimer dalam sampel ditentukan menggunakan polimer standar dari Shimadzu dan Universitas Bayreuth.

Tabel 1 Klasifikasi jenis, warna, dan ukuran mikroplastik

Karakteristik	Klasifikasi	Keterangan
Tipe (Cordova 2019)	<i>Fiber</i> (Serat)	Berasal dari sumber plastik sekunder, memiliki bentuk memanjang, umumnya berasal dari jaring, tali, dan kain sintesis.
	Fragmen	Berasal dari sumber sekunder yang dihasilkan dari potongan plastik, umumnya berasal dari botol plastik.
	<i>Sphere</i> (Granul)	Fragmen memiliki bentuk yang tidak beraturan. Umumnya berasal dari bahan-bahan yang digunakan dalam kosmetik seperti masker yang diaplikasikan

Karakteristik	Klasifikasi	Keterangan
		pada wajah.
Warna (Young & Elliot 2016)	Transparan	
	Merah	
	Cokelat	
	Kuning	Klasifikasi warna merupakan warna-warna serpihan plastik yang ditemukan dalam pengamatan.
	Biru	
	Hitam	
	Hijau	
Ungu		
Ukuran (Cordova 2019)	<300 $\mu\text{m}$	
	300-500 $\mu\text{m}$	Klasifikasi ukuran merupakan ukuran yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini.
	500-1000 $\mu\text{m}$	
	1000 $\mu\text{m}$	

### Identifikasi tipe polimer mikroplastik

Partikel yang diduga sebagai mikroplastik selanjutnya akan divalidasi menggunakan Fourier Transform Infrared (FT-IR) spectroscopy (Purwiyanto et al. 2020). Penelitian ini menggunakan Nicolet™ iS5 FT-IR spectrometer dengan bantuan software OMNIC 9, sehingga dapat menganalisis mikroplastik yang ditemukan secara langsung. Sebelum uji FT-IR dilakukan, permukaan FT-IR harus dibersihkan dengan menggunakan etanol steril (96%) agar sampel terhindar dari bahan kontaminasi.

FT-IR salah satu alat untuk mengidentifikasi suatu senyawa dengan waktu yang cukup cepat. Prinsip kerja FT-IR ini adalah interaksi antara materi dan energi. Uji FT-IR digunakan, maka inframerah akan melewati celah pada sampel dan kemudian berkas akan jatuh pada detector dan diubah menjadi sinyal listrik yang selanjutnya akan direkam oleh etector. Senyawa yang terekam oleh rekorder kemudian akan diindikasikan dengan puncak-puncak yang berbeda (Pambudi et al. 2017).

### Quality Control dan Quality Assurance

Dalam melaksanakan pengujian mikroplastik, langkah-langkah yang memberikan jaminan kualitas hasil dan monitoring ketat perlu dilakukan. Adanya kemungkinan kontaminasi berpotensi menyebabkan estimasi yang berlebihan (Foekema et al. 2013). Untuk mencegah hal tersebut, prosedur blangko juga dilakukan saat analisis sampel. Prosedur blangko yang digunakan pada penelitian ini berupa selotip/label yang diletakkan dalam cawan petri. Prosedur blangko bertujuan untuk meminimalisir dan mencegah kontaminasi sampel melalui udara. Kemudian, dilakukannya tindakan preventif seperti penggunaan sarung tangan lateks, jas laboratorium yang bebas dari bahan polimer (jas berbahan katun), kebersihan alat, dan lokasi kerja di laboratorium untuk mengurangi adanya kontaminasi terhadap sampel (Lusher et al. 2017).

Prosedur blangko yang sudah di gunakan kemudian dianalisis menggunakan mikroskop Nikon Eclipse Ni-U berguna untuk mengetahui ada atau tidaknya kontaminasi sampel yang berasal dari udara maupun pakaian yang digunakan ketika analisis sampel di ruang kerja. Pada penelitian ini tidak ditemukan adanya kontaminasi.

### **Kadar air sampel**

Sampel daging teripang yang telah diidentifikasi morfometriknya (Lampiran 3) kemudian diletakkan pada alumunium foil. Sampel daging ditimbang bobotnya terlebih dahulu kemudian dimasukkan ke dalam oven dan diatur hingga suhu 105 oC selama 24 jam. Sampel daging yang sudah dikeringkan selanjutnya, ditimbang kembali untuk mengetahui nilai bobot kering sampel. Bobot kering sampel daging akan dikonversi menjadi bobot kering sampel saluran pencernaan (Lampiran 4). Rumus yang digunakan untuk menghitung bobot kering sampel sebagai berikut (Evan et al. 2017).

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{(B-C)}{(B-A)} \times 100$$

Keterangan:

A= bobot *alumunium foil* kosong (g)

B= bobot sampel (g)

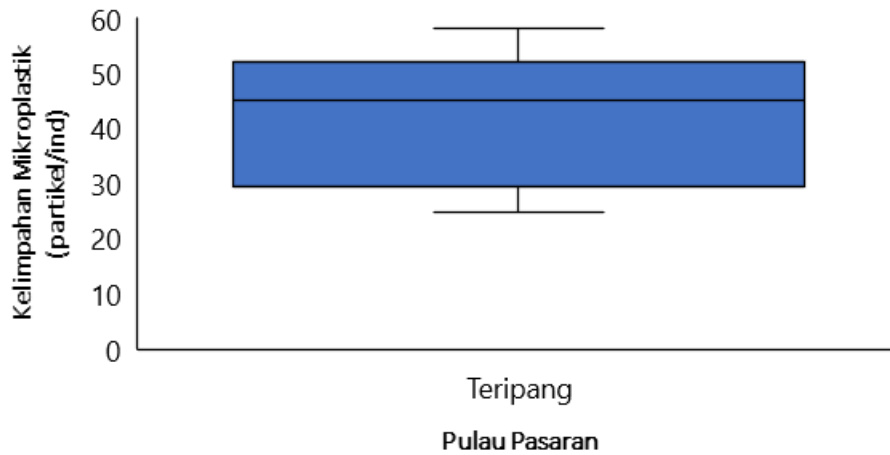
C= bobot *alumunium foil* dan sampel setelah dikeringkan (g)

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

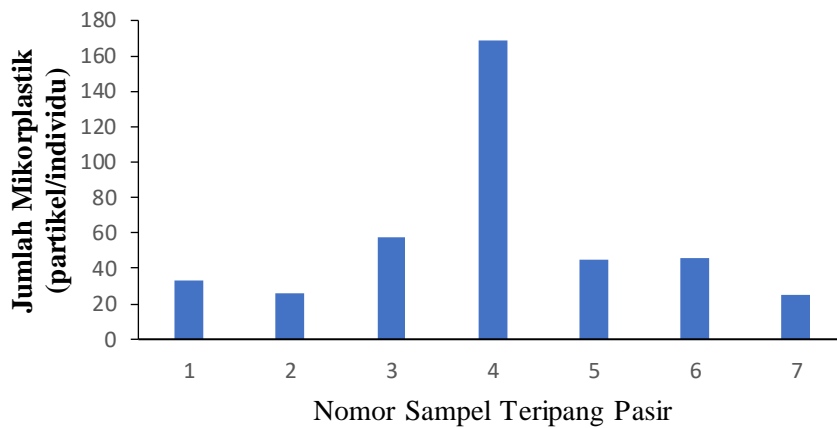
Dalam penelitian ini, hasil analisis yang diperoleh yaitu kelimpahan mikroplastik, karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk, warna mikroplastik, ukuran mikroplastik dan identifikasi tipe polimer mikroplastik. Hasil analisis pertama adalah kelimpahan mikroplastik.

#### **Kelimpahan Mikroplastik**

Berdasarkan hasil analisis mikroplastik pada saluran pencernaan teripang pasir (*Holothuria scabra*) budidaya di Pulau Pasaran, Bandar Lampung. Partikel mikroplastik dalam saluran pencernaan teripang pasir diidentifikasi agar mendapatkan kelimpahan total mikroplastik (Gambar 2). Jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan dalam saluran pencernaan teripang pasir dapat dilihat pada grafik dibawah ini (Gambar 3).



Gambar. 2. Kelimpahan mikroplastik



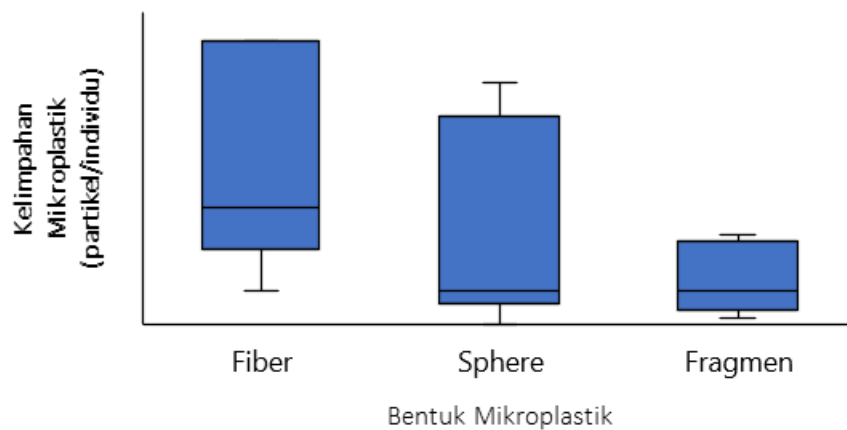
Gambar. 3. Nomor sampel teripang

Kelimpahan total mikroplastik pada saluran pencernaan teripang pasir memperoleh nilai median sebesar 45 partikel/individu dengan range 26-58. Kelimpahan mikroplastik tertinggi yang ditemukan dalam saluran pencernaan teripang pasir sebesar 169 partikel/individu. Kelimpahan mikroplastik terendah yaitu 25 partikel/individu.

### **Karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk**

Hasil yang didapat menggambarkan jumlah dominan bentuk mikroplastik dalam saluran pencernaan teripang pasir yang di budidaya di Pulau Pasaran, Bandar Lampung. Masing-masing kelimpahan mikroplastik berdasarkan bentuk disajikan pada Gambar 4.



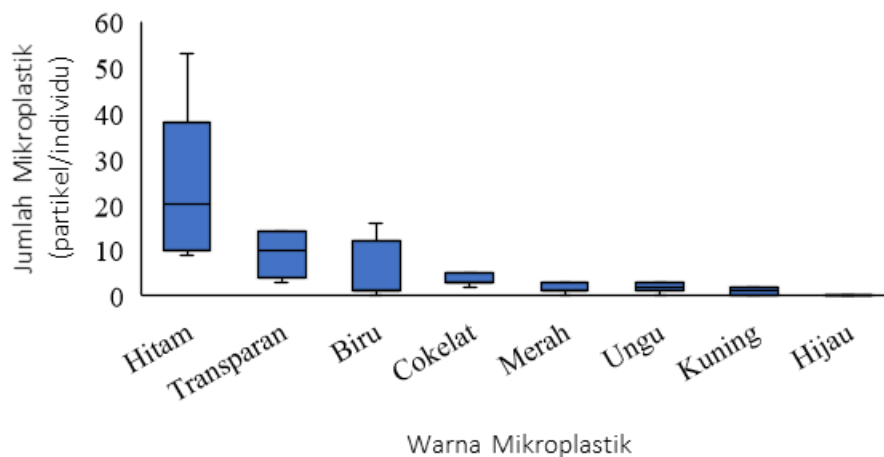


Gambar. 4. Bentuk mikroplastik

Karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk yang ditemukan dalam saluran pencernaan teripang pasir memperoleh hasil paling banyak berturut-turut adalah fiber, sphere, dan fragmen. Hasil yang ditampilkan berupa nilai median dan range dari masing-masing bentuk mikroplastik yaitu nilai median untuk fiber adalah 17 partikel/individu dengan range 11-41, sphere 5 partikel/individu dengan range 3-30, dan fragmen 5 partikel/individu dengan range 2-12. Berdasarkan uji statistik yang dilakukan menggunakan uji Kruskal Wallis didapatkan hasil yang menunjukkan tidak ada perbedaan nyata yang diperoleh dari kelimpahan mikroplastik dalam bentuk fiber, sphere, dan fragmen ( $p=0.06$ ) terhadap kelimpahan mikroplastik (Lampiran 5).

### Warna Mikroplastik

Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik mikroplastik warna pada saluran pencernaan teripang pasir memberikan hasil kelimpahan yang berbeda antar warna mikroplastik. Warna mikroplastik yang ditemukan dalam saluran pencernaan teripang pasir yaitu hitam, transparan, biru, cokelat, merah, ungu, kuning, dan hijau Gambar 5.



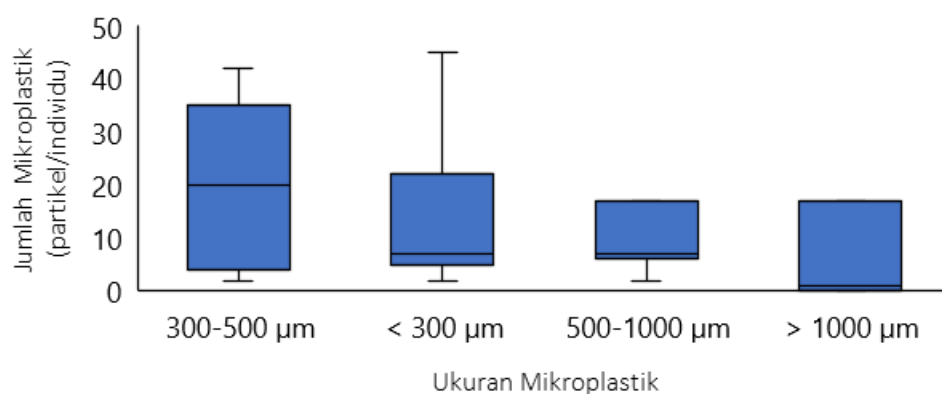
Gambar. 5. Warna mikroplastik

Kelimpahan karakteristik mikroplastik berdasarkan warna paling banyak ditemukan berturut-turut adalah hitam, transparan, biru, cokelat, merah, ungu, kuning, dan hijau. Hasil yang ditampilkan berupa nilai median dan range dari masing-masing warna

mikroplastik. Hitam 20 partikel/individu dengan range 10-38, transparan 10 partikel/individu dengan range 4-14, biru 1 partikel/individu dengan range 1-12, coklat 3 partikel/individu dengan range 3-5, merah 1 partikel/individu dengan range 1-3, ungu 2 partikel/individu dengan range 1-3, kuning 1 partikel/individu dengan range 0-2, dan hijau memiliki nilai median 0 partikel/individu.

### Ukuran Mikroplastik

Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik mikroplastik berdasarkan ukuran, diperoleh hasil yang berbeda antar ukuran mikroplastik. Kelimpahan antar masing-masing ukuran mikroplastik disajikan dalam Gambar 6.

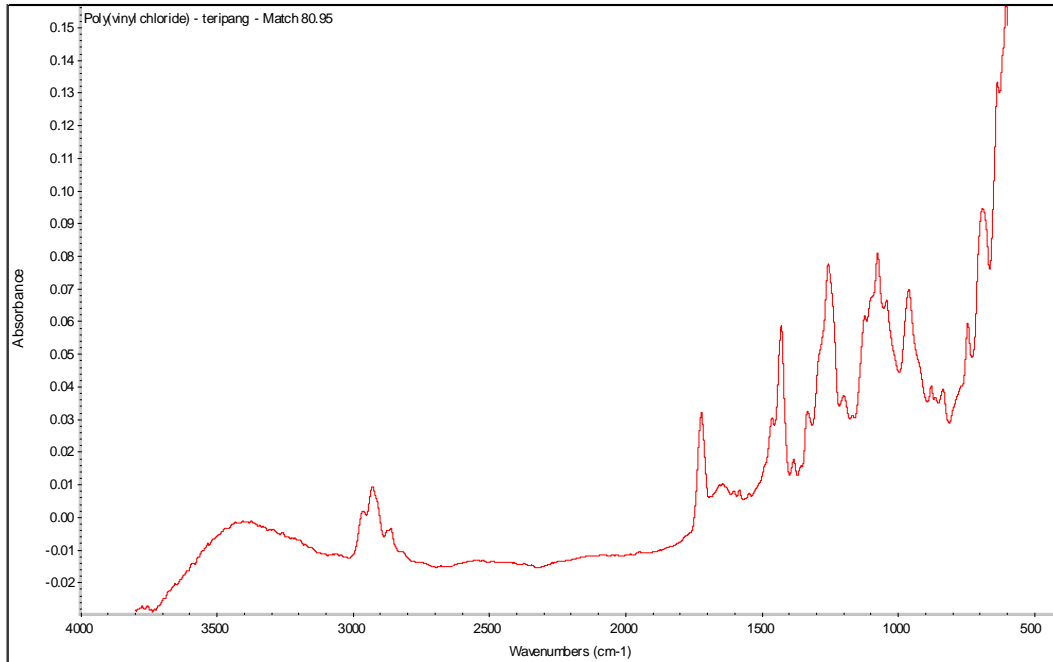


Gambar. 6. Ukuran mikroplastik

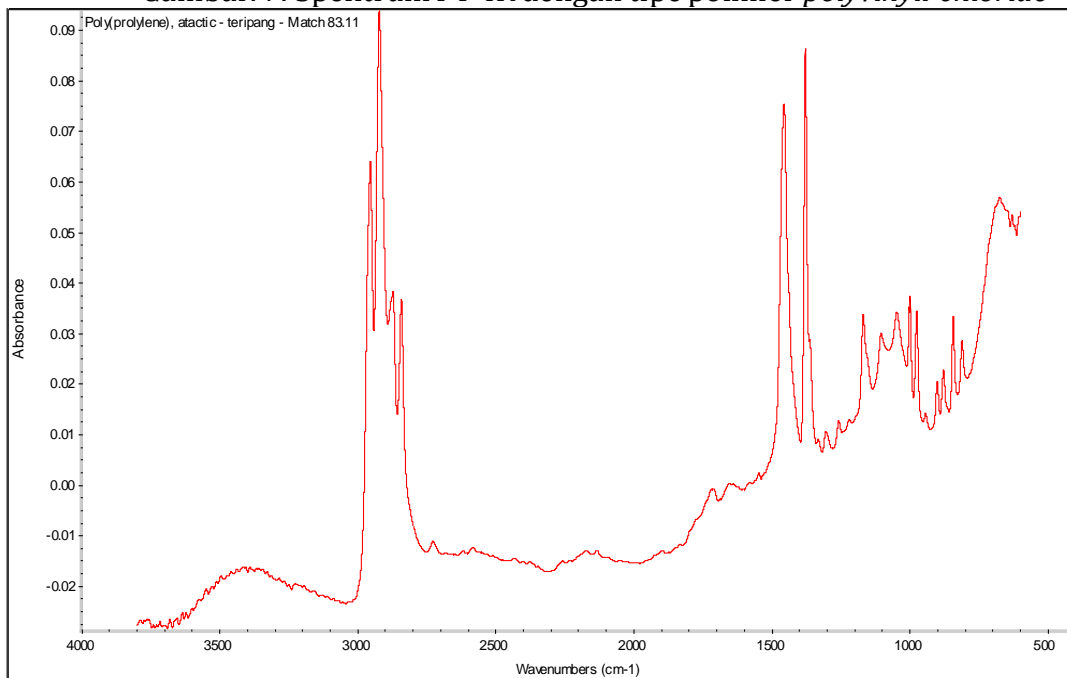
Karakteristik mikroplastik berdasarkan ukuran dikategorikan ke dalam empat ukuran yaitu <300 µm, 300-500 µm, 500-1000 µm, dan >1000 µm. Karakteristik mikroplastik berdasarkan ukuran memperoleh hasil median dan range berturut-turut adalah 300-500 µm 20 partikel/individu dengan range 4-35, <300 µm 7 partikel/individu dengan range 5-22, 500-1000 µm 7 partikel/individu dengan range 6-17, dan >1000 µm 1 partikel/individu dengan range 0-17. Berdasarkan uji statistik menggunakan uji Kruskal Wallis didapatkan hasil yaitu menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara kelimpahan ukuran mikroplastik ( $p > 0.05$ ) terhadap kelimpahan mikroplastik (Lampiran 7).

### Identifikasi tipe polimer mikroplastik

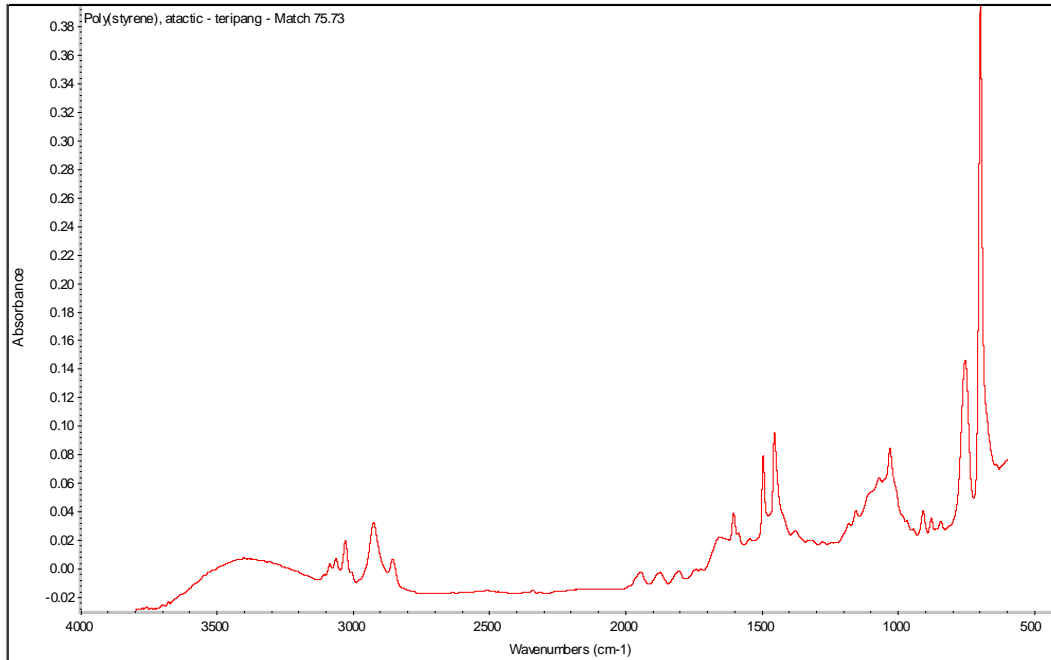
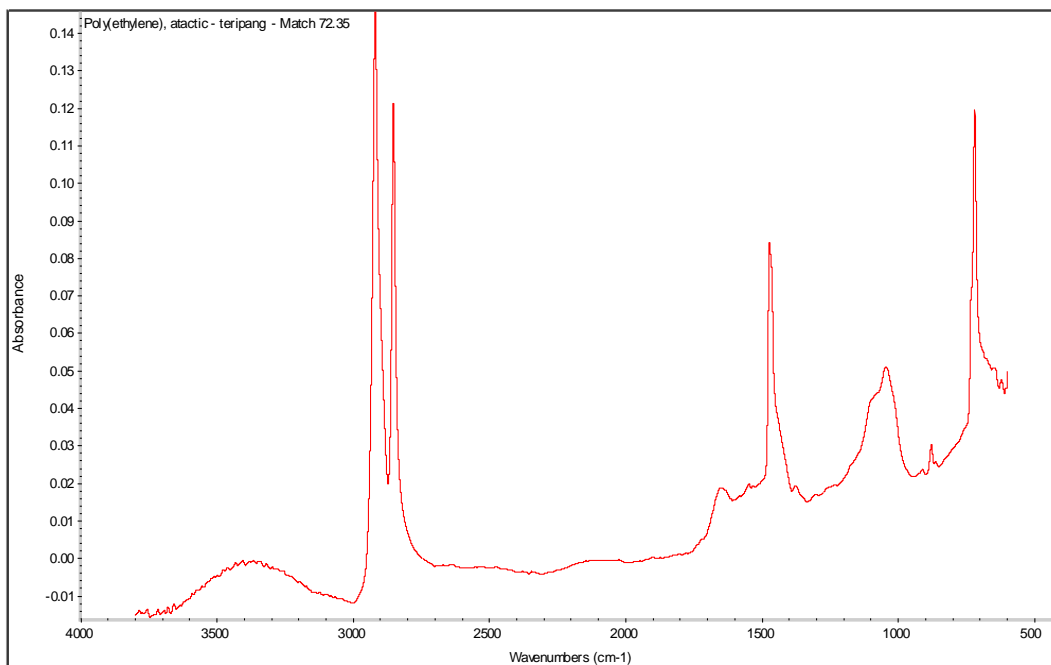
Jumlah partikel mikroplastik diidentifikasi menggunakan FT-IR spectroscopy yaitu sebanyak enam partikel mikroplastik. Berdasarkan uji FT-IR, 4 (66.67%) partikel yang teridentifikasi sebagai mikroplastik, sedangkan 2 (33.33%) tidak teridentifikasi. Terdapat empat tipe polimer mikroplastik yang teridentifikasi yaitu polyvinyl chloride (PVC) (Gambar 6), polypropylene (PP) (Gambar 7), polystyrene (PS) (Gambar 8), dan polyethylene (PE) (Gambar 9) sebagai berikut.



Gambar. 7. Spektrum FT-IR dengan tipe polimer *polyvinyl chloride*



Gambar. 8. Spektrum FT-IR dengan tipe polimer *polypropylene*

Gambar. 9. Spektrum FT-IR dengan tipe polimer *polystyrene*Gambar. 10. Spektrum FT-IR dengan tipe polimer *polyethylene*

Berdasarkan tipe polimer yang digambarkan diatas yaitu polimer polyvinyl chloride, polypropylene, polystyrene, dan polyethylene. Mikroplastik yang teridentifikasi pada organ pencernaan teripang menggunakan uji FT-IR yaitu sebanyak 4 (66.67%) partikel mikroplastik dan 2 (33.33%) partikel mikroplastik tidak teridentifikasi sebagai mikroplastik. Dilihat dari adanya partikel yang tidak teridentifikasi sebagai mikroplastik, maka dari itu perlu dilakukan analisis polimer menggunakan uji FT-IR.

## Hubungan bobot saluran pencernaan teripang terhadap kelimpahan mikroplastik

Hubungan antara bobot saluran pencernaan teripang dengan kelimpahan mikroplastik memiliki nilai koefisien determinasi yang kuat dilihat dari persamaan  $y=17.337x-2.583$  dengan koefisien determinasi  $R^2=0.599$ . Hal ini dapat menggambarkan bahwa 60% kelimpahan mikroplastik dipengaruhi oleh bobot organ pencernaan teripang, dan 40% dipengaruhi factor lain. Nilai koefisien determinasi yang ditemukan menunjukkan hubungan bobot organ pencernaan terhadap kelimpahan mikroplastik kuat. Berdasarkan grafik yang diperoleh, semakin besar bobot saluran organ pencernaan teripang, maka kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan relatif lebih banyak (Lampiran 8).

Kelimpahan mikroplastik pada penelitian ini diperoleh hasil sebesar  $45\pm 51$  partikel/individu. Hasil ini jika dibandingkan dengan teripang lain seperti *Apostichopus japonicus* yang diteliti pada tambak yang berlokasi di sepanjang Laut Bohai dan Laut Kuning, China diperoleh hasil kelimpahan yang lebih rendah yaitu sebesar 0-30 partikel/individu (Mohsen et al. 2018). Hal ini disebabkan karena banyaknya kegiatan antropogenik seperti kegiatan perikanan disekitar perairan Pulau Pasaran. Kegiatan tersebut mendorong partikel mikroplastik masuk ke dalam kolom perairan. Hal ini didukung oleh kajian Mohsen et al. (2018), yang menyatakan bahwa mikroplastik masuk ke dalam kolom perairan disebabkan karena adanya aktivitas tambak intensif seperti peningkatan stok dan manajemen produksi perikanan.

Karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk mikroplastik yang terdapat pada saluran pencernaan teripang pasir yaitu fiber, sphere dan fragmen. Berdasarkan hasil analisis, bentuk fiber merupakan jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Sayogo et al. (2019), fiber lebih banyak ditemukan pada organ pencernaan teripang dengan kepadatan 7 partikel/gr di Pulau Tidung Besar dan 3.7 partikel/gr di Pulau Bira. Selanjutnya, hasil penelitian ini juga serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Cordova et al. (2020) yaitu fiber merupakan jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada saluran pencernaan *Aplocheilus* sp. dengan rata-rata 2.75 partikel/individu.

Mikroplastik bentuk fiber umumnya banyak ditemukan karena fiber merupakan jenis mikroplastik yang mudah terbawa arus, masuk ke saluran pencernaan, dan kemudian akan terakumulasi di dalam organ pencernaan teripang sehingga terjadi penyumbatan pada alat makan dan saluran pencernaan (Claessens et al. 2011). Dilihat dari sumbernya, fiber paling banyak ditemukan pada jaring dan tali (Claessens et al. 2011). Alat tersebut biasanya digunakan untuk berbagai kegiatan di perairan Pulau Pasaran, seperti kegiatan memancing, budidaya, dan pelabuhan yang digunakan untuk membongkar muatan kapal. Ketika alat yang digunakan untuk menangkap ikan seperti jaring akan mengapung di permukaan laut dan tersapu ke pantai, kemudian terus menerus terpapar radiasi UV, yang meningkatkan fragmentasi menjadi potongan-potongan kecil yang menyebar pada perairan (Claessens et al. 2011).

Fragmen ditemukan dalam jumlah sedikit pada kolam pembesaran teripang pasir. Hal ini disebabkan oleh lamanya waktu yang dibutuhkan barang-barang plastik yang padat seperti ember, tutup botol, botol kemasan, dan contoh lainnya, untuk terdegradasi menjadi partikel berukuran mikroskopis yang umumnya terbuat dari PVC (Andrady

2011; Free et al. 2014; Nilsen et al. 2014). Ukuran mikroplastik yang lebih kecil dibanding dengan ukuran sedimen menyebabkan mikroplastik akan tercerna oleh teripang. Hal ini dibuktikan pada penelitian yang dilakukan oleh Assidqi (2015), yaitu penelitian pada kotoran teripang, ditemukan adanya partikel mikroplastik. Hal ini diduga karena mikroplastik jenis fiber merupakan jenis mikroplastik yang terdapat di habitat teripang, sehingga teripang dapat menelan mikropartikel plastik sebagai makanannya.

Karakteristik mikroplastik berdasarkan warna yang mendominasi pada penelitian ini yaitu warna hitam. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Mohsen et al. (2018), yaitu warna yang mendominasi adalah warna biru pada sampel teripang. Warna hitam dapat mengindikasikan bahwa pada perairan tersebut banyak terdapat kontaminan yang terserap dalam mikroplastik dan partikel organik lainnya (GESAMP 2015). Warna pekat yang ditemukan pada penelitian, dapat menandakan bahwa mikroplastik belum mengalami perubahan warna (discolouring) yang signifikan. Mikroplastik akan dikonsumsi oleh organisme dapat disebabkan karena warna mikroplastik serupa dengan makanan organisme tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hastuti et al. (2019), warna mikroplastik mirip dengan mangsa alami organisme, sehingga berpotensi dikonsumsi mikroplastik oleh organisme perairan. Menurut Cordova et al. (2020), biota yang berada pada perairan muara dan pesisir mengalami kesulitan dalam membedakan antara makanan dan plastik yang terdegradasi.

Karakteristik mikroplastik berdasarkan ukuran dikelompokkan menjadi empat ukuran yang mengacu pada (Cordova et al. 2019). Ukuran mikroplastik yang paling banyak ditemukan yaitu kelompok 300-500  $\mu\text{m}$ . Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Zhou et al. (2018), mengategorikan kelompok ukuran 100-250  $\mu\text{m}$  menyumbang ukuran terbanyak yang kemudian diikuti oleh ukuran 250-500  $\mu\text{m}$ . Menurut Dai et al. (2018), batas bawah ukuran partikel mikroplastik belum diidentifikasi secara pasti, namun paling umum penelitian mengambil objek partikel dengan ukuran minimal 300  $\mu\text{m}$ . Ukuran yang ditemukan merupakan ukuran yang mendekati ukuran plankton sehingga akan mudah termakan oleh organisme dan memberikan kemudahan untuk menyebar (Lusher et al. 2013).

Jenis polimer yang ditemukan pada organ pencernaan teripang pasir menggunakan uji FT-IR antara lain polimer polyvinyl chloride (PVC), polypropylene (PP), polystyrene (PS), dan polyethylene (PE). PVC mempunyai sifat kaku, jernih, keras dan mengkilap, selain itu, PVC juga mempunyai sifat yang sulit ditembus air sehingga jenis polimer PVC banyak digunakan sebagai kemasan makanan (Suyitno 1990). Material dari jenis polimer PS dan PE berasal dari produk kemasan, peralatan rumah tangga, tas plastik, sedangkan PP berasal dari kemasan makanan, pipa, dan onderdil yang digunakan pada kendaraan (Lusher et al. 2017). Dilihat dari jenis polimer mikroplastik yang ditemukan pada organ pencernaan teripang pasir, pencemaran dimungkinkan berasal dari kegiatan perikanan dan kegiatan antropogenik disekitar Pulau Pasaran.

Penelitian yang dilakukan didapatkan hubungan korelasi yang positif antara bobot saluran pencernaan maka semakin tinggi pula kelimpahan mikroplastik pada teripang pasir. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Xu et al. (2015), yaitu memperoleh nilai korelasi yang positif antara jumlah mikroplastik dalam organ pencernaan dengan bobot organisme. Teripang yang berada dalam kolom perairan akan menelan sedimen yang kaya akan bahan organik (Xu et al. 2015). Adanya hasil penelitian ini mendukung masuknya mikroplastik ke dalam saluran pencernaan akibat dari proses non selektif feeding teripang pasir (Jasmadi 2018). Partikel mikroplastik dapat masuk

melalui tentakel saat teripang mengambil makanan dan melalui organ pernafasan saat respirasi (Iwalaye et al. 2020). Hal inilah yang menyebabkan pada saat konsumsi, mikroplastik dapat melewati usus dan dapat berada dalam saluran pencernaan (Browne et al. 2008).

Mikroplastik memberikan dampak yang berbahaya bagi biota perairan. Mikroplastik akan dikonsumsi oleh biota karena ukuran, bentuk, serta warna yang tidak mencolok (Schuyler et al. 2014) dan serupa dengan pakan alami. Bahaya dari masuknya mikroplastik ke dalam pencernaan biota perairan yaitu mengganggu proses-proses pencernaan dan akan menghambat proses penyerapan (Wright et al. 2013). Termakannya mikroplastik juga dapat menimbulkan pengaruh negatif terhadap kondisi organisme, dengan menyebabkan rasa kenyang yang salah atau mengakibatkan penyumbatan internal pada saluran pencernaan (Barnes et al. 2009; Lithner et al. 2011).

Selain memiliki dampak yang buruk terhadap organisme laut, mikroplastik juga akan memberikan dampak yang lebih besar terhadap lingkungan abiotik atau biotik. Ketika mikroplastik terakumulasi di sedimen maka biota benthik lainnya seperti zooplankton dan kerang akan mempengaruhi tingkat trofik yang lebih tinggi seperti ikan dan burung laut (Wright et al. 2013). Beberapa penelitian telah menunjukkan mikroplastik juga berada di dalam tubuh organisme laut yang berbeda-beda, seperti zooplankton (Moore 2008; Vroom et al. 2017; Sun et al. 2018). Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Browne et al. (2008), juga menemukan mikroplastik yang terdapat dalam tubuh kerang.

#### **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

##### **4.1. Kesimpulan**

Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada saluran pencernaan teripang pasir memperoleh nilai median sebesar 45 partikel/individu dengan range 26-58. Karakteristik berdasarkan bentuk, warna, dan ukuran mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada saluran pencernaan teripang pasir yaitu bentuk fiber dengan warna mikroplastik yang mendominasi yaitu warna hitam dan ukuran mikroplastik yang dengan kisaran ukuran 300-500  $\mu\text{m}$ . Tipe polimer mikroplastik yang teridentifikasi yaitu polyvinyl chloride (PVC), polypropylene (PP), polystyrene (PS), dan polyethylene (PE).

##### **4.2. Saran**

Informasi mengenai dicerna dan diserapnya mikroplastik dalam tubuh biota perairan belum diketahui secara pasti sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Selain itu, perlu diadakannya penelitian komposisi partikel plastik pada lokasi lain untuk mengetahui sumber cemaran mikroplastik. Masyarakat di Pulau Pasaran perlu melakukan pengelolaan sampah plastik yang baik secara berkala. Penelitian yang dilakukan baru sampai level mikroplastik, maka dari itu diharapkan adanya penelitian lanjutan sampai tingkat nanoplastik pada tubuh teripang pasir.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ali M, Maharani HW, Hudaidah S, Fornando H. 2015. Analisis kesesuaian lahan di perairan Pulau Pasaran Provinsi Lampung untuk budidaya kerang hijau (*perna viridis*). *Mispari J.* 7(2):57–64.
- Andrady AL. 2011. Microplastics in the marine environment. *Mar. Pollut. Bull.* 62(8):1596–1605.
- Assidqi K. 2015. The Physiological Impact Of Microplastics On *Holothuria leucospilota* [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Aziz A. 1997. Status penelitian teripang komersial di Indonesia. *Oseana.* 22(1):9–19.
- Barnes DKA, Galgani F, Thompson RC, Barlaz M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 00:1–14.
- Boucher C, Morin M, Bendell LI, 2016. The influence of cosmetic microbeads on the sorptive behavior of cadmium and lead within intertidal sediments. *A Laboratory Study. Regional Studies in Marine Science.*3: 1–7.
- Browne MA, Dissanayake A, Galloway TS, Lowe DM, Thompson RC. 2008. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environ. Sci. Technol.* 42(13):5026–5031.
- Claessens M, Meester S De, Landuyt L Van, Clerck K De, Janssen CR. 2011. Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *Mar. Pollut. Bull.* 62(10):2199–2204.
- Cole M, Lindeque P, Halsband C, Galloway TS. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Mar. Pollut. Bull.* 62(12):2588–2597.
- Cordova MR, Purwiyanto AIS, Suteja Y. 2019. Abundance and characteristics of microplastics in the northern coastal waters of Surabaya, Indonesia. *Mar. Pollut. Bull.* 142:183–188.
- Cordova MR, Riani E, Shiimoto A. 2020. Microplastics ingestion by blue panchax fish (*Aplocheilus* sp.) from Ciliwung Estuary, Jakarta, Indonesia. *Mar. Pollut. Bull.* 161:111763.
- Crawford CB, Quinn B. 2017. The biological impacts and effects of contaminated microplastics, in: *Microplastic Pollutants. Elsevier.* 159-178.
- Dai Z, Zhang H, Zhou Q, Tian Y, Chen T, Tu C, Fu C, Luo Y. 2018. Occurrence of microplastics in the water column and sediment in an inland sea affected by intensive anthropogenic activities. *Environ. Pollut.* 242:1557–1565.
- Darsono P. 2003. Sumber daya teripang dan pengelolaannya. *J. Oseana.* 28(2):1–9.
- Darsono P. 2007. Teripang (Holothuroidea) : kekayaan alam dalam keragaman biota laut. *Oseana.* 32(2):1–10.
- Eriksen M, Lebreton LCM, Carson HS, Thiel M, Moore CJ, Borroero JC, Galgani F, Ryan PG, 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):0–15.
- Foekema EM, De Gruijter C, Mergia MT, Van Franeker JA, Murk AJ, Koelmans AA. 2013. Plastic in north sea fish. *Environ. Sci. Technol.* 47(15):8818–8824.
- Free CM, Jensen OP, Mason SA, Eriksen M, Williamson NJ, Boldgiv B. 2014. High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Mar. Pollut. Bull.* 85(1):156–163.



- Galgani F, Leaute JP, Moguedet P, Souplet A, Verin Y, Carpentier A, Goraguer H, Latrouite D, Andral B, Cadiou Y, et al. 2000. Litter on the sea floor along European coasts. *Mar. Pollut. Bull.* 40(6):516–527.
- GESAMP. 2015. Sources, fate and effects of MP in the marine environment: a global assessment. *J. Ser. GESAMP Reports Stud.* 90:98.
- Hastuti AR, Lumbanbatu DTF, 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.
- Haward M. 2018. Plastic pollution of the world's seas and oceans as a contemporary challenge in ocean governance. *Nat. Commun.* 9(1):9–11.
- Ivar do Sul JA, Costa MF, Barletta M, Cysneiros FJA. 2013. Pelagic microplastics around an archipelago of the Equatorial Atlantic. *Mar. Pollut. Bull.* 75(1–2):305–309.
- Iwalaye OA, Moodley GK, Robertson-Andersson DV. 2020. The possible routes of microplastics uptake in sea cucumber *Holothuria cinerascens* (Brandt, 1835). *Environ. Pollut.* 264:114644.doi:10.1016/j.envpol.2020.114644.
- Jambeck RJ *et al.* 2015 Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science.* 347(6223): 764–768.
- Jasmadi. 2018. Pertumbuhan dan aspek ekologi teripang pasir (*Holothuria scabra*) pada keramba jaring tancap di perairan Lairngangas, Maluku Tenggara. *Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.* 10(22):317–331.
- Lithner D, Larsson A, Dave G. 2011. Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Sci. Total Environ.* 409:3309–3324.
- Lusher A, Hollman P, Mandoza-Hill J. J. 2017. Microplastics in fisheries and aquaculture. 615.
- Lusher AL, McHugh M, Thompson RC. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Mar. Pollut. Bull.* 67:94–99.
- Lusher AL, McHugh M, Thompson RC. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin.* 67(1-2): 94–99.
- Manalu AA, Hariyadi S, Wardiatno Y. 2017. Microplastics abundance in coastal sediments of Jakarta Bay, Indonesia. *AAFL Bioflux.* 10(5):1164–1173.
- Masura J, Baker J, Foster G, Arthur C. 2015. Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. (July).
- Mohsen M, Wang Q, Zhang L, Sun L, Lin C, Yang H. 2018. Microplastic ingestion by the farmed sea cucumber *Apostichopus japonicus* in China. *Environ. Pollut.* 245:1071–1078.
- Moore CJ. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. *Environ. Res.* 108(2):131–139.
- Nilsen F, David Hyrenbach K, Fang J, Jensen B. 2014. Use of indicator chemicals to characterize the plastic fragments ingested by Laysan albatross. *Mar. Pollut. Bull.* 87(1):230–236.
- NOAA. 2016. Modeling oceanic transport of floating marine debris. *NOAA Mar. Debris Progr.* 21.

- NOAA. 2018. "What is marine debris," National Oceanic and Atmospheric Administration,[Online]. Available:<https://marinedebris.noaa.gov/discover-issue>.
- Noor NM. 2014. Prospek pengembangan usaha budidaya kerang hijau (*Perna viridis*) di Pulau Pasaran, Bandar Lampung. *J. Ilmu Perikanan dan Sumberd. Perair.* 3(2):241–246.
- Octarianita E, Widiastuti EL, Tugiyono. 2022. Analisis mikroplastik pada air dan sedimen di Pantai Teluk Lampung dengan metode FT-IR (*Fourier Transform Infrared*). *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik.* 6(2): 2550-1232
- Pambudi A, Farid M, Nurdiansah H. 2017. Analisis morfologi dan spektroskopi infra merah serat bambu betung (*Dendrocalamus asper*) hasil proses alkalisasi sebagai penguat komposit absorpsi suara. *Jurnal Teknik ITS.* 6(2):2301-9271.
- Purwiyanto AIS, Suteja Y, Trisno, Ningrum PS, Putri WAE, Rozirwan, Agustriani F, Fauziyah, Cordova MR, Koropitan AF. 2020. Concentration and adsorption of Pb and Cu in microplastics: case study in aquatic environment. *Marine Pollution Bulletin.* 158(2020):111380.
- Riani E, Chairunissa, Maheswari H, Dzikrifishofa M, Kusumorini N. 2016. Sandfish (*Holothuria scabra*) ameliorates aging in menopausal women by increasing estradiol hormones. *Physiology and Pharmacology Journal.* 20 (3): 206-214.
- Samsinar R, Anwar k. 2018. studi perencanaan pembangkit listrik tenaga sampah kapasitas 115 kw (studi kasus Kota Tegal). *J. Elektrum.* 15(2):33–40.
- Sayogo BH, Patria MP, Takarina ND. 2019. The density of microplastic in sea cucumber (*Holothuria sp.*) and sediment at Tidung Besar and Bira Besar island, Jakarta. *J. Phys. Conf. Ser.* 1524.
- Schuyler QA, Wilcox C, Townsend K, Hardesty BD, Marshall NJ. 2014. Mistaken identity? visual similarities of marine debris to natural prey items of sea turtles. *BMC Ecol.* 14(1):1–7.
- Silaban B, Tarigan G, Siagian P. 2014. Aplikasi mann-whitney untuk menentukan ada tidaknya perbedaan indeks prestasi mahasiswa yang berasal dari kota Medan dengan luar kota Medan. *Saintia Mat.* 2(2):173–187.
- Smith M, Love DC, Rochman C M, Neff RA. 2018. Microplastics in seafood and the implications for human health. *Current Environmental Health Reports.* 5(3): 375-386.
- Sun X, Liu T, Zhu M, Liang J, Zhao Y, Zhang B. 2018. Retention and characteristics of microplastics in natural zooplankton taxa from the East China Sea. *Sci. Total Environ.* 640–641:232–242.
- Suyitno. 1990. Bahan-bahan Pengemas. Yogyakarta (ID): UGM
- Tankovic MS, Perusco VS, Godrijan J, D PD. 2015. Marine Plastic Debris in The North-Eastern Adriatic: Book of abstracts.
- Thompson RC, Olsen Y, Mitchell RP, Davis A, Rowland SJ, John AWG, McGonigle D, Russell AE, 2004. Lost at sea: where is all the plastic. *Science.* 304 (838).
- Thompson RC, Olson Y, Mitchell RP, Davis A, Rowland SJ, John AWG, McGonigle D, Russell AE. 2004. Lost at sea: where is all the plastic? *Scienc.* 304(5672):838.
- Van Cauwenberghe L, Claessens M, Vandegehuchte MB, Mees J, Janssen CR. 2013. Assessment of marine debris on the Belgian Continental Shelf. *Mar. Pollut. Bull.* 73(1):161–169.
- Vroom RJE, Koelmans AA, Besseling E, Halsband C. 2017. Aging of microplastics promotes their ingestion by marine zooplankton. *Environ. Pollut.* 231:987–996.
- Wright SL, Thompson RC, Galloway TS. 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environ. Pollut.* 178:483–492.

- Wu WM, Yang J, Criddle CS. 2017. Microplastics pollution and reduction strategies. *Front. Environ. Sci. Eng.* 11(1).
- Xu Q, Hamel JF, Mercier A. 2015. Feeding, digestion, nutritional physiology, and bioenergetics. Elsevier. 39.
- Yoshida S, Hiraga K, Tokehana T, Taniguchi I, Yamaji H, Maeda Y, Toyohara K, Miyamoto K, Kimura Y, Oda K. 2016. A bacterium that degrades and assimilates poly (ethylene terephthalate). *Scienc.* 353(6301):759.
- Young AM, Elliott JA. 2016. Characterization of microplastic and mesoplastic debris in sediments from Kamilo Beach and Kahuku Beach, Hawai'i. *Mar. Pollut. Bull.* 113(1-2):477-482.
- Zhou Q, Zhang H, Fu C, Zhou Y, Dai Z, Li Y, Tu C, Luo Y. 2018. The distribution and morphology of microplastics in coastal soils adjacent to the Bohai Sea and the Yellow Sea. *Geoderma.* 322:201-208.