

Karakteristik Mikroplastik Di Perairan Pulau Tengah, Karimunjawa

Salsabila*, Elis Indrayanti dan Rikha Widiaratih

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: *bhilasalsa@students.undip.ac.id

Abstrak

Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran mikro (<5 mm). Ukurannya yang kecil dan ketahanannya yang lama menyebabkan mikroplastik berbahaya jika terakumulasi di dalam tubuh makhluk hidup. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi karakteristik mikroplastik yang berada di Pulau Tengah, Karimunjawa. Sampel mikroplastik diambil pada 12 April 2021 di 4 stasiun. Sampel air laut diambil menggunakan plankton net dan diukur parameter fisika dan kimianya. Sampel kemudian dilarutkan dalam larutan etanol 96%, H₂O₂ 30%, selanjutnya disaring menggunakan vacuum pump untuk didapatkan partikel mikroplastik. Partikel mikroplastik diamati kelimpahan dan bentuknya menggunakan mikroskop stereo, lalu dianalisis jenis polimernya dengan alat FTIR. Hasil penelitian menunjukkan kelimpahan total mikroplastik yang terdapat di perairan Pulau Tengah sebesar 142,44 partikel/m³. Jenis mikroplastik dalam sampel air laut adalah fiber, fragment, film, dan pellets. Warna mikroplastik yang ditemukan adalah hitam, biru, merah, cokelat, kuning, transparan, dan hijau. Hasil Uji FT-IR jenis polimer mikroplastik yang ditemukan adalah Nitril, HDPE, LDPE, PVA, dan PP. Mikroplastik berbentuk fragmen paling banyak ditemukan di semua stasiun, dengan kelimpahan 90,3 partikel/m³ dan mikroplastik berwarna hitam paling banyak ditemukan, dengan kelimpahan 74,1 partikel/m³. Mikroplastik yang berada di Perairan Pulau Tengah memiliki potensi untuk mengkontaminasi terumbu karang yang berada di sekitar perairan tersebut.

Kata kunci: FTIR, Karimunjawa, Kelimpahan, Mikroplastik, Pulau Tengah

Abstract

Characteristics of Microplastics in Tengah Island Waters, Karimunjawa

Microplastics are micro-sized plastic particles (<5 mm). Its small size and long durability make microplastics dangerous if they accumulate in the bodies of living things. The purpose of this study was to identify the characteristics of microplastics on Tengah Island, Karimunjawa. Microplastic samples were taken on April 12, 2021 at 4 stations. Sea air samples were taken using a plankton net and measured for physical and chemical parameters. The sample was then dissolved in a 96% ethanol solution, 30% H₂O₂, then filtered using a vacuum pump to obtain microplastic particles. Microplastic particles were observed and their shape using a stereo microscope, then the type of polymer was analyzed by means of FTIR. The results showed that the total microplastic found in the waters of Tengah Island was 142.44 particles/m³. The types of microplastics in seawater samples are fiber, fragment, film, and pellet. The colors of the microplastics found were black, blue, red, brown, yellow, transparent, and green. The results of the FT-IR test of the types of microplastic polymers found were: nitrile, HDPE, LDPE, PVA, and PP. Microplastics in the form of fragments were found at all stations, with 90.3 particles/m³ and black microplastics were the most commonly found, with 74.1 particles/m³. Microplastics in Tengah Island waters have the potential to contaminate coral reefs around these waters.

Keywords: Abundance, FTIR, Karimunjawa, Microplastics, Tengah Island

PENDAHULUAN

Kepulauan Karimunjawa merupakan sebuah kawasan konservasi nasional di Indonesia yang berada dibawah pengelolaan Balai Taman Nasional Karimunjawa sejak tahun 1998. Keindahan alam dan panorama yang dimiliki Kepulauan Karimunjawa banyak menarik perhatian pengunjungnya, sehingga wilayah ini sering dijadikan sebagai tempat destinasi wisata baik untuk wisatawan lokal ataupun mancanegara. Pulau Tengah sebagai salah satu pulau di Kepulauan Karimunjawa yang memiliki kondisi terumbu karang yang indah

menjadikan wilayah ini sebagai spot snorkeling bagi para penyelam. Akibat banyaknya kegiatan pariwisata dan aktivitas manusia di Kepulauan Karimunjawa, khususnya di Pulau Tengah menimbulkan permasalahan baru yaitu pencemaran sampah plastik. Keberadaan sampah plastik di Kepulauan Karimunjawa didukung dengan ditemukannya sampah plastik di beberapa zona perairan, seperti Pulau Cemara Kecil (Zona Perlindungan Bahari) dan Pulau Menjangan Kecil (Zona Pariwisata) (Seprandita *et al.*, 2022)

Plastik merupakan jenis material yang sulit untuk terurai dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terfragmentasi secara sempurna (Besseling *et al.*, 2013). Menurut Wagner *et al.*, (2014), sampah plastik dapat terurai menjadi bagian yang lebih kecil melalui proses oksidasi oleh sinar Ultra Violet (UV) atau proses-proses mekanikal. Sampah plastik yang mengalami penguraian akan menjadi partikel yang sangat kecil yang disebut dengan mikroplastik. Keberadaan mikroplastik di suatu perairan dapat disebabkan oleh adanya aktivitas perikanan, seperti degredasinya monofilament dari jaring-jaring ikan, tai, dan aktivitas bongkaran kapal. Selain itu, mikroplastik yang ditemukan di perairan juga berasal dari *microbeads* yang terkandung dalam limbah kosmetik dan kain (Browne *et al.*, 2011).

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.

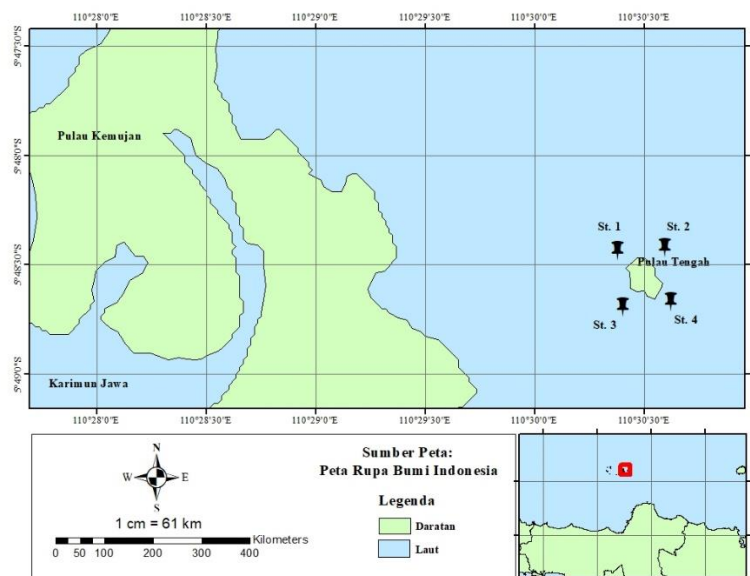
Faktor yang mempengaruhi adanya kontaminasi mikroplastik di Taman Nasional Karimunjawa adalah tingginya jumlah sampah plastik yang berasal dari kegiatan pariwisata dan aktivitas pemukiman serta adanya arus perairan yang dapat membawa mikroplastik dari perairan lain. Kontaminasi mikroplastik juga di prediksi 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 tempat karena terbawa oleh arus dan angin (Ayuningtyas *et al.*, 2019). Pergerakan mikroplastik di wilayah Taman Nasional Karimunjawa juga pernah diteliti sebelumnya oleh Marganita *et al.*, (2022), bahwa sampah mikroplastik yang berada di perairan Pulau Sintok, Karimunjawa berasal dari utara Pulau Jawa tepatnya yaitu Sungai Cisanggarung, Kota Cirebon, dan Sungai Citarum yang terbawa oleh arus laut.

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 mikroplastik dengan densitas yang rendah dan ukuran yang kecil memiliki kemungkinan menghabiskan waktu lama di permukaan laut (atau di kolom air), di mana partikel-partikel tersebut dapat diangkut oleh air laut sampai jarak yang jauh hingga mereka dapat ditemukan di tempat-tempat terpencil (Auta *et al.*, 2017). Seperti wilayah Pulau Tengah salah satunya. Penelitian mengenai mikroplastik di Perairan Pulau Tengah sangat menarik dan perlu untuk dilakukan karena kondisi pulau yang tidak berpenghuni sehingga memiliki potensi untuk tercemar dari pulau atau daerah lain. Selain itu, Purba *et al.*, (2019) menemukan bahwa jumlah penelitian mikroplastik di Indonesia yang membahas mengenai sumber mikroplastik masih sedikit. Sehingga hasil dari studi ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam usaha mitigasi pencemaran mikroplastik dan mendorong penelitian yang dapat melengkapi atau mendukung kekurangan dari penelitian ini.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Penelitian dilakukan di Perairan Pulau Tengah, Karimunjawa, Jawa Tengah (Gambar 1). Materi yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi data primer dan data sekunder. Data primer dari *sampling* langsung di lapangan yaitu berupa sampel mikroplastik air laut. Data sekunder dari penelitian ini berupa peta rupa bumi Indonesia.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Metode Pengambilan data

Pengambilan sampel mikroplastik menggunakan metode dari Virsek *et al.*, (2016). Sampel mikroplastik diambil menggunakan *plankton net* tepat di bawah permukaan air laut di empat (4) titik yang berbeda. *Plankton net* dipasang terendam sepenuhnya di sisi perahu nelayan. Kemudian perahu akan bergerak konstan menarik *plankton net* secara horizontal dengan kecepatan $\pm 2-3$ knot selama 3 menit. Kecepatan perahu dan jarak tempuh yang dilalui oleh perahu dicatat menggunakan aplikasi *Locus Map*. Air yang sudah tersaring di *plankton net* kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel yang sudah ditandai dengan nomor stasiun dan disimpan dalam *coolbox*.

Metode Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium terbagi atas beberapa tahap, yaitu tahap persiapan (preparasi), pengamatan visual, dan uji FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Pada tahap preparasi, sampel dilarutkan dalam larutan etanol 96% yang berfungsi untuk mengawetkan sampel serta mengubah warna organisme menjadi gelap dan mencerahkan warna mikroplastik di dalamnya (Virsek *et al.*, 2016). Sampel air yang sudah tercampur dengan etanol dicampurkan dengan H_2O_2 30% dengan rasio 1:1 dan didiamkan selama 1 x 24 jam. H_2O_2 akan mendegradasi bahan organik yang terdapat di dalam sampel (Zhao *et al.*, 2017). Sampel kemudian disaring menggunakan *vacuum pump* untuk didapatkan partikel mikroplastik.

Partikel mikroplastik diamati kelimpahan dan bentuknya menggunakan mikroskop stereo lalu dianalisis jenis polimernya dengan alat FTIR. FTIR mampu memancarkan sinar infrared yang akan diserap oleh polimer plastik dan dipancarkan kembali dalam bentuk spektrum. Spektrum ini nantinya dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis polimer plastik berdasarkan referensi (Baalkhuyur *et al.*, 2018).

Metode Pengolahan dan Analisis Data

Nilai kelimpahan mikroplastik dihitung berdasarkan rumus dari Gorokhova (2015) dengan penyesuaian sebagai berikut:

$$\text{Kelimpahan} = \frac{\text{Jumlah Partikel}}{\text{Volume tersaring}} \times \frac{\text{Volume total sampel tertampung}}{\text{Volume sampel yang diamati}}$$

Berdasarkan Nugroho *et al.* (2018), menentukan jumlah volume yang telah tersaring oleh *plankton net* dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Vol. = (\pi \cdot r^2) \cdot s$$

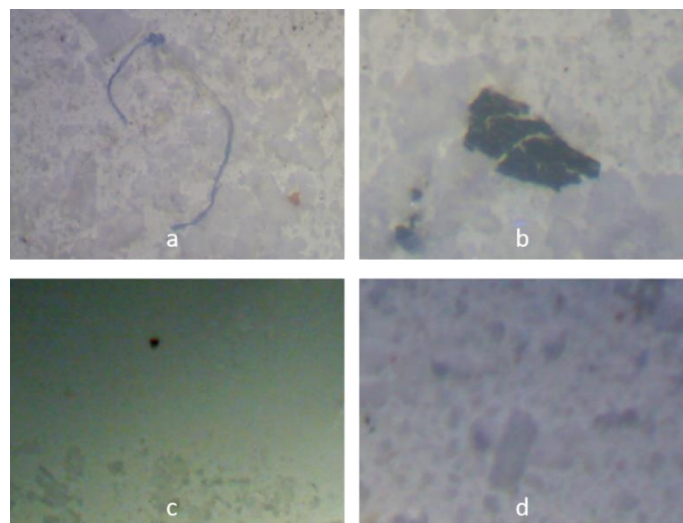
Dimana:

- Vol = volume tersaring
- $(\pi \cdot r^2)$ = luas net
- s = jarak

Hasil dari uji FTIR yang berupa CSV file kemudian dianalisis hasilnya menggunakan aplikasi berbasis web, yaitu Open Specy (openanalysis.org/openspecy/) karya Cowger *et al.*, (2021). Pada penelitian ini, Open Specy digunakan untuk melihat dan mengidentifikasi material dari *peak* spektrum sampel yang sudah diuji FTIR dengan *peak* perpustakaan spektrum yang tersedia.

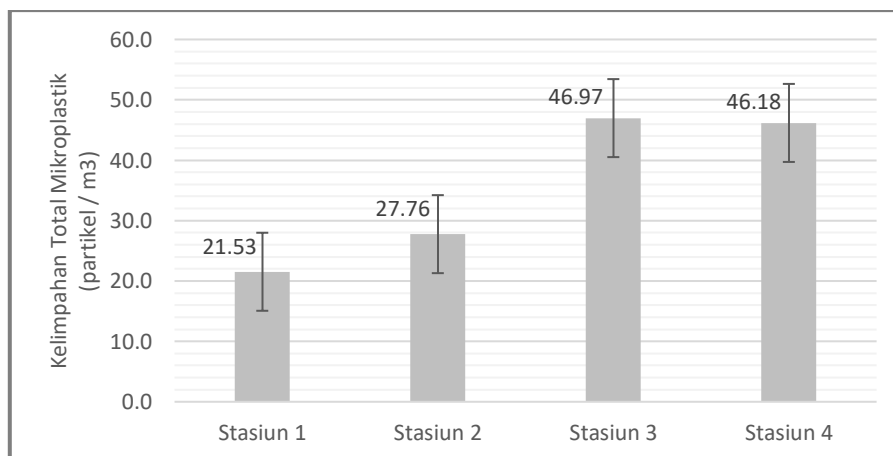
HASIL DAN PEMBAHASAN

Mikroplastik yang ditemukan di masing-masing stasiun penelitian terdiri dari beberapa bentuk dan berbagai macam warna. Hasil pengamatan sampel mikroplastik menggunakan mikroskop stereo, didapatkan beberapa bentuk partikel mikroplastik, seperti: fragmen, fiber, pellet, dan film. Bentuk partikel mikroplastik yang didapatkan tersaji pada Gambar 2.



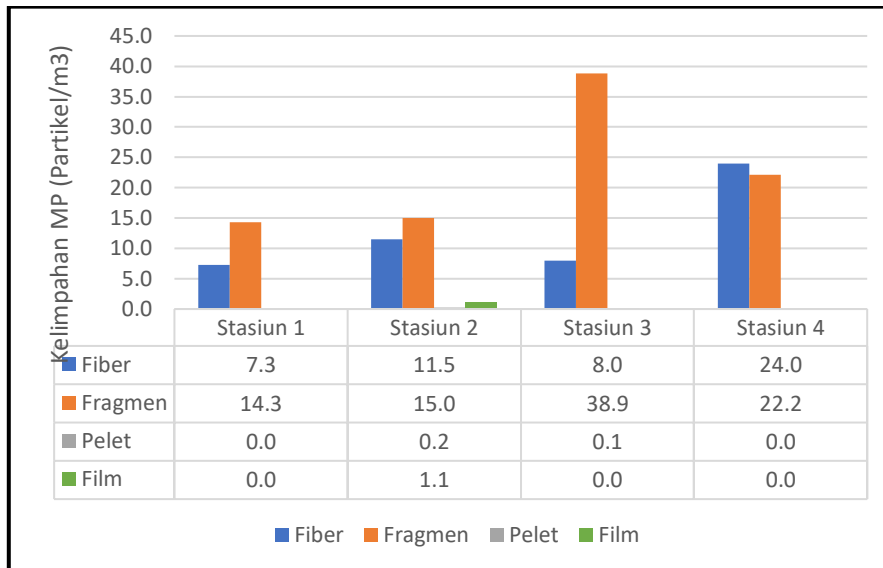
Gambar 2. Partikel Mikroplastik yang Ditemukan di Pulau Tengah: a. fiber, b. fragmen, c. pelet, d. Film

Kelimpahan mikroplastik yang didapatkan dari lokasi penelitian diperoleh dari jumlah partikel mikroplastik dibandingkan volume air yang tersaring. Kelimpahan total mikroplastik (partikel/m³) per stasiun (Gambar 3)



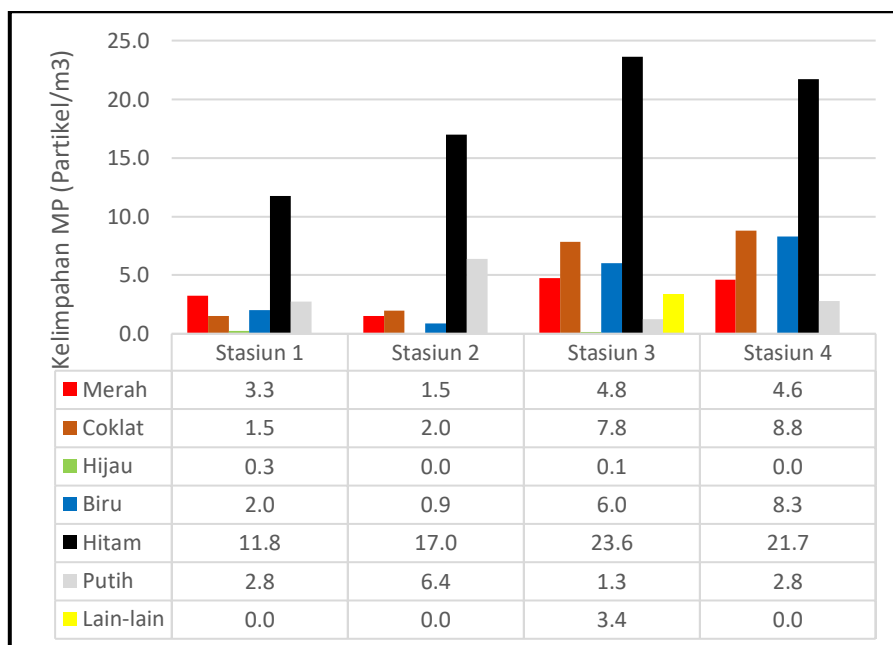
Gambar 3. Kelimpahan Total Mikroplastik per Stasiun di Pulau Tengah, Kepulauan Karimunjawa

Kelimpahan mikroplastik (partikel/m³) berdasarkan bentuknya per stasiun di Pulau Tengah, Kepulauan Karimunjawa (Gambar 4)



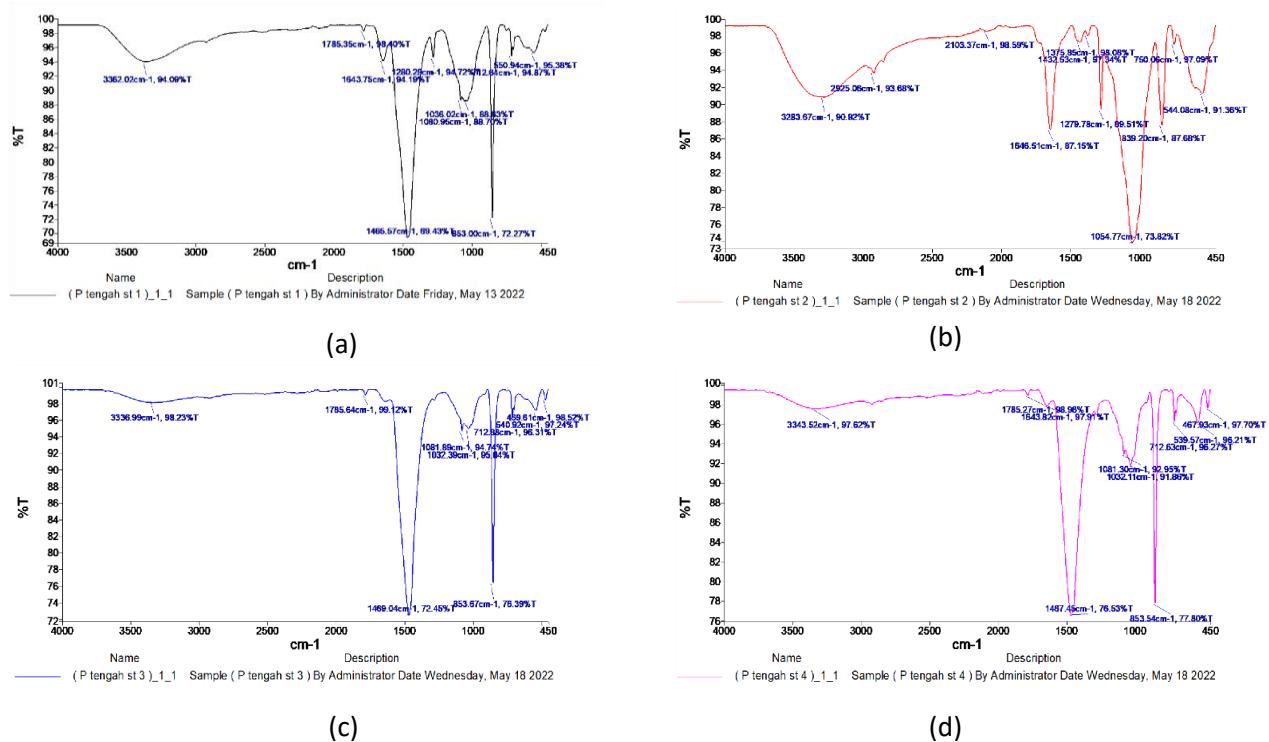
Gambar 4. Kelimpahan Total Mikroplastik berdasarkan bentuknya per Stasiun di Pulau Tengah, Kepulauan Karimunjawa

Kelimpahan mikroplastik (partikel/m³) berdasarkan warnanya per stasiun di Pulau Tengah, Kepulauan Karimunjawa (Gambar 5)



Gambar 5. Kelimpahan Total Mikroplastik berdasarkan warnanya per Stasiun di Pulau Tengah, Kepulauan Karimunjawa

Menurut Jung *et al.* (2018), analisis FTIR dilakukan dengan tujuan untuk mendeteksi jenis mikroplastik, serapan gelombang, dan gugus fungsi atau ikatan kimia pada sampel mikroplastik hasil spektrum IR dan bilangan gelombang selanjutnya dibandingkan dengan tabel instrument analisis FT-IR. Spektrum IR dan bilangan gelombang sampel mikroplastik yang didapatkan dari 4 stasiun di Perairan Pulau Tengah ditampilkan dalam **Gambar 6**.



Gambar 6. Spektrum IR Mikroplastik pada Pulau Tengah (a) Stasiun 1, (b) Stasiun 2, (c) Stasiun 3, (d) Stasiun 4

Keberagaman rangkaian polimer dan kontaminan yang menyusun partikel mikroplastik menyebabkan proses analisa hasil uji FTIR memerlukan perpustakaan referensi yang luas untuk pencocokan yang akurat. Selain itu, di lingkungan laut jarang juga ditemukan polimer murni yang belum mengalami pelapukan atau fragmentasi. Oleh sebab itu, analisa hasil uji FTIR dalam penelitian ini menggunakan bantuan *Open Specy*.

Tabel 1. Hasil Analisis FTIR dengan *Open Specy*

Stasiun	Tipe Polimer
1	Nitril
2	PP, HDPE, PVA, LDPE
3	-
4	Nitril

Catatan: PP = *Polypropylene*, HDPE = *High-density polyethylene*, PVA = *polyvinyl alcohol*, LDPE = *Low-density polyethylene*

Hasil pengamatan visual mikroplastik menggunakan mikroskop dapat diidentifikasi bahwa bentuk mikroplastik yang ditemukan meliputi: fragmen, fiber, pelet, dan film. Sementara warna mikroplastik yang teridentifikasi di antaranya: merah, coklat, biru, hijau, hitam, putih, dan warna lain. Hasil perhitungan mikroplastik didapatkan total partikel sebanyak 142,44 partikel/m³ pada semua stasiun penelitian. Dugaan jenis polimer yang ditemukan berdasarkan analisis FTIR antara lain: Nitril, HDPE (*High-density Polyethylene*), PVA (*Polyvinyl Alcohol*), LDPE (*Low-density Polyethylene*), dan PP (*Polypropylene*).

Hasil pengamatan sampel mikroplastik secara mikroskopis, didapatkan bahwa bentuk mikroplastik fragmen paling banyak ditemukan, dengan total kelimpahan 90,4 partikel/m³. Bentuk fragmen paling banyak ditemukan pada stasiun 3 dengan kelimpahan partikel 38,9 partikel/m³, diikuti stasiun 4 dengan kelimpahan partikel 22,2 partikel/m³, stasiun 2 dengan kelimpahan partikel 15 partikel/m³, dan stasiun 1 dengan kelimpahan partikel 14,3 partikel/m³. Dominansi bentuk fragmen sesuai dengan kecenderungan mikroplastik di lingkungan pesisir untuk mengalami fragmentasi (menjadi semakin kecil). Kecenderungan untuk fragmentasi disebabkan adanya sinar UV, pengikisan fisik oleh energi gelombang, oksidasi (Cole *et al.*, 2011),

dan turbulensi arus laut (Barnes *et al.*, 2009; Auta *et al.*, 2017). Selain itu, proses fragmentasi juga dapat terjadi akibat mikroorganisme (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012). Semakin kecil ukuran plastik akan semakin meningkatkan keberagaman biota atau organisme yang terdampak (Barnes *et al.*, 2009; Auta *et al.*, 2017).

Bentuk mikroplastik terbanyak ditemukan selanjutnya adalah fiber dengan total kelimpahan 45,8 partikel/m³. Bentuk fiber paling banyak ditemukan di stasiun 4 dengan kelimpahan 24 partikel/m³, dilanjut stasiun 2 dengan kelimpahan 11,5 partikel/m³, stasiun 3 dengan kelimpahan 8 partikel/m³, dan stasiun 1 dengan kelimpahan 2,3 partikel/m³. Banyaknya mikroplastik fiber dipengaruhi oleh aktivitas nelayan dalam menangkap ikan (jaring atau tali pancing) maupun akibat limbah rumah tangga seperti: serat pakaian, tali temali, karung plastik, garis kolam, dan produk tekstil. Mikroplastik fiber mempunyai densitas yang cukup rendah, sehingga banyak ditemukan di permukaan perairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan GESAMP (2015), jenis bahan fiber sintesis merupakan salah satu bentuk mikroplastik *polyethylene* yang banyak ditemukan mengapung di permukaan perairan. Ukuran mikroplastik fiber yang kecil, tipis, dan memanjang juga menyebabkan bentuk ini mudah ditemukan. Sedangkan bentuk mikroplastik lain yang sedikit bahkan hampir tidak ditemukan di lokasi pengambilan sampel ialah jenis film dan pellet.

Warna mikroplastik yang banyak ditemukan pada lokasi penelitian umumnya berwarna gelap/pekat. Mikroplastik berwarna hitam merupakan warna yang paling dominan ditemukan pada mikroplastik, dengan total kelimpahannya sebanyak 74,1 partikel/m³. Kelimpahan mikroplastik warna hitam pada stasiun 3 sebanyak 23,6 partikel/m³, stasiun 4 sebanyak 21,7 partikel/m³, stasiun 2 sebanyak 17 partikel/m³, dan stasiun 1 sebanyak 11,8 partikel/m³. Warna coklat menjadi warna kedua yang paling banyak ditemukan, dengan total kelimpahan mikroplastik sebanyak 20,1 partikel/m³. Menurut Hiwari *et al.* (2019), warna mikroplastik yang gelap biasanya digunakan untuk pendeteksian awal polimer *polyethylene* yang banyak mengambang di permukaan air, dengan densitas yang rendah. Warna gelap atau pekat (hitam) kebanyakan mengindikasikan bahwa mikroplastik masih murni dan belum mengalami perubahan warna, sementara mikroplastik yang berwarna cokelat umumnya merupakan partikel yang sudah lama terpapar oleh sinar UV dan kemungkinan partikel mengandung polutan PAH dan PCB. Pernyataan ini sesuai dengan Hidalgo-Ruz *et al.* (2012), bahwa warna-warna gelap dan pekat dari partikel mikroplastik diduga kuat partikel mengandung polutan kimia PAH dan PCB. Warna lain yang ditemukan dari hasil pengamatan mikroskopis partikel mikroplastik antara lain: merah, putih, hijau, biru, kuning, bening, dan lainnya.

Pada hasil perhitungan kelimpahan mikroplastik di Perairan Pulau Tengah, terdapat nilai yang cukup signifikan antara Stasiun 3 dan Stasiun 4 dengan Stasiun 1 dan 2. Distribusi kelimpahan mikroplastik sendiri sangatlah acak akibat berbagai hal, beberapa diantaranya yaitu: angin lokal, kondisi arus, geografi pesisir, titik sumber polutan (Barnes *et al.*, 2009), dan densitas bahan polutan tersebut (Rios Mendoza dan Balcer, 2019). Perbedaan kelimpahan di antara stasiun sampling mengindikasikan pengaruh perbedaan kecepatan arus terhadap kelimpahan mikroplastik di perairan tersebut. Selain itu, arah pergerakan kapal atau plankton net selama pengambilan sampel juga perlu diketahui untuk melihat korelasi antara arah pergerakan arus dengan arah pergerakan pengambilan sampel untuk analisa lebih lanjut (Gago *et al.*, 2019).

Partikel mikroplastik yang berada di lingkungan perairan memiliki karakteristik masing-masing tergantung pada jenis polimer yang menyusunnya. Karakteristik tersebut dapat diketahui dengan melakukan uji dan analisis FTIR. Berdasarkan hasil analisis FTIR menggunakan Open Specy, secara umum ditemukan enam jenis plastik dari sampling mikroplastik di Pulau Tengah, yaitu: Nitril, HDPE (*High-density Polyethylene*), PVA (*Polyvinyl Alcohol*), LDPE (*Low-density Polyethylene*), dan PP (*Polypropylen*). Kelima polimer sintetik ini memiliki karakteristik densitas sebagai berikut:

Tabel 2. Karakteristik Densitas Polimer Sintetik Mikroplastik

Jenis Polimer	Densitas (gr/cm ³)
Nitril	1
HDPE	0,94 – 0,97
PVA	1,19 – 1,35
LDPE	0,91 – 0,94
PP	0,90 – 0,91

Dari nilai densitas kelima jenis polimer yang ditemukan di Perairan Pulau Tengah, lima jenis polimer (Nitril, HDPE, LDPE, PP) memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan densitas air laut ($\rho = 1,025 \text{ g/cm}^3$). Densitas yang rendah menjadikan partikel-partikel mikroplastik tersebut mengapung di permukaan perairan laut. Namun, daya apung dan kepadatan plastik dapat berubah karena mikroplastik mengadsorpsi dan mendesorpsi zat aditif selama berada di laut (Rios Mendoza dan Balcer, 2019). Perubahan tersebut kemudian tidak menutup kemungkinan jenis polimer sintetik dengan densitas yang umumnya lebih berat, seperti PVA, dapat juga terdeteksi di permukaan perairan laut.

Menurut Cole *et al.*, (2011) dan Auta *et al.*, (2017), sumber mikroplastik diklasifikasikan menjadi dua, yaitu yang dibuat dengan tujuan industri tertentu (primer) dan yang terbentuk dari plastik besar yang mengalami fragmentasi (sekunder). Contoh dari mikroplastik primer adalah scrub wajah dan pelet resin yang biasa digunakan dalam industri plastik. Mikroplastik sekunder yaitu fragmentasi dari plastik yang tidak dikelola. Bentuk fragmen mikroplastik sendiri bergantung pada karakteristik lingkungan dan waktu tinggal di lingkungan tersebut. Fragmen dengan tepi yang tajam menunjukkan bahwa fragmen tersebut baru masuk ke lingkungan laut dan terhitung partikel yang masih baru. Sedangkan fragmen dengan tepi halus menjadi ciri fragmen yang lebih tua dan telah secara terus-menerus dipoles oleh proses pengikisan di lingkungan tersebut (Doyle *et al.*, 2011; Auta *et al.*, 2017).

Sumber spesifik dari mikroplastik yang terdeteksi dalam sampel mikroplastik dapat dilihat dengan mengidentifikasi pemanfaatan jenis polimer yang terdeteksi dalam analisis FTIR yang dapat dilihat di Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Penggunaan Polimer Sintetik

Jenis Polimer	Penggunaan
Nitril	Membuat selang dan sarung tangan non-latex untuk industri kesehatan
HDPE	Botol susu yang berwarna putih susu, tupperware, galon air minum, kursi lipat, dan lain-lain.
PVA	Pelapis kertas, sebagai bahan adesif (perekat)
LDPE	Tempat makanan, plastik kemasan, dan botol-botol yang lembek.
PP	Tempat menyimpan makanan, botol minum dan terpenting botol minum untuk bayi.

Dari tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa partikel mikroplastik yang ditemukan di Perairan Pulau Tengah tergolong ke dalam jenis mikroplastik sekunder atau mikroplastik hasil fragmentasi dari plastik yang lebih besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan identifikasi dengan menggunakan mikroskop, jenis mikroplastik yang ditemukan di perairan Pulau Tengah adalah jenis fragment, fiber, film, dan pellet. Serta warna mikroplastik yang ditemukan adalah hitam, biru, merah, coklat, putih, hijau, dan warna lain dengan didominasi warna hitam. Berdasarkan identifikasi jenis polimer mikroplastik dengan uji FTIR diduga jenis mikroplastik yang ditemukan antara lain adalah Nitril, HDPE (*High-density Polyethylene*), PVA (*Polyvinyl Alcohol*), LDPE (*Low-density Polyethylene*), dan PP (*Polypropylen*). Kelimpahan mikroplastik di perairan Pulau Tengah di setiap stasiunnya berada pada kisaran 21,53 - 46,97 partikel/m³ dengan rata-rata kelimpahan yaitu sebesar 35,61 partikel/m³.

DAFTAR PUSTAKA

- Auta, H. S., Emenike, C.U., dan Fauziah, S.H. 2017. Distribution and importance of microplastics in the marine environment A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International*, 102: 165–176.
- Ayuningtyas, W. C., Yonam, D., Julinda, S. H., dan Iranawati, F. 2019. Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 3(1):41-45

- Baalkhuyur, F. M., Dohaish, E. J. A. B., Elhalwagy, M. E., Alikunhi, N. M., AlSuwailem, A. M., Røstad, A., and Duarte, C. M. 2018. Microplastic in the gastrointestinal tract of fishes along the Saudi Arabian Red Sea coast. *Marine pollution bulletin*, 131: 407-415.
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R.C., dan Barlaz, M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526): 1985–1998.
- Besseling, E., Wegner, A., Foekema, E. M., Van Den Heuvel-Greve, M. J., and Koelmans, A. A. 2013. Effects of microplastic on fitness and PCB bioaccumulation by the lugworm *Arenicola marina* (L.). *Environmental science & technology*, 47(1): 593-600.
- Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., and Thompson, R. 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental science & technology*, 45(21): 9175-9179.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., dan Galloway, T.S. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12): 2588–2597.
- Cowger, W., Steinmetz, Z., Gray, A., Munno, K., Lynch, J., Hapich, H., and Herodotou, O. 2021. Microplastic spectral classification needs an open source community: open specy to the rescue!. *Analytical Chemistry*, 93(21): 7543- 7548.
- Dewi, I. S., Budiarsa, A. A., dan Ritonga, R. 2015. Distribusi Mikroplastik pada Sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, 4(3): 121- 131.
- Doyle, M. J., Watson, W., Bowlin, N.M., dan Sheavly, S.B. 2011. Plastic particles in coastal pelagic ecosystems of the Northeast Pacific ocean. *Marine Environmental Research*, 71(1): 41–52.
- Gago, J., Filgueiras, A., Pedrotti, M. L., Caetano, M., and Frias, J. 2019. Standardised protocol for monitoring microplastics in seawater. Deliverable 4.1.
- GESAMP. 2015. Sources, Fate, and Effects of Microplastiks in the Marine Environment: A Global Assessment. (Kershaw, P. J., ed.). Rep. Stud. *GESAMP* No. 90,96 p.
- Gorokhova, E. 2015. Screening For Microplastic Particles In Plankton Samples: How To Integrate Marine Litter Assessment Into Existing Monitoring Programs?. *Marine Pollution Bulletin*, 99(1-2): 271-275.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., dan Thiel, M. 2012. Mikroplastiks in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Qualification. *Environmental Science and Technology*. 46: 3060-3075.
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., dan Mulyani, P. G. 2019. Kondisi Sampah Mikroplastik di Permukaan Air Laut Sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 5(2): 165-171.
- 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., and Lynch, J. M. 2018. Validation of ATR FT-IR to identify polymers of plastic marine debris, including those ingested by marine organisms. *Marine Pollution Bulletin*, 127: 704 – 716.
- Lie, S., Suyoko, A., Effendi, A. R., Ahmada, B., Aditya, H. W., Sallima, I. R., dan Reza, A. 2018. Measurement of Microplastic Density In The Karimunjawa National Park, Central Java, Indonesia. *Indo Pacific Journal Of Ocean Life*, 2(2): 54-58.
- Marganita, D., Marwoto, J., dan Widiaratih, R. 2022. Kajian Pergerakan Mikroplastik dengan Parcels di Perairan Pulau Sintok, Kepulauan Karimunjawa. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(2): 22-28.
- Nugroho, D.H., Restu, I.W., Ernawati, N.M. 2018. Kajian Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Teluk Benoa Provinsi Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(7): 80-90.
- Purba, N. P., Handyman, D.I.W., Pribadi, T.D., Syakti, A.D., Pranowo, W.S., Harvey, A., dan Ihsan, Y.N. 2019. Marine debris in Indonesia: A review of research and status. *Marine Pollution Bulletin*, 146: 134–144.
- Rios Mendoza, L.M., dan Balcer, M. 2019. Microplastics in freshwater environments: A review of quantification assessment. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 113: 402–408.
- Seprandita, C. W., Suprijanto, J., dan Ridlo, A. 2022. Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Zona Pemukiman, Zona Pariwisata dan Zona Perlindungan Kepulauan Karimunjawa, Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(1): 111-122.

- Wagner, M., Scherer, C., Alvarez-Muñoz, D., Brennholt, N., Bourrain, X., Buchinger, S. and Reifferscheid, G. 2014. Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. *Environmental Sciences Europe*, 26(1): 1-9.
- Virsek, Manca K., Palatinus, A., Koren, S., Peterlin, M., Horvat, P., and Krzan, A. 2016. Protocol for Microplastiks Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments*. Exp. (118), e55161.
- Wagner, M., Scherer, C., Alvarez-Muñoz, D., Brennholt, N., Bourrain, X., Buchinger, S. and Reifferscheid, G. 2014. Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. *Environmental Sciences Europe*, 26(1): 1-9.
- Zhao, J., Ran, W., Teng, J., Liu, Y., Liu, H., Yin, X., Cao, R., dan Wangm Q. 2018. Microplastik Pollution in Sediments from the Bohai Sea and The Yellow Sea, China. *Sci. Total Environt.* 1(640): 637-645.