

## **Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Zona Pemukiman, Zona Pariwisata dan Zona Perlindungan Kepulauan Karimunjawa, Jepara**

**Cornelia Widya Seprandita, Jusup Suprijanto\*, Ali Ridlo**

*Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275 Indonesia  
Email: jusup.suprijanto@yahoo.co.id*

### **Abstrak**

Kepulauan Karimunjawa merupakan salah satu Kawasan Taman Nasional yang terdapat di Indonesia yang terdiri dari beberapa zonasi yang disesuaikan dengan fungsi dan peruntukannya yaitu Zona Inti, Zona Perlindungan, Zona Pemanfaatan Bahari, Zona Rehabilitasi, Zona Pemanfaatan Perikanan Nasional, dan Zona Pemukiman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik di perairan Pulau Cemara Kecil, Pulau Menjangan Kecil, dan Pelabuhan Syahbandar Karimunjawa. Sampel diambil dengan cara menyaring permukaan air laut dengan plankton net sepanjang 100 meter menggunakan perahu. Sampel air laut sebanyak 250mL ditambahkan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% 250 mL dan disaring dengan kertas Whatman No. 42. Mikroplastik yang diperoleh dianalisis bentuk, warna, dan jumlah kelimpahannya menggunakan mikroskop elektron dengan perbesaran 100 kali. Jenis mikroplastik ditentukan dengan Uji FT-IR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perairan Pelabuhan Syahbandar memiliki kelimpahan mikroplastik tertinggi yaitu 19,98 partikel/m<sup>3</sup>, diikuti perairan Pulau Menjangan Kecil yaitu sebesar 17,21 partikel/m<sup>3</sup> dan paling kecil di perairan Pulau Cemara Kecil yaitu 14,8 partikel/m<sup>3</sup>. Bentuk mikroplastik yang ditemukan adalah fragment, fiber, film, dan pellets. Jenis mikroplastik diduga adalah High-density polyethylene (HDPE), Low-density polyethylene (LDPE), Polystyrene (PS), Polypropylene (PP), Polyvinyl chloride (PVC), Nitrile, Nylon, dan Cellulose acetate (CA) atau Rayon.

**Kata kunci :** Mikroplastik, FT-IR, Perairan Pulau Karimunjawa

### **Abstract**

#### ***Abundance of Microplastics in the Waters of the Settlement Zone, the Tourism Zone and the Protection Zone of the Karimunjawa Islands, Jepara***

*Karimunjawa Islands is one of the National Park Areas in Indonesia which consists of several zones that are adapted to their functions and purposes, namely the Core Zone, Protection Zone, Maritime Use Zone, Rehabilitation Zone, National Fisheries Utilization Zone, and Resettlement Zone. This study aims to determine the abundance of microplastics in Cemara Kecil Island, Menjangan Kecil Island, and Syahbandar Harbor. Samples were taken by filtering the surface of seawater with a 100-meter long plankton net using a boat. 250 mL of seawater samples added H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% 250 mL and distributed with Whatman No. paper. 42. Microplastic shapes, colors, and abundance are obtained using an electron microscope with a magnification of 100 times. The microplastic type was determined by FT-IR Test. The results showed the fact that the Port of Syahbandar had the highest microplastic abundance of 19.98 particles / m<sup>3</sup>, followed by Menjangan Kecil Island at 17.21 particles / m<sup>3</sup> and the smallest at Cemara Kecil Island was 14.8 particles / m<sup>3</sup>. The microplastic forms found are fragments, fibers, films, and pellets. Microplastic types are High-density polyethylene (HDPE), low-density polyethylene (LDPE), Polystyrene (PS), Polypropylene (PP), Polyvinyl chloride (PVC), Nitrile, Nylon, and Cellulose acetate (CA) or Rayon.*

**Keywords :** Microplastic, FT-IR, Karimunjawa Island Waters

## PENDAHULUAN

Salah satu Taman Nasional di Indonesia yang terletak di Kepulauan Karimunjawa, Jepara, Jawa Tengah memiliki fungsi untuk menjaga dan melestarikan ekosistem laut yang terdapat di dalamnya (Limbong dan Soetomo, 2014). Berdasarkan kondisi ekosistemnya, Taman Nasional Karimunjawa terdiri dari beberapa zonasi yaitu Zona Pemukiman, Zona Pemanfaatan Perikanan Nasional, Zona Rehabilitasi, Zona Pemanfaatan Bahari, Zona Perlindungan, dan Zona Inti. Kekayaan alam yang dimiliki wilayah ini banyak menarik perhatian turis untuk berwisata sehingga kegiatan pariwisata dan aktivitas manusia di Pulau Karimunjawa ikut meningkat. Akibat dari peningkatan ini akhirnya menimbulkan pencemaran sampah plastik dilaut.

Sampah plastik merupakan jenis sampah non-organik yang berasal dari material dengan rantai karbon dan memiliki sifat sulit terurai lama. Sekitar 80% sampah plastik dari daratan juga berkontribusi mencemari lautan, sehingga sampah plastik yang terdapat di lautan disebut *marine debris* (Andrady, 2011). Sampah plastik yang mengalami proses degradasi dan fragmentasi akibat kondisi hidrodinamika wilayah perairan akan berubah menjadi partikel – partikel lebih kecil yang disebut dengan mikroplastik.

Mikroplastik berasal dari sampah plastik di laut akibat adanya aktivitas pariwisata, limbah rumah tangga, limbah pelabuhan, dan limbah dari kegiatan nelayan (Dewi *et al.*, 2015). Partikel mikroplastik di laut juga dapat berasal dari daratan yang dibawa oleh hujan dan sungai. Proses distribusi dari mikroplastik dipengaruhi oleh *run off*, pasang surut, angin, arus, dan densitas partikel mikroplastik. Mikroplastik dapat terdistribusi ke wilayah perairan yang memiliki kondisi ekosistem baik dan jauh dari aktivitas manusia akibat adanya arus dan angin. Hal ini diperkuat dengan adanya penelitian yang dilakukan Lie *et al* (2018), bahwa Pulau Karimunjawa yang memiliki kondisi ekosistem yang masih terjaga telah terkontaminasi oleh partikel mikroplastik jenis *fragment*, *fiber*, *film*, dan *foam* di Pulau Ujung Gelam dan Pulau Legon Lele.

Faktor yang mempengaruhi adanya kontaminasi mikroplastik di Taman Nasional Karimunjawa adalah tingginya jumlah sampah plastik yang berasal dari kegiatan pariwisata dan aktivitas pemukiman serta adanya arus perairan yang dapat membawa mikroplastik dari perairan

lain. Kontaminasi mikroplastik juga di prediksi tidak hanya ditemukan di zona yang tinggi aktivitas manusianya, zona yang jauh dari aktivitas manusia juga memiliki kemungkinan terkontaminasi karena mikroplastik dapat bergerak dan berpindah tempa karena terbawa oleh arus dan angin (Ayuningtyas *et al.* 2019)

Perkiraan mengenai kontaminasi mikroplastik di suatu wilayah perairan dapat diketahui dengan mengambil dan menganalisis sampel air yang berasal dari wilayah perairan tersebut. Dalam penelitian ini, sampel air dipilih sebagai materi dalam penelitian ini dikarenakan proses degradasi pada plastik terjadi di permukaan atau kolom air, sehingga mikroplastik pun akan lebih mudah ditemukan pada permukaan atau dikolom air. Lokasi penelitian dilakukan pada tiga lokasi yaitu Pulau Cemara Kecil (Zona Perlindungan), Pulau Menjangan Kecil (Zona Pemanfaatan Pariwisata Bahari), dan Pelabuhan Syahbandar (Zona Pemukiman). Ketiga lokasi tersebut dipilih karena diharapkan dapat mewakili seluruh kondisi perairan dan ekosistem yang terdapat di Karimunjawa. Pulau Cemara Kecil (Zona Perlindungan) dan Pulau Menjangan Kecil (Zona Pariwisata) merupakan pulau yang tidak berpenghuni sehingga tidak ada aktivitas pemukiman di lokasi tersebut. Pulau Menjangan Kecil memang tidak berpenghuni dan dijadikan tempat para turis beristirahat dan makan ketika berpariwisata dilokasi tersebut. Berbeda dengan Pelabuhan Syahbandar (Zona Pemukiman) yang sangat padat akan aktivitas permukiman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah kelimpahan dan mengidentifikasi bentuk dan jenis mikroplastik pada perairan di Pulau Karimunjawa, Jepara.

## MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air laut yang berasal dari Pulau Cemara Kecil, Pulau Menjangan Kecil, dan Pelabuhan Syahbandar yang ditunjukkan pada Gambar1.

Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juli 2019 bertepatan dengan pasca musim timu sehingga angin. dan arus cukup kencang. Metode pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*. Lokasi pengambilan sampel ditentukan dengan pertimbangan kondisi ekosistemnya. Pulau Cemara Kecil yang merupakan zona perlindungan dimana diberlakukannya akses terbatas di zona ini karena zona ini berada di

sekitaran zona inti pemukiman sehingga memiliki kondisi perairan dan ekosistem yang masih baik dan terjaga. Pulau Menjangan Kecil merupakan zona pemanfaatan pariwisata bahari memiliki aktivitas pariwisata yang tinggi. Pelabuhan Syahbandar yang tergolong zona pemukiman dipilih karena sangat dengan dengan pemukiman, sumber limbah, dan merupakan jalur pelayaran.

**Metode Pengambilan Sampel Air Laut**

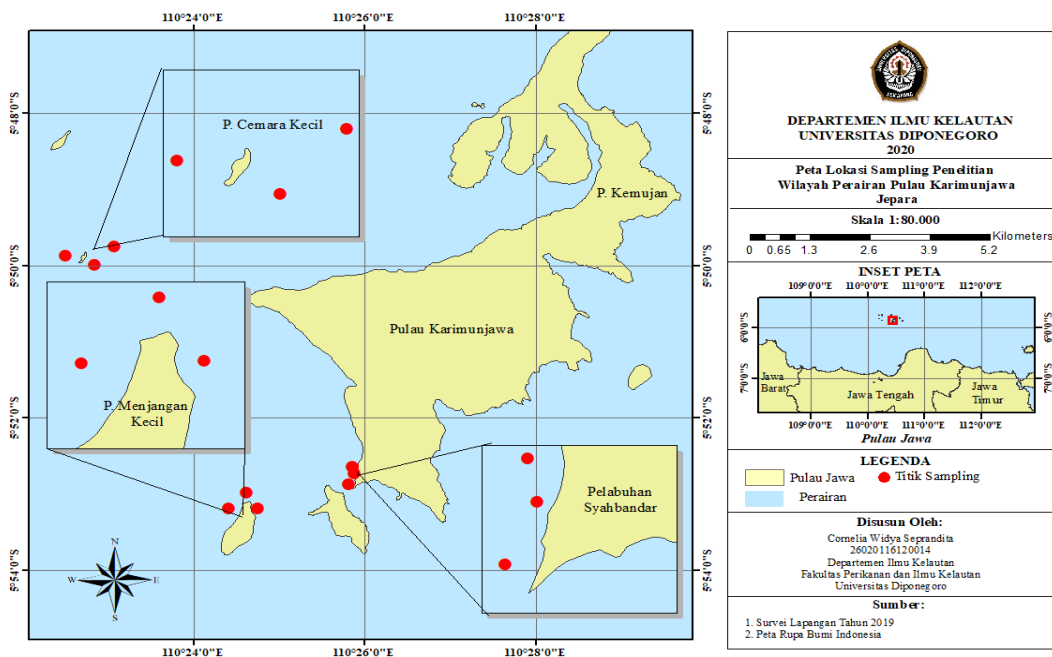
Pengambilan sampel air laut dilakukan pada bulan Juli 2019 yang bertepatan dengan pasca musim timur sehingga angin dan arus cukup kencang. Sampel air laut diambil sesuai dengan metode Syakti *et al.* (2017) dengan cara menurunkan plankton net ukuran 25 µm pada daerah dekat pantai berkisar 100 m dari tepi pantai, lalu diseret secara horizontal (*swept area*) menggunakan kapal motordengan durasi 1 menit dan sejauh ± 92,6 meter ke arah yang melawan arus laut. Kecepatan kapal motor adalah 3 knot konstan dan tidak berubah – ubah. Sampel air laut sebanyak 500 mL yang tertampung dalam botol plankton net untuk dianalisis kandungan mikroplastiknya. Botol disimpan pada kontainer box dan ditutup rapat. Pengulangan dalam pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali dengan titik koordinat yang berbeda dengan didasari arah arus di lokasi sampling.

**Pemisahan Mikroplastik dengan Air**

Sampel air laut yang diperoleh dari tiga lokasi sampling diambil sebanyak 250mL. Larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ditambahkan kepadanya sebanyak 250mL (dengan perbandingan 1:1), kemudian dидiamkan selama satu malam. Tujuan penambahan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> pada sampel air adalah untuk melarutkan zat organik atau kontaminan lainnya (Ayuningtyas *et al.*, 2019). Sampel mikroplastik dengan ukuran besar (1000-5000 µm) dipisahkan secara visual dengan menggunakan pinset sedangkan sampel mikroplastik yang memiliki ukuran lebih kecil (30-500 µm) (Syakti *et al.*, 2018) disaring menggunakan *vacuum pump* sehingga didapatkan partikel mikroplastik yang berada pada kertas *whattman* No. 42 dengan ukuran pori sebesar 2.5 µm. Setelah itu kertas *whattman* dikeringkan pada suhu ruangan.

**Identifikasi Bentuk dan Jenis Mikroplastik**

Bentuk partikel mikroplastik diidentifikasi secara visual menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 100x dan dibedakan berdasarkan bentuk dan warnanya (Syakti *et al.*, 2018). Jenis mikroplastik ditentukan berdasarkan senyawa penyusun plastik dengan menggunakan FT-IR *Spectroscopy* dengan pellet KBr (Kalium



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

Bromida) (Nor dan Obbard 2014). Spektrum yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan spektrum standar dari database penelitian oleh Jung *et al.* (2018) dan Zhao (2018).

### Menghitung Kelimpahan Mikroplastik pada Air

Kelimpahan mikroplastik dihitung dengan cara membagi jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan dengan jumlah volume air yang tersaring (Ayuningtyas *et al.*, 2019)

$$\text{Kel. Mikroplastik} = \frac{\text{Jmlh partikel mikroplastik (partikel)}}{\text{Vol. air tersaring (m}^3\text{)}}$$

Volume air tersaring dihitung dengan cara mengalikan luas lingkaran plankton net dengan jarak sapuan plankton net yang dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Vol. Air Tersaring} = (\pi \times r^2) \times s \text{ (m)}$$

Keterangan :  $\pi$  = Bilangan konstanta (3,14);  $r$  = Jari – jari lingkaran plankton net (0,2m);  $s$  = Jarak sapuan plankton net (m)

### Analisis Data

Data kelimpahan partikel mikroplastik yang diperoleh diolah menggunakan Ms. Excel 2010 ditampilkan dalam bentuk histogram secara deskriptif.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan secara mikroskopis bentuk mikroplastik yang berasal dari sampel air laut di lokasi Pulau Cemara Kecil, Pulau Menjangan Kecil, dan Pelabuhan Syahbandar disajikan pada Gambar 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ketiga stasiun penelitian ditemukan partikel mikroplastik. Pelabuhan Syahbandar memiliki jumlah partikel mikroplastik paling banyak, sedangkan lokasi yang memiliki jumlah partikel mikroplastik paling sedikit adalah Pulau Cemara Kecil. Bentuk yang paling mendominasi adalah fragment dan fiber serta warna partikel mikroplastik yang paling mendominasi adalah partikel mikroplastik berwarna hitam. Hasil pengamatan lebih lengkap disajikan pada Tabel 1.

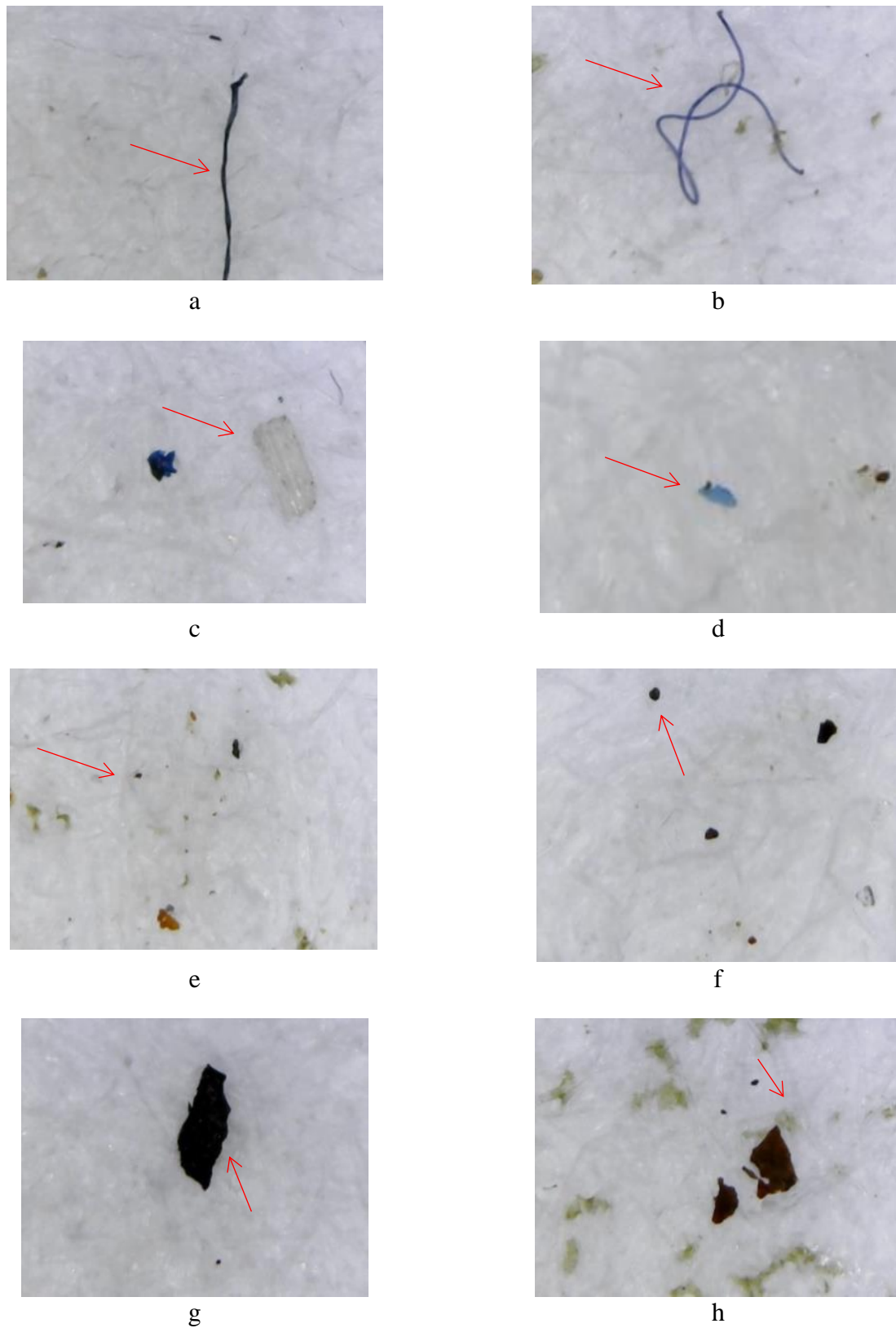
Bentuk mikroplastik fragment dan fiber merupakan bentuk yang mendominasi di perairan Pulau Karimunjawa. Bentuk fragment mendominasi karena diperkirakan berasal dari

potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang sangat kuat (Kingfisher, 2011). Fragment juga berasal dari kemasan botol minuman, kemasan toples, kepingan gallon, map mika, ataupun potongan pipa paralon yang mengapung di permukaan air (Hastuti, 2014). Bentuk fiber berasal dari benang sintesis pakaian, tali temali, dan berbagai bentuk alat penangkapan ikan dan jaring tangkap (Nor Obbard, 2014). Warna partikel mikroplastik yang paling tinggi jumlah partikelnya adalah warna hitam karena diperkirakan berasal dari kantong plastik atau *kresek* yang biasa digunakan membawa barang konsumsi dalam kehidupan sehari – hari.

Kelimpahan partikel mikroplastik yang ditemukan pada lokasi penelitian dihitung dari jumlah partikel dibagi dengan volume air tersaring sebesar 2,9 m<sup>3</sup> pada plankton net yang diambil sepanjang  $\pm$  92,6 meter. Kelimpahan mikroplastik berdasarkan bentuknya pada keseluruhan lokasi tersaji dalam bentuk histogram pada Gambar 3, sedangkan informasi mengenai kelimpahan mikroplastik berdasarkan bentuknya pada masing-masing lokasi penelitian (Gambar 4).

Hasil analisis bentuk mikroplastik berdasarkan pengamatan visual mikroskopis ditemukan empat jenis partikel mikroplastik berupa *fiber*, *film*, *pellets*, dan *fragment*. Berdasarkan kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada perairan Taman Nasional Karimunjawa diketahui pola kelimpahannya sebagai berikut *fragmen* > *fiber* > *pellets* > *film*. Pola kelimpahan juga sangat berkaitan dengan sumber pencemar yang berada di sekitaran lokasi penelitian.

Pelabuhan Syahbandar memiliki kelimpahan mikroplastik paling tinggi dengan bentuk fragment yang paling dominan karena termasuk kedalam Zona Pemukiman Berdasarkan Zonasi Taman Nasional Karimunjawa tahun 2005 (Suliswati *et al.*, 2018). Lokasi Pelabuhan Syahbandar juga dekat alun – alun, tempat pembuangan sampah, dan tempat kapal bersandar sehingga sangat dekat dengan sumber pencemarannya. Pelabuhan Syahbandar yang merupakan jalur lalu lintas kapal juga memberikan kontribusi besar terhadap pencemaran mikroplastik. Sesuai dengan pernyataan Victoria (2017), perbandingan populasi manusia terhadap jumlah sumber air, letak pusat perkotaan, ukuran sumber air, waktu tinggal air, jenis pengolahan limbah, dan jumlah saluran pembuangan juga mempengaruhi.

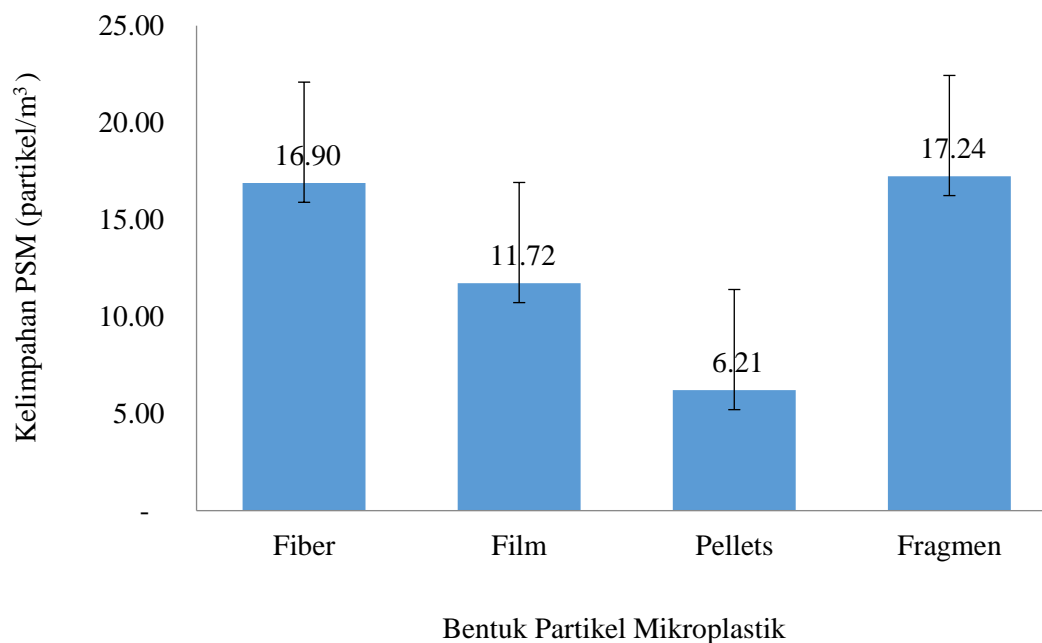


**Gambar 2.** Partikel Mikroplastik yang Ditemukan di Pelabuhan Syahbandar, Pulau Menjangan Kecil, dan Pulau Cemara Kecil (a,b) *fiber*, (c,d) *film*, (e,d) *pellets*, dan (g,h) *fragmen* dalam Sampel Air dengan Perbesaran 100x

**Tabel 1.** Jumlah Partikel Mikroplastik secara Mikroskopis pada Sampel Air bulan Juli 2019

Lokasi	St.	Bentuk Mikroplastik				Jumlah Partikel Mikroplastik	Warna mikroplastik						
		Fra	Fib	Fil	Pel		Hi	Tr	Bi	Me	Un	Co	Ku
Cemara Kecil	1	5	8	2	1	16	0	8	5	0	0	2	0
	2	2	1	9	3	15	6	3	4	0	0	1	1
	3	5	7	2	0	14	7	2	3	0	0	2	0
Menjangan Kecil	1	7	5	2	2	16	6	6	4	0	0	0	0
	2	5	6	6	3	20	6	4	6	1	0	2	1
	3	6	3	4	1	14	8	2	0	0	0	4	0
Pel. Syahbandar	1	8	8	2	3	21	3	3	6	1	1	1	1
	2	4	4	3	2	13	3	5	7	2	0	0	1
	3	7	7	4	3	21	6	3	6	0	1	3	1
Rata – rata Jumlah		5,4	5,4	3,7	2	16,6	5	4	4,5	0,4	0,2	1,6	0,5
Total		49	49	34	18	150	45	36	41	4	2	15	5

Keterangan : Fra = Fragment, Fib = Fiber; Fil = Film; Pel = Pellet; Hi = Hitam; Tr = Transparant; Bi = Biru; Me = Merah; Un = Ungu; Co = Coklat; Ku = Kuning

**Gambar 3.** Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Karimunjawa Berdasarkan Bentuknya bulan Juli 2019

Pulau Menjangan Kecil berada di urutan kedua dengan bentuk fragment yang paling dominan. Pulau Menjangan Kecil yang termasuk kedalam Zona Pemanfaatan Pariwisata berdasarkan Zonasi Taman Nasional Karimunjawa tahun 2005 dan 2012. Tingginya jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan diketahui berasal dari aktivitas pariwisata,

sehingga jumlah wisatawan menjadi sumber pencemaran di lokasi tersebut.

Pulau Cemara Kecil adalah pulau yang tidak berpenghuni dan termasuk kedalam Zona Perlindungan yang merupakan zona yang diperuntukkan untuk mendukung upaya perlindungan dan pengembiakkan satwa dan proses ekologisnya. Pulau Cemara Kecil

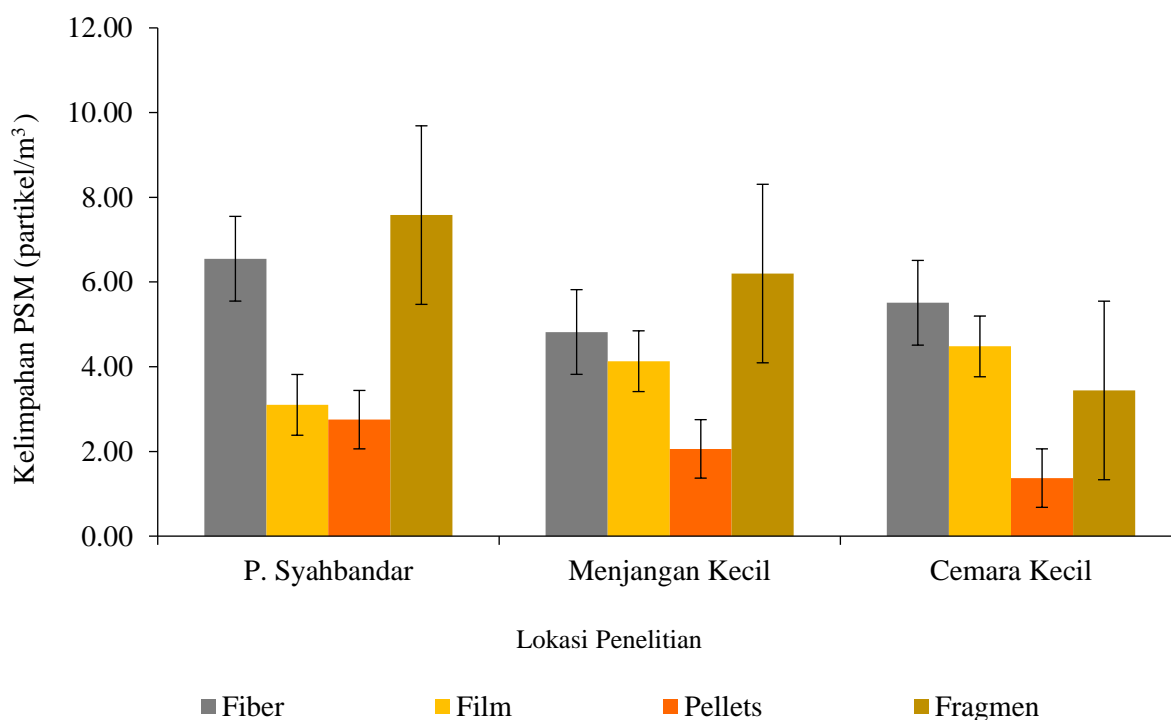
merupakan lokasi yang memiliki jumlah kelimpahan mikroplastik paling sedikit, dikarenakan ada kemungkinan bahwa fiber ini berasal dari tali temali dan aktivitas pengkapan ikan oleh nelayan sekitar. Mikroplastik yang ditemukan di lokasi ini diperkirakan karena mikroplastik yang berasal dari daerah lain terbawa oleh arus musim timur dan faktor yang lain dimana beberapa *spot* di perairan Pulau Cemara Kecil mulai menjadi salah satu tujuan kegiatan pariwisata yaitu *snorkelling*, *diving*, dan renang tanpa adanya izin dari dinas terkait (Suryanti *et al.*, 2011).

Jenis mikroplastik ditentukan berdasarkan referensi dari Jung *et al.*, 2018 dan Zhao *et al.*, 2018. Identifikasi jenis mikroplastik melalui Uji FT-IR dilakukan agar partikel mikroplastik dapat di ketahui jenis plastiknya melalui ikatan penyusun jenis mikroplastiknya. Spektrum IR mikroplastik pada masing – masing lokasi ditampilkan pada Gambar 5, 6, dan 7.

Keseluruhan hasil spektrum IR mikroplastik menunjukkan adanya kemiripan, yaitu terdapat *peak* pada bilangan gelombang 2900,12 – 2901,35  $\text{cm}^{-1}$ . Ketujuh hasil spektrum IR mikroplastik pada ketiga stasiun di Pelabuhan Syahbandar, Pulau Menjangan Kecil Stasiun 1,

dan ketiga stasiun di Pulau Cemara Kecil ditemukan jenis mikroplastik yang sama kecuali pada stasiun 2 dan 3 di Pulau Menjangan Kecil yang diperkirakan memiliki jenis mikroplastik berbeda dikarenakan adanya *peak* pada 2127,73  $\text{cm}^{-1}$  pada stasiun 2 dan 2366,28  $\text{cm}^{-1}$  dan 2240,39  $\text{cm}^{-1}$  pada stasiun 3. Jenis mikroplastik yang ditemukan adalah *High-density polyethylene* (HDPE), *Low-density polyethylene* (LDPE), *Polystyrene* (PS), *Polyvinyl chloride* (PVC), *Polypropylene* (PP), Nitrile, Nylon, dan *Cellulose acetate* (CA) atau Rayon.

*Fragment* merupakan partikel kecil yang berasal dari pecahan plastik yang memiliki ukuran lebih besar sehingga *fragment* termasuk kedalam tahapan awal saat produk plastik mengalami proses fragmentasi dan degradasi yang biasanya berasal dari kemasan makanan, botol plastik, potongan pipa paralon dan sebagainya. Menurut Jung *et al* (2018) dan Zhao *et al* (2018), bentuk mikroplastik *fragment* diduga termasuk kedalam jenis *High-density polyethylene* (HDPE), *Low-density polyethylene* (LDPE), dan *Polyvinyl chloride* (PVC). Jenis polimer *High-density polyethylene* (HDPE) ditunjukkan dengan adanya ikatan C-H yang berada pada *range* bilangan gelombang 2900,1200–2901,35  $\text{cm}^{-1}$

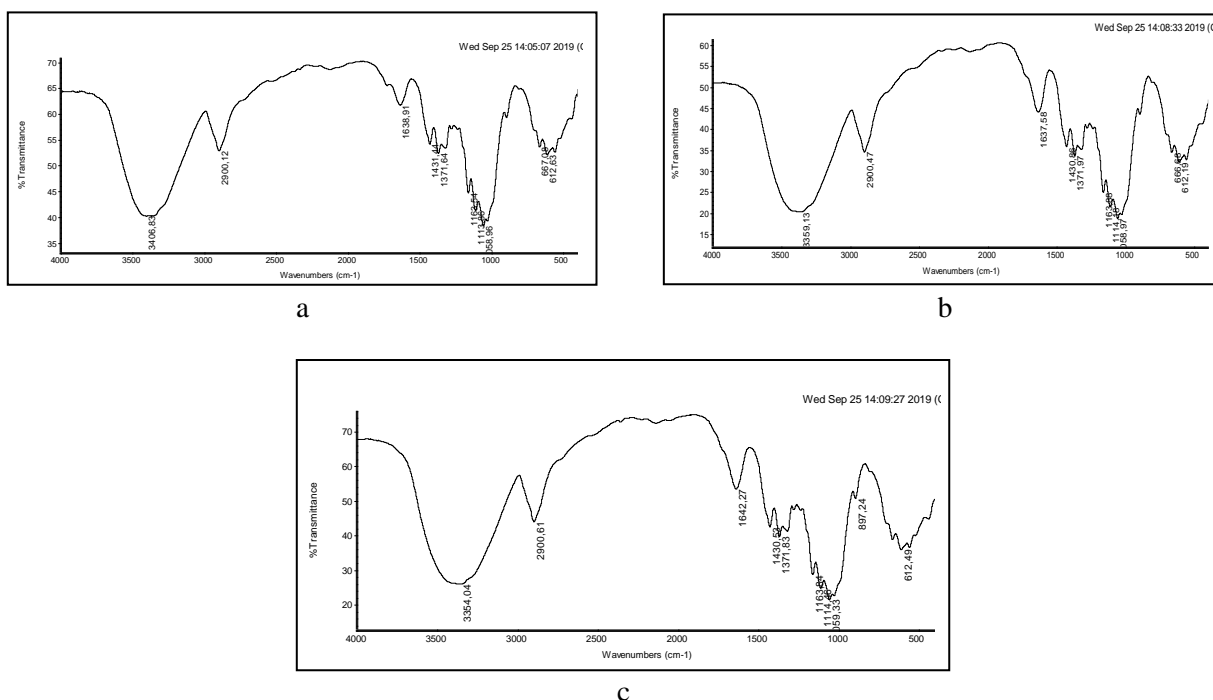


**Gambar 4.** Kelimpahan Mikroplastik pada Air Laut Berdasarkan Lokasi Penelitian bulan Juli 2019

dan ikatan  $\text{CH}_2$  bend yang berada pada range bilangan gelombang 1430,53–1431,97  $\text{cm}^{-1}$ . Jenis polimer *Low-density polyethylene* (LDPE) ditunjukkan dengan adanya ikatan C-H dan ikatan  $\text{CH}_3$  bend pada range bilangan gelombang 1371,28 – 1372,88  $\text{cm}^{-1}$ . Jenis polimer *Polyvinyl chloride* (PVC) ditunjukkan dengan adanya ikatan C-H, ikatan C-C stretch yang berada pada range bilangan gelombang 1058,40– 1059,33; dan senyawa C-Cl yang berada pada range bilangan gelombang 612,19–613,78  $\text{cm}^{-1}$ .

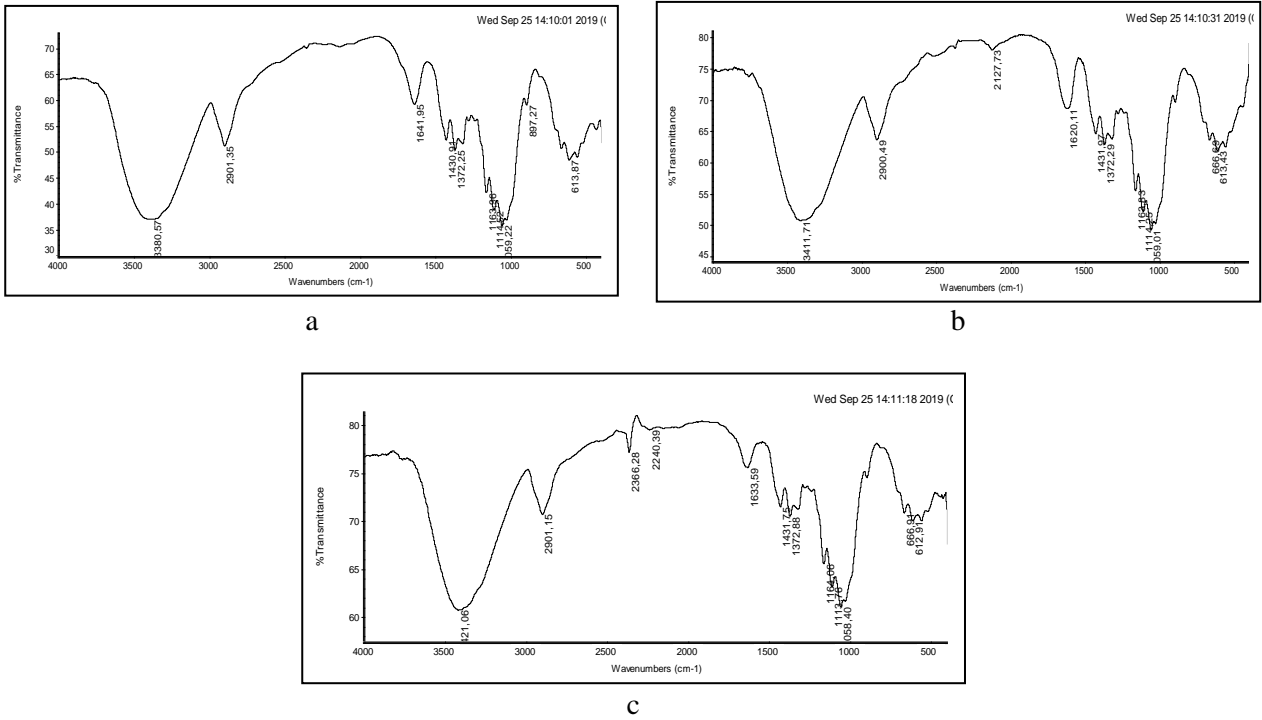
Bentuk mikroplastik *film* berasal dari kantong plastik dan kemasan makan yang cenderung memiliki warna transparan. *Film* memiliki densitas yang paling rendah dibandingkan dengan bentuk mikroplastik yang lain sehingga menyebabkan lebih mudah ditransportasikan oleh arus laut dan pasang tertinggi. Menurut Jung *et al* (2018) dan Zhao *et al* (2018), bentuk mikroplastik *film* diduga termasuk kedalam jenis *Polystyrene* (PS), dan *Polypropylene* (PP). Jenis polimer *Polystyrene* (PS) ditunjukkan dengan adanya ikatan C-H, ikatan, dan  $\text{CH}_2$  bend. Jenis polimer *Polypropylene* (PP) ditunjukkan dengan adanya ikatan C-H pada bilangan gelombang 2900,12–2901,35  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan  $\text{CH}_2$  bend pada bilangan gelombang 1430,53–1431,97  $\text{cm}^{-1}$ , serta ikatan

$\text{CH}_3$  bend pada bilangan gelombang 1371,28–1372,88  $\text{cm}^{-1}$  Bentuk mikroplastik *fiber* berasal dari hasil degradasi dari serat sintesis, filter rokok, dan jaring ikan milik nelayan di suatu wilayah sehingga menyumbang *debris* di laut. Bentuk fiber yang ditemukan pada sampel air laut paling banyak berasal dari tali temali aktivitas penangkapan ikan paling banyak ditemukan. Menurut Jung *et al* (2018) dan Zhao *et al* (2018), bentuk mikroplastik fiber diduga termasuk kedalam jenis Nylon, Nitrile, dan *Cellulose acetate* (CA) atau Rayon. Hal ini ditunjukkan adanya ikatan C-H, ikatan C=O stretch yang berada pada range bilangan gelombang 1620,11–1638,35  $\text{cm}^{-1}$ ; ikatan  $\text{CH}_3$  bend, dan ikatan N-H bend, C=C bend yang berada pada range bilangan gelombang 665,74–667,97  $\text{cm}^{-1}$ . Jenis polimer Nitrile ditunjukkan dengan adanya ikatan C-H, ikatan  $\text{CH}_2$  bend, dan ikatan C-N yang berada pada range bilangan gelombang 2127,73–2240,39. Jenis polimer terakhir yaitu *Cellulose acetate* (CA) atau Rayon ditunjukkan dengan adanya ikatan  $\text{CH}_3$  bend pada bilangan gelombang 1371,28–1372,88  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan C=O stretch pada bilangan 1620,11–1638,35  $\text{cm}^{-1}$ , serta ikatan OH yang berada pada range bilangan gelombang 3380,57–3421,06  $\text{cm}^{-1}$ .

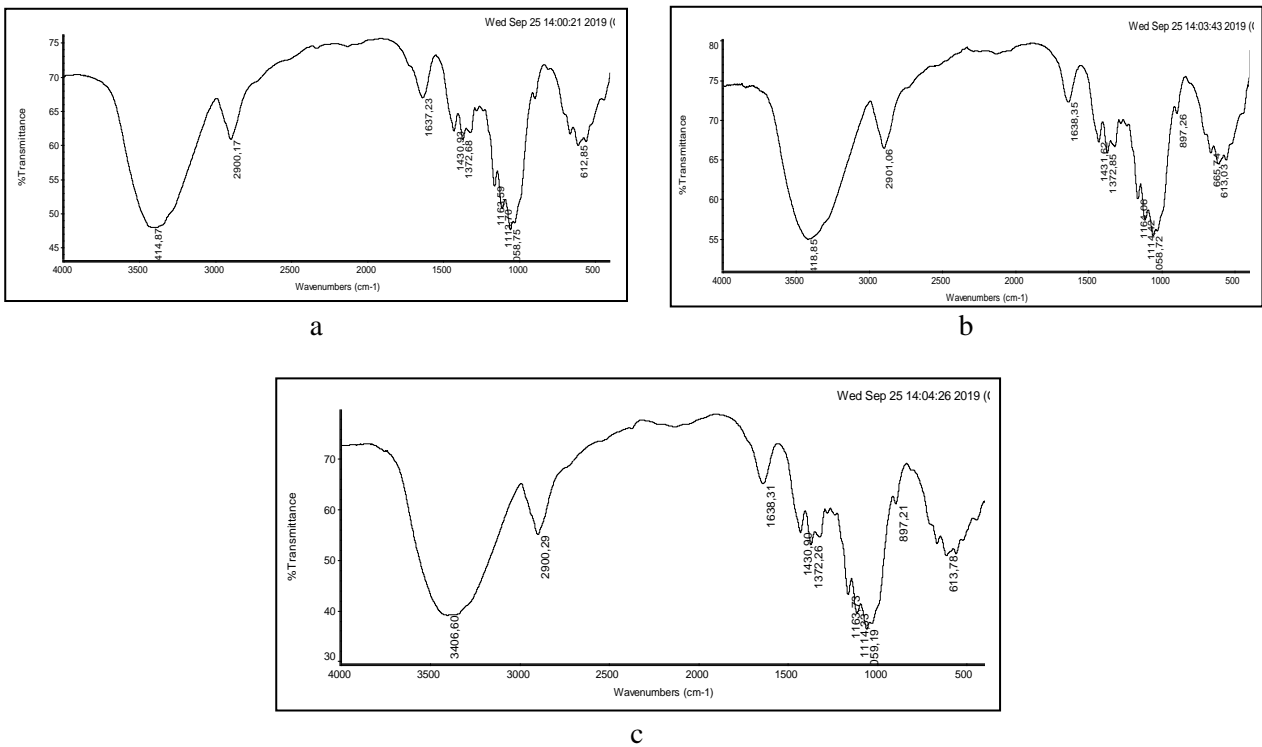


**Gambar 5.** Spektrum IR Mikroplastik Lokasi P. Cemara Kecil (a) Stasiun 1, (b) Stasiun 2, dan (c) Stasiun 3 pada bulan Juli 2019





**Gambar 6.** Spektrum IR Mikroplastik Lokasi P. Menjangan Kecil (a) Stasiun 1, (b) Stasiun 2, dan (c) Stasiun 3 pada bulan Juli 2019



**Gambar 7.** Spektrum IR Mikroplastik Lokasi Pelabuhan Syahbandar (a) Stasiun 1, (b) Stasiun 2, dan (c) Stasiun 3 pada bulan Juli 2019

Bentuk mikroplastik *pellets* termasuk kedalam mikroplastik primer yang berasal dari bahan baku pembuatan plastik yang dibuat oleh pabrik yang biasanya ditemukan pada kawasan industri (Dewi *et al.*, 2015). Bentuk ini ditemukan di perairan Karimunjawa diduga berasal dari daratan atau suatu wilayah kawasan industri yang terbawa oleh arus. Hal ini dikarenakan *pellets* memiliki densitas yang rendah sehingga akan sangat mudah terbawa oleh arus sehingga memasuki perairan Pulau Karimunjawa.

Distribusi mikroplastik di perairan sangat bergantung pada densitas jenis polimer dan faktor fisika pada perairan seperti arus, angin, pasang surut, dan musim. Sesuai dengan pernyataan Victoria (2017), densitas partikel menjadi faktor yang sangat berpengaruh dalam distribusi mikroplastik. Jenis polimer yang biasanya ditemukan pada kolom air adalah *Low density polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS), dan *High density polyethylene* (HDPE) memiliki densitas <1 g/mL sedangkan untuk jenis polimer *Cellulosa acetate* (CA) atau Rayon dan Nitrile memiliki densitas > 1 g/mL. Mikroplastik yang densitasnya rendah akan semakin mudah terdistribusi oleh arus, begitu juga sebaliknya. Densitas partikel dapat menentukan apakah partikel tersebut akan melalui rute pelagik ataupun bentik. Jenis polimer dengan densitas yang lebih rendah akan menempati permukaan air dan lingkungan yang neustonik (Victoria, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa lokasi yang terletak pada bagian Selatan Pulau Karimunjawa yaitu Pelabuhan Syahbandar dan Pulau Menjangan Kecil memiliki kelimpahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi pada bagian Barat Pulau Karimunjawa yaitu Pulau Cemara Kecil. Hal ini berhubungan dengan musim yang terjadi pada saat pengambilan sampel yang dilakukan pada akhir Bulan Juni. Bulan Juni sendiri telah berlangsung musim timur dimana arah arus perairan bergerak dari Timur ke Barat dan mulai memasuki musim peralihan II. Hal tersebut menyebabkan partikel mikroplastik yang mungkin berasal dari limbah rumah tangga dari bagian Selatan dan Timur Pulau Karimunjawa bisa terbawa sampai bagian Barat Pulau Karimunjawa. Musim timur dimana arah arus bergerak dari timur ke barat berlangsung pada Bulan Mei – September (masuk peralihan II)

(Yusuf *et al.*, 2012). Arah arus dari barat ke timur yang disebut musim barat berlangsung pada bulan Desember – April (masuk peralihan I) (Dinda *et al.*, 2012). Kecepatan arus permukaan laut yang dihitung secara in-situ sebesar 0,13–0,21 m/s dengan arah arus menuju barat – barat laut. Sedangkan di bagian barat gelombang laut tidak terlalu tinggi dan kecepatan arus permukaan laut sebesar 0,03 m/s – 0,11 m/s dengan arah arus yang bergerak menuju barat– timur laut. Kondisi ini menguatkan mengapa bagian selatan yang menjorok ke timur dari Pulau Karimunjawa memiliki kelimpahan mikroplastik yang lebih banyak, karena diduga mikroplastik terbawa arus laut dan gelombang.

Keberadaan mikroplastik di perairan Pulau Karimunjawa dapat mengancam kesehatan organisme laut dan manusia yang berada di sekitar perairan Pulau Karimunjawa. Ukuran mikroplastik yang semakin kecil menyebabkan ada kemungkinan hewan-hewan yang memiliki ukuran kecil juga akan mencerna mikroplastik yang nantinya akan mengakibatkan masalah pada saluran pencernaan, reproduksi, pernafasan, dan bahkan kematian. Mikroplastik dengan ukuran sangat kecil dan jumlahnya yang melimpah di perairan menyebabkan sifat dari mikroplastik itu *ubiquitous* dan *bioavailability* untuk biota laut (Li *et al.*, 2016). Mikroplastik juga akan masuk ke dalam rantai makanan sehingga dapat menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem. Meskipun terlihat sepele sebenarnya ancaman mikroplastik sangat bahaya dan sangat luas. Tidak hanya biota laut yang dapat terkontaminasi, manusia juga bisa terkena dampak dari mikroplastik. Partikel kecil ini dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui biota laut yang di konsumsi. Jika partikel mikroplastik masuk kedalam tubuh terus-menerus dan terakumulasi pada jumlah tertentu atau sudah sampai pada batas maksimum tubuh dapat mentolerir partikel tersebut maka akan menyebabkan keracunan, kerusakan jaringan, gangguan pada organ vital pada ginjal dan hati, dan bahkan bisa sampai menyebabkan kematian (Wang *et al.*, 2019).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini ditemukan mikroplastik di perairan Pulau Karimunjawa,

Jejara. Kelimpahan mikroplastik paling rendah terdapat di Pulau Cemara Kecil sebesar 14,8 partikel/m<sup>3</sup>, selanjutnya Pulau Menjangan Kecil memiliki kelimpahan mikroplastik sedang sebesar 17,21 partikel/m<sup>3</sup>, dan Pelabuhan Syahbandar memiliki kelimpahan mikroplastik terbesar sebesar 19,98 partikel/m<sup>3</sup>. Bentuk mikroplastik yang ditemukan adalah *fragment*, *film*, *fiber*, dan *pellet*. Bentuk yang paling dominan ditemukan adalah *fiber* dan *film* dan yang paling sedikit ditemukan adalah *pellets*. Dan jenisnya diduga adalah *High density polyethylene* (HDPE), *Low density polyethylene* (LDPE), *Polystyrene* (PS), *Polypropylene* (PP), *Polyvinyl chloride* (PVC), Nitrile, Nylon, dan *Celullose acetate* (CA) atau Rayon.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ayuningtyas, W.C., Yona, D., Julinda, S.H. & Iranawati, F. 2019. Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan di Banyuwirip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1):41–45.
- Andrady, A.L. 2011. Microplastics in The Marine Enviroment. *Marine Pollution Bulletin*. 62(8):1596-1605.
- Dewi, Budiarsa, I.S.A.A. & Ritonga, I.R. 2015. Distribusi Mikroplastik pada Sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kutanejara. *Depik*, 4(3):121-131.
- Dinda, Yusuf, M. & Denny, N.S. 2012. Karakteristik Arus, Suhu dan Salinitas di Kepulauan Karimunjawa. *Journal of Oceanography*, 1(2):186-196.
- Jung, M.R., Horgen, F.D., Orski, S.V., Rodriguez, V., Beers, K.L., Balazs, G.H., Jones, T.T., Work, T.M., Brignac, K.C., Royer, S.J., Hyrenbach, K.D., Jensen, B.A. & Lynch, J.M. 2018. Validation of ATR FT-IR to Identify of Plastic Marine Debris, Including Those Ingested by Marine Organisms. *Marine Pollutin Bulletin*, 127:704-716.
- Kingfisher, J. 2011. Micro-Plastic Debris Accumulation on Puget Sound Beaches. Port Townsend, Washington.
- Li, J., Qu, X., Su, L., Zhang, W., Yang, D., Kolandhasamy, P., Li, D. & Shi, H. 2016. Microplastics in Mussels Along The Waters of China. *Enviromental Pollution*, 214:177-184.
- Lie, S., Suyoko, A., Effendi, A.R., Ahmada, B., Aditya, H.W., Sallima, I.R., Arisudewi, N.P.A.N., Hadid, N.I., Rahmasari, N. & Reza, A. 2018. Pengukuran Kepadatan Mikroplastik di Taman Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah, Indonesia. *Hidup Laut*, 2(2):54–58.
- Limbong, F., & Soetomo, S. 2014. Dampak Perkembangan Pariwisata Terhadap Lingkungan Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Ruang*, 2(1):351-360.
- Sulisiyati, R., Prihatinningsih, P. & Mulyadi. 2018. Revisi Zonasi Taman Nasional Karimunjawa sebagai Upaya Kompromi Pengelolaan Sumber Daya Alam. Seminar Nasional Geomatika: Penggunaan dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional. Balai Taman Nasional Karimunjawa, Semarang., 12 hlm.
- Suryanti, Supriharyono, & Roslinawati, Y. 2011. Pengaruh Kedalaman Terhadap Morfologi Karang di Pulau Cemara Kecil, Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Saintek Perikanan*, 7(1):63-69.
- Syakti, A.D., Hidayati, N.V., Jaya, Y.V., Siregar, S.H., Yude, R., Suhendy, Asia, L., Wong-Wah-Chung, P. & Doumenq, P. 2018. Simultaneous Grading od Microplastic Size Sampling In The Small Island of Bintan Water, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 137:593-600.
- Syakti, A.D., Bouhroum, R., Hidayati, N.V., Koenawan, C.J., Boulkamh, A., Sulisty, I., Lebariller, S., Akhlus, S., Doumenq, P. & Wong-Wah-Chung, P. 2017. Beach Macro-liter Monitoring and Floating In A Coastal Area of Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 122(1-2):217-225.
- Victoria, A.V. 2017. Kontaminasi Mikroplastik di Perairan Tawar. Fakultas Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 10 hlm.
- Wang, W., Gao, H., Jin, S., Li, R. & Na, G. 2019. The Ecotoxicological Effects of Microplastics in Aquaric Food Web, from Primary Producer to Human: A Review. *Ecotoxicology and Enviromental Safety*, 173:110-117.
- Yusuf, M., Gentur, H., Muslim, & Sri, Y.W. 2012. Karakteristik Pola Arus Dalam Kaitannya dengan Kondisi Kualitas Perairan

dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Kawasan Taman Nasional Laut Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*, 1:63-74.

Zhao, J., Ran, W., Teng, J., Liu, Y., Liu, H., Yin, X., Chao, R. & Wang, Q.. 2018.

Microplastics Pollution in Sediments from The Bohai Sea and The Yellow Sea, China. *Science of The Total Enviroment*, 640-641:637-645.