

Microplastics Content of Seaweeds in the Mariculture Potential Zone at The Southwest of Coastal Bawean Island

Wiga Alif Violando^{1*}, Nur Maulida Safitri², Andi Rahmad Rahim², Mauludiyah¹, Agus Purnomo Ahmad Putikadyanto³

¹Program Studi Ilmu Kelautan, UIN Sunan Ampel Surabaya, Surabaya, Indonesia;

²Program Studi Akuakultur, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik, Indonesia;

³Program Studi Tadris Bahasa Indonesia, IAIN Madura, Pamekasan, Indonesia;

Article History

Received : February 01th, 2023

Revised : February 28th, 2023

Accepted : March 05th, 2023

*Corresponding Author:

Wiga Alif Violando,

Program Studi Ilmu Kelautan,
UIN Sunan Ampel Surabaya,
Surabaya, Indonesia.

Email: wiga.alif@uinsby.ac.id

Abstract: Bawean Island is a sheltered and clean coastal waters that can be exploited for mariculture, particularly seaweed. Due to its enclosed environment, the presence of different wastes, particularly microplastics, is deemed negligible. The purpose of this research is to investigate the prevalence of microplastics in numerous seaweeds on Bawean Island's southwest shore, as well as the viability of seaweed production. At a depth of 1-6 meters, samples of red, green, and brown seaweed were obtained and examined for microplastics by destroying the cell walls. At the two observation sites, water characteristics such as current, pH, salinity, TDS, DO, substrate, temperature, depth, and brightness were also monitored. Based on the results, the southwest coastal waters of Bawean were suitable for seaweed cultivation. Furthermore, the lowest-highest microplastic concentration was discovered in *Gracillaria* sp. 44 ± 18 particles/100g, *Halimeda* sp. 52 ± 16 particles/100g, *Caulerpa* sp. 94 ± 31 particles/100g, and *Sargassum* sp. 251 ± 59 particles/100g, with a form of microplastic found in fragments, fibers, and films. Various colors of microplastics were found. According to this study, seaweed can act as a vector for microplastics to infiltrate the food chain. This is indicated by the substantial accumulation of microplastics in cultivation potential zones of seaweed where there are fewer human activities. This microplastic accumulation could then occur at a higher trophic level, thus seaweed in nature must be quarantined and cleaned after cultivation to reduce the concentration of microplastic contamination.

Keywords: aquaculture potential, bawean island, foodweb, microplastic, seaweed.

Pendahuluan

Pulau Bawean termasuk ke dalam perairan pulau kecil yang terletak di sebelah utara Pulau Jawa dan masih termasuk ke dalam wilayah administratif Gresik, Jawa Timur. Pulau ini memiliki luas 198.782 km² dengan area perairan pantai jernih terlindung (Noor dan Romadhon, 2020). Bawean dikembangkan sebagai salah satu destinasi wisata serta usaha marikultur terutama rumput laut. Pulau ini terletak di perairan terbuka Laut Jawa dengan karakteristik aktivitas industri yang terbatas sehingga keberadaan berbagai limbah di perairannya, termasuk limbah plastik berukuran

mikroskopis (mikroplastik), disinyalir masih minim.

Mikroplastik merupakan polutan lingkungan berupa partikel plastik yang berukuran <5mm (Gutow *et al.*, 2015) dan dihasilkan dari adanya degradasi kimia, fisika, dan biologis dari plastik berukuran makro secara alami. Proses degradasi berlangsung dalam jangka waktu cukup lama dan sulit dihilangkan secara menyeluruh atau berubah menjadi bentuk yang lain. Hingga saat ini, diperkirakan lebih dari 268.940 ton plastik tersebar di lautan dunia, dimana sebagian besar sudah membentuk mikroplastik (Eriksen *et al.*, 2014).

Mikroplastik yang menempel pada tanaman dan hewan laut akan membentuk biofilm, sehingga densitas mikroplastik tersebut akan meningkat yang secara perlahan berangsur tenggelam dan tersuspensi di dasar laut. Perpindahan mikroplastik dalam pencernaan terjadi secara terus menerus dalam rantai makanan akibat degradasi yang tidak sempurna pada satu biota kemudian berpindah ke biota lain (Li *et al.*, 2020). Kehadiran mikroplastik secara konsisten dan persisten di perairan memungkinkan biota perairan laut terus mengakumulasi ke dalam tubuh, terutama dalam organ pernafasan dan pencernaan (Jambeck *et al.*, 2015; Bazzerghy *et al.*, 2016).

Tanaman maupun hewan benthos sering digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan karena kepekaannya terhadap adanya perubahan lingkungan, terutama pencemaran air (Seng *et al.*, 2020). Keberadaan biota-biota ini dapat mengindikasikan tingkat kualitas perairan karena kehidupannya sangat dipengaruhi oleh keberadaan mikroplastik yang tersebar pada sedimen maupun kolom air (Pham, 2014; Li *et al.*, 2020). Hingga saat ini, lebih dari 690 spesies laut, termasuk ikan, krustasea, mamalia, bivalvia, hingga burung laut telah dinyatakan terkontaminasi oleh mikroplastik (Leibo, 2016). Namun, studi di lapangan untuk menyelidiki polusi mikroplastik pada tanaman air seperti rumput laut masih sangat terbatas.

Rumput laut menyediakan makanan dan habitat bagi konsumen serta organisme-organisme terkait lainnya sebagai produsen utama dalam ekosistem laut. Selain itu, rumput laut juga dapat dibudidayakan secara komersial karena tingginya permintaan sebagai sumber produk pangan nabati. Akan tetapi, beberapa studi telah melaporkan bahwa rumput laut dapat menjadi salah satu agen biologis yang efektif untuk mengakumulasi mikroplastik ke hewan laut (Cauwenberghe *et al.*, 2015; Gutow *et al.*, 2015) maupun manusia sebagai konsumen. Selama ini, belum ada penelitian terdahulu mengenai keberadaan mikroplastik di perairan pesisir Bawean. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah menyelidiki keberadaan mikroplastik pada beberapa jenis rumput laut yang ada pada zona potensi budidaya rumput laut di perairan pesisir barat daya Pulau Bawean serta

pengujian kesesuaian parameter perairan untuk pembudidayaan rumput laut.

Bahan dan Metode

Pengumpulan sampel

Rumput laut merah *Gracillaria* sp., rumput laut hijau *Halimeda* sp. dan *Caulerpa* sp., serta rumput laut cokelat *Sargassum* sp. (masing-masing 500 g) didapatkan di Pantai Jerat Lanjeng dan Selayar, pada sisi barat daya Pulau Bawean pada kedalaman 1-6 meter. Sampel dikumpulkan menggunakan metode *purposive sampling* menggunakan alat bantu jaring dan *cutter*. Setiap sampel dimasukkan ke dalam plastik yang disimpan dalam *coldbox* pada suhu 4°C.

Pengukuran kualitas air

Parameter kualitas air yang diukur di lokasi penelitian, meliputi: pengukuran arus menggunakan *current meter* (Model 106; Valeport; UK) serta salinitas menggunakan refraktometer (Master-20M; 2283; Atago; Japan). Pengukuran suhu, pH, dan TDS menggunakan TDS meter (Tipe 9908-B1900134; Mediatech; Indonesia); kandungan oksigen terlarut menggunakan DO kit (Model FM1004; Hebei Norvka Biotech Co., Ltd; China), kecerahan menggunakan *secchi disk* dan identifikasi substrat menggunakan ayakan bertingkat dengan ukuran mesh 0.05 mm, 0,125 mm, 0,2 mm, 0,5 mm, 2 mm, 5 mm, 12.5 mm, dan 20 mm. Tipe substrat diambil berdasarkan ukuran butir sedimen yang dapat lolos dalam ayakan.

Isolasi dan identifikasi mikroplastik

Sampel selanjutnya diberikan beberapa perlakuan untuk mengetahui keberadaan mikroplastik pada sampel rumput laut. Thallus pada rumput laut diukur sepanjang 30 cm dan masing-masing sampel dipotong menggunakan *cutter*. Sampel yang telah terpotong selanjutnya dipotong tipis. Substansi yang telah diperoleh diamati dibawah mikroskop binokuler dengan perbesaran 10x setelah diberikan akuades sebanyak 3 tetes. Kemudian, dilakukan identifikasi bentuk dan warna mikroplastik setelah dipisahkan dari jaringan lainnya menggunakan jarum dan pinset (Priscilla dan Patria, 2019) dan dilakukan pengambilan foto

menggunakan kamera digital. Kelimpahan mikroplastik dihitung menggunakan rumus pada persamaan 1 (Laila *et al*, 2020).

$$K = \frac{n}{v} \quad (1)$$

Dimana:

K = Kelimpahan mikroplastik (partikel/100g)

N = Total mikroplastik

V = Jumlah sampel

Analisis statistik

Kelimpahan mikroplastik pada rumput laut ditunjukkan dalam bentuk partikel per 100g. Data ditunjukkan dalam bentuk nilai rata-rata±standar deviasi. Pengujian data dilakukan dengan signifikansi 5%. Data kelimpahan mikroplastik pada berbagai jenis rumput laut selanjutnya diuji analisis varians. Uji lanjut menggunakan Uji Duncan digunakan dengan aplikasi SPSS v.16.0.

Hasil dan Pembahasan

Kesesuaian lahan budidaya

Minimnya aktivitas industri tergambar dalam hamparan hijau daratan serta birunya pesisir laut di Pulau Bawean. Kondisi pesisir Pulau Bawean nampak sepi akan aktivitas manusia yang hanya didominasi nelayan dan penyebrangan dari Pulau Jawa. Kondisi lingkungan yang masih terawat sangat berpotensi dikembangkan sebagai lokasi budidaya berkelanjutan, seperti budidaya lobster, kerapu, dan rumput laut (Noor dan Romadhon, 2020).

Topografi pesisir barat Pulau Bawean yang landai serta intensitas gelombang yang rendah sangat mendukung dalam kegiatan budidaya rumput laut. Pengukuran nilai parameter lingkungan perairan dilakukan secara insitu di Pantai Jerat Lanjeng dan Pantai Selayar. Hasil pengukuran parameter lingkungan perairan kemudian di-*scoring* sebagai acuan analisis kesesuaian lingkungan dalam kegiatan budidaya rumput laut. Pantai Jerat Lanjeng memiliki kecepatan arus dan intensitas gelombang relatif rendah, kecerahan yang perairan yang optimal, serta topografi yang landai dengan substrat berlumpur (Tabel 1). Namun akses menuju Pantai yang tergolong cukup sulit menjadi salah satu faktor yang

perlu dipertimbangkan.

Tabel 1. Analisis kesesuaian Pantai Jerat Lanjeng dalam kegiatan budidaya rumput laut di perairan terbuka

No	Parameter lingkungan	Nilai	Kesesuaian (scoring)
1.	Suhu (°C)	30 ± 0.5	3
2.	Salinitas (ppt)	28 ± 0.2	15
3.	pH	7.61 ± 0.1	10
4.	DO (mg/L)	10 ± 0.2	10
5.	Kedalaman (m)	6.3	9
6.	Kecerahan (%)	100 ± 10	10
7.	TDS (mg/L)	55 ± 8	2
8.	Arus (cm/s)	0.285 ± 8.6	15
9.	Substrat	Berlumpur	9
Total nilai kesesuaian			83

Sementara di sisi barat, Pantai Selayar memiliki kecepatan arus dan intensitas gelombang relatif rendah, kecerahan yang perairan yang optimal, serta topografi landai dengan sustrat pasir halus dinilai lebih berpotensi dikembangkan sebagai lokasi budidaya rumput laut (Tabel 2). Jenis sedimen yang berpasir memudahkan proses teknis budidaya rumput laut yang ada (Cauwenberghe, 2015).

Tabel 2. Analisis kesesuaian Pantai Selayar dalam kegiatan budidaya rumput laut di perairan terbuka

No	Parameter lingkungan	Nilai	Kesesuaian
1.	Suhu (°C)	32 ± 1	3
2.	Salinitas (ppt)	30 ± 0.3	15
3.	pH	7.2 ±	10
4.	DO (mg/L)	10 ± 0.5	10
5.	Kedalaman (m)	6.2	9
6.	Kecerahan (%)	90 ± 5	10
7.	TDS (mg/L)	52.3 ± 4	2
8.	Arus (m/s)	0.28 ± 6.1	15
9.	Substrat	Pasir halus	15
Total nilai kesesuaian			89

Hasil pengamatan menunjukkan Pantai Jerat Lanjeng dan Pantai Selayar memiliki peluang yang sama untuk dikembangkan melalui kegiatan budidaya rumput laut. Kedua pantai berpotensi menghasilkan rumput laut yang sehat dan berkualitas. Kendati demikian, Pantai Selayar sedikit lebih unggul dikarenakan substrat dasar perairan yang berpasir dengan pecahan *rubble* karang. Substrat pasir halus lebih cocok dalam kegiatan budidaya rumput laut, dikarenakan

substrat pasir halus yang cepat tenggelam (Kowalski, 2016). Disisi lain, substrat lumpur kurang begitu sesuai dikarenakan sifatnya yang

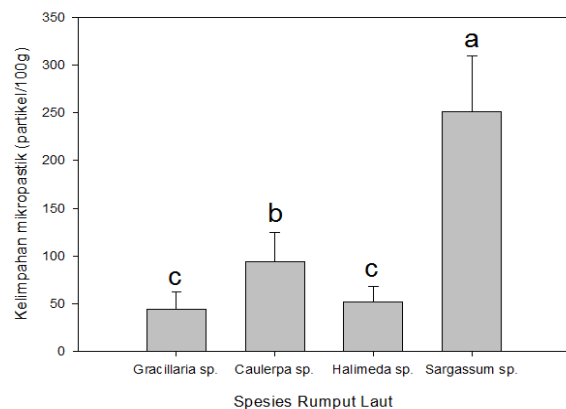
mudah menempel pada rumput laut sehingga menghambat proses fotosintesis (Roberts, 2006).

Tabel 1. Kelimpahan mikroplastik pada rumput laut merah, hijau, dan cokelat

Karakteristik mikroplastik	Jenis rumput laut			
	<i>Gracillaria sp.</i>	<i>Caulerpa sp.</i>	<i>Halimeda sp.</i>	<i>Sargassum sp.</i>
Jumlah (rata-rata partikel/100gr)	44 ± 18	94 ± 31	52 ± 16	251 ± 59
Bentuk (%)				
Fragmen	77,4	71,3	65,8	38,1
Film	-	8,2	5,2	7,8
Fiber	22,6	20,6	29,0	54,1
Warna				
Transparan	✓	✓	✓	✓
Merah		✓	✓	✓
Hijau	✓	✓		✓
Biru	✓	✓	✓	✓
Hitam	✓	✓	✓	✓

Sebaran mikroplastik pada rumput laut

Rumput laut merupakan salah satu komoditas marikultur penting yang kaya akan polisakarida, vitamin, mineral, hingga berbagai zat bioaktif penting yang dikonsumsi manusia maupun berbagai biota laut. Di perairan tropis, rumput laut tersebar menjadi 3 jenis berdasarkan warna. Rumput laut hijau memiliki thallus berwarna hijau yang berasal dari pigmen klorofil, rumput laut merah memiliki pigmen merah fikoeitrin, serta rumput laut cokelat dengan pigmen fukosantin yang tinggi (Subagiyo, 2009; Leibo, 2016; Lumbessy, 2020; Violando dan Safitri, 2020). Data kelimpahan mikroplastik pada perairan barat daya Bawean ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 2. Kelimpahan Mikroplastik pada rumput

laut merah, hijau, dan cokelat

Rumput laut merah (Rhodophyta)

Rumput laut merah seperti *Gracillaria sp.* Adalah jenis alga yang memiliki kandungan pigmen merah fikoeitrin yang cukup tinggi. Rumput laut ini banyak dibudidayakan, bernilai ekonomis, serta menjadi salah satu rumput laut unggulan yang potensial karena adanya pikokoloid sebagai sumber agar dan karaginan, serta memiliki vitamin, serat, mineral, serta senyawa bioaktif lainnya (Lumbessy, 2020). Distribusi rumput laut merah cukup tersebar merata di Indonesia dengan jumlah yang masif (Priscilla & Patria, 2019). Namun produksi alami rumput laut merah seperti cottoni (*Kappaphycus alvarezii*), *Gellidium sp.*, dan *Gracillaria sp.* tidak begitu besar di Pulau Bawean.

Salah satu yang cukup mudah ditemukan di Perairan Pulau Bawean adalah *Gracillaria sp.*, khususnya di kedua lokasi berpotensi yaitu Pantai Jerat Lanjheng dan Pantai Selayar. *Gracillaria sp.* yang tumbuh di kedua lokasi tumbuh baik dan subur didukung dengan minimnya kegiatan dan aktivitas masyarakat di pesisir pantai.

Hal yang menarik adalah distribusi mikroplastik pada sampel *Gracillaria sp.* juga cukup rendah. Ditemukan 10±3.33 partikel golongan fiber dan 34±7.31 golongan fragmen. Mikroplastik yang ditemukan memiliki warna

bervariasi yang menunjukkan perbedaan jenis mikroplastik yang ditemukan. Sedikitnya mikroplastik yang ditemukan pada sampel menunjukkan potensi *Gracillaria* sp. sebagai bahan olahan konsumsi dan dapat dibudidayakan pada skala besar.

Rumput laut hijau (Chlorophyta)

Berbeda dengan rumput laut merah, keberadaan rumput laut hijau belum berpotensi dikembangkan dalam bidang industri di Indonesia. Distribusi Chlorophyta di perairan tropis Indonesia didominasi beberapa jenis seperti *Ulva* sp., serta beberapa jenis khusus lain seperti *Halimeda* sp. dan *Caulerpa* sp. (Jumsurizal *et al*, 2021). *Halimeda* sp. merupakan jenis rumput laut hijau yang banyak ditemukan di perairan terumbu karang dengan substrat berpasir. *Halimeda* memiliki bioaktivitas untuk melindungi sistem pertahanan udang karena keberadaan senyawa metabolit seperti polisakarida, serat, hingga

kalsium karbonat. Alga ini memiliki thallus membentuk rumpun berkelompok yang warnanya berubah menjadi putih saat mati karena kandungan kapurnya yang tinggi (Leibo, 2016).

Jenis alga hijau ini belum banyak dimanfaatkan. Keberadaannya sering diabaikan dan hanya dianggap sebagai organisme laut pada umumnya yang belum dimanfaatkan. Sehingga keberadaannya cukup masif dan tumbuh hingga mencapai bobot 1 kg/individu. Setidaknya teridentifikasi 129 ± 43 partikel/100g mikroplastik pada *Halimeda* sp. yang ditemukan dari sampel, meliputi 65.8%, fiber 29.0%, dan film 5.2%. Banyaknya mikroplastik dan dimensi organisme mengindikasikan fungsi *Halimeda* sp. dalam perairan terkait sebagai agen bioakumulator berlangsung pada rentang waktu yang cukup panjang (Subagiyo, 2009).



Gambar 2. Jenis mikroplastik yang ditemukan pada rumput laut. Dari kiri ke kanan: (A) Fragmen, (B) Fiber, (C) Film

Makroalga lain jenis *Caulerpa* sp. dapat dijumpai pada berbagai macam substrat dan vegetasi, termasuk substrat dasar berpasir, kawanan rumput laut, lamun, lumpur, teluk terlindung, hingga substrat buatan (Jumsurizal, 2021). Jenis tanaman ini memiliki thallus berbentuk tegak pipih dan menyerupai daun. Memiliki kadar karbohidrat, protein, mineral, dan serat yang tinggi sehingga berpotensi untuk dieksplorasi sebagai pangan fungsional (Apriliyanti, 2021). Hasil identifikasi

mikroplastik pada *Caulerpa* sp. adalah sebanyak 94 ± 31 partikel/100g yang meliputi bentuk fragmen 71.3%, fiber 20.6%, serta film 8.2%, dengan warna bervariasi.

Rumput laut coklat (Phaeophyta)

Rumput laut coklat *Sargassum* sp. merupakan rumput laut tropis yang tersebar luas di perairan Samudera Pasifik. Tanaman ini dicirikan dengan berbentuk agak pipih, dengan memiliki cabang utama dengan

vesikel berbentuk elips. *Sargassum* sering digunakan sebagai bahan baku pada industri farmasi hingga menjadi pangan fungsional karena kandungan sulfat polisakarida, fukoidan, alginat, serta memiliki pigmen fukosantin dan karoten (Violando dan Safitri, 2020).

Rumput laut cokelat juga cukup masif ditemukan di Perairan Pulau Bawean, dengan spesies *Sargassum* sp. menjadi jenis yang dominan. Pada spesies alga cokelat ini, ditemukan mikroplastik mencapai 251 ± 59 partikel/100g, tertinggi diantara sampel rumput laut lainnya. Sebaran jenis mikroplastik meliputi fiber 54.1%, fragmen 38.1%, dan film 7.8%. Keseluruhan mikroplastik yang ditemukan memiliki warna yang berbeda-beda (Tabel 1). Divisi Phaeophyta memiliki keunikan dan fungsi khusus sebagai akumulator material organik (Roberts *et al.*, 2006) dan logam berat (Setala, 2014). Selain itu, jenis rumput laut cokelat pada umumnya memiliki kemampuan bioremediasi yang lebih tinggi dibandingkan warna lainnya karena kandungan alginat yang lebih bersifat mengakumulasi zat pencemar di dalam tubuhnya.

Mikroplastik dalam jejaring makanan, dengan rumput laut sebagai produsen

Densitas mikroplastik meningkat seiring dengan bertambahnya waktu keberadaan mikroplastik di kolom perairan. Hal ini disebabkan lamanya proses degradasi plastik dan biofouling yang menyebabkan mikroplastik tenggelam karena densitasnya lebih tinggi daripada air laut (Kooi *et al.*, 2016). Kontaminasi mikroplastik fragmen lebih tinggi dibandingkan fiber dan film, yang berasal dari hasil degradasi kantong plastik, pipa paralon, dan botol-botol. Jenis mikroplastik ini dapat berasal dari limbah antropogenik yang berasal dari *runoff* daratan, angin, pasang surut, serta arus perairan laut terbuka (Gutow *et al.*, 2015).

Tipe mikroplastik fiber ditemukan terbanyak kedua yang berasal dari kain sintesis alat tangkap nelayan, seperti tali pancing dan jaring ikan. Mikroplastik jenis film jarang ditemukan di perairan, dimana sumber utama berasal dari kemasan makanan, arus, dan pasang surut. Keberadaan mikroplastik film cenderung hampir nihil

karena memiliki densitas paling rendah dibandingkan tipe mikroplastik lainnya, sehingga cenderung mengapung di kolom perairan dan tidak menempel pada rumput laut sebagai biota bentos yang bersifat *sessil* (Ayuningtyas *et al.*, 2019; Sawalman, 2021).

Perbedaan kelimpahan mikroplastik yang berbeda pada berbagai sampel rumput laut juga dapat disebabkan adanya perbedaan kedalaman. Rumput laut yang menempel pada substrat dengan kedalaman rendah cenderung mengakumulasi mikroplastik lebih tinggi dibandingkan konsentrasi yang lebih rendah, terutama satu meter pertama dari permukaan air laut (Kooi *et al.*, 2016). Hal ini terutama disebabkan aliran air yang tenang sehingga menyebabkan mikroplastik cenderung menetap di perairan dangkal sebelum terurai dalam waktu lebih lama untuk terbenam ke dasar perairan (Seng *et al.*, 2020).

Kelimpahan mikroplastik pada rumput laut berkisar antara 44 ± 18 - 251 ± 59 partikel/100g. Kelimpahan mikroplastik mikroplastik yang ditemukan pada rumput laut tertinggi pada rumput laut cokelat *Sargassum* sp. serta kelimpahan terendah pada rumput laut merah *Gracillaria* sp., dimana jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan adalah bentuk fragmen. Berbeda dengan Klomjit *et al.*, (2021) yang meneliti kandungan mikroplastik pada rumput laut hijau *Caulerpa lentilifera* dan rumput laut merah *G. fisheri*, dengan kelimpahan tertinggi pada rumput laut merah dibandingkan rumput laut hijau, dengan sumber mikroplastik terbanyak adalah film. Hal ini disebabkan jenis polutan dan kondisi arus yang berbeda.

Mikroplastik yang masuk ke perairan laut akan dikonsumsi oleh berbagai organisme, terutama biota vertebrata dan avvertebrata bentos. Biota bentos diyakini merupakan spesies yang paling rentan mengakumulasi mikroplastik ke dalam tubuhnya. Sebagian besar mikroplastik berada pada air, sedimen, hingga tanaman laut yang selanjutnya dimakan oleh tingkatan trofik yang lebih tinggi. Biota pemakan deposit, suspensi, hingga predator juga mengakumulasi mikroplastik dari mangsa yang dimakan (Seng *et al.*, 2020).

Pantai berbatu berpotensi mengakumulasi dan membenuk mikroplastik

dari plastik-plastik makro yang menabrak batu dan pecah menjadi partikel berukuran kecil dari *surf zone*. Selain itu, partikel mikroplastik juga menumpuk di habitat makrofit karena morfologi tumbuhan yang kompleks sehingga mempertahankan keberadaan partikel dan memfasilitasi pengendapan partikel. Selanjutnya, partikel plastik berukuran mikro—nano ini ditemukan menempel pada permukaan alga karena adanya pengikatan elektrostatik ke selulosa. Selanjutnya, polutan akan terakumulasi dalam jaringan rumput laut (Li *et al.*, 2020).

Herbivora invertebrata berukuran kecil (mesoherbivora) merupakan biota yang sensitif terhadap polutan pada rumput laut. Jaringan ganggang yang terkontaminasi dapat menghalangi proses makan mesoherbivora atau mempengaruhi status kesehatannya setelah dikonsumsi. Sehingga, rumput laut dan mesoherbivora menjadi jalur transfer polutan terlarut ke dalam jejaring makanan biota laut serta konsumen tingkat trofik yang lebih tinggi (Song *et al.*, 2014; Gutow *et al.*, 2015).

Potensi rumput laut menyerap partikel tersuspensi bervariasi sesuai dengan morfologi permukaan. Rumput laut dengan struktur thallus kompleks menyerap partikel tersuspensi secara lebih banyak dibandingkan ganggang berserabut sederhana (Gutow *et al.*, 2015). Dengan demikian, dari hasil penelitian ini, semakin kompleks struktur thallus *Sargassum* menghasilkan kontaminasi mikroplastik yang lebih besar dibandingkan spesies rumput laut lain, seperti *Gracillaria*; meskipun terkontaminasi oleh mikroplastik dengan konsentrasi yang sama (Thompson, 2015).

Rumput laut yang dikumpulkan di Perairan Bawean diambil pada kedalaman 6 m, dengan posisi surut terendah masih terendam oleh air laut. Hal ini mengakibatkan akumulasi mikroplastik semakin tinggi karena rumput laut tidak memiliki kesempatan untuk memproduksi mucus sebagai bentuk pertahanan diri. Umumnya rumput laut memproduksi mucus ketika terpapar udara secara langsung saat kondisi surut yang menyebabkan proses pengikatan mikroplastik cenderung lebih lemah karena terhalang oleh mucus (Li *et al.*, 2020). Proses ini

menyebabkan rumput laut lebih kering sehingga meningkatkan akumulasi mikroplastik berbentuk fragmen pada konsentrasi yang tinggi, sedangkan jenis fiber dengan konsentrasi medium akan lebih melimpah pada potongan alga kering. Keberadaan ikatan elektrostatik pada rumput laut yang mengandung selulosa dapat meningkatkan akumulasi partikel plastik berukuran nano, karena densitas tinggi dari residu hidroksil pada permukaan plastik dapat memfasilitasi adhesi sel (Gutow *et al.*, 2015).

Hasil penelitian Seng *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa rumput laut dapat menjadi vektor mikroplastik masuk ke dalam jejaring makanan. Mikroplastik menempel pada permukaan rumput laut dan mesoherbivora mengambil mikroplastik melalui transfer rumput laut yang terkontaminasi. Akumulasi ini selanjutnya akan berlangsung pada tingkatan trofik lebih tinggi sehingga rumput laut yang berada di alam untuk dibudidayakan perlu dikarantina dan dibersihkan sebelum masuk ke tahapan pengolahan untuk menurunkan konsentrasi cemaran mikroplastik didalamnya (Gutow *et al.*, 2015).

Kesimpulan

Pesisir barat daya Pulau Bawean berpotensi dikembangkan sebagai zona budidaya rumput laut. Kualitas rumput laut alami tergolong cukup alami. Akan tetapi, keberadaan cemaran mikroplastik pada rumput laut dapat menjadi tantangan baru dalam pembudidayanya. Keberadaan mikroplastik pada rumput laut dapat menjadi vektor masuk ke dalam jejaring makanan sehingga perlu diberlakukan manajemen pasca panen dengan treatment pengurangan kadar mikroplastik.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Pemerintah Kecamatan Sangkapura, Kabupaten Gresik, Jawa Timur, serta kepada UPT Dinas Perikanan Kabupaten Gresik.

Referensi

- Apriliyanti, FJ., Cokrowati, N., Diniarti, N. (2021). Pertumbuhan *Caulerpa* sp. Pada Budidaya Sistem Patok Dasar di Desa Rompo Kecamatan Langgudu. *Jurnal Media Akuakultur Indonesia*. 1(1): 11-20. <https://doi.org/10.29303/mediakuakultur.v1i1.136>
- Ayuningtyas, WC., Yona, D., Sari, SHJ., Iranawati, F. (2019). Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 3(1): 41-45. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5>
- Bazerghi C, McKay FH, Dunn M. (2016). The role of food banks in addressing food insecurity: a systematic review. *Journal Community Health*, 41:732-740. DOI: 10.1007/s10900-015-0147-5
- Cauwenberghe, LV., Devriese, L., Galfani, F., Robbens, J., dan Janssen, CR. (2015). Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects. *Marine Environment Research*. 111: 5-17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.06.007>
- Eriksen, M., Lebreton LCM., Carson, HS., Thiel, M. Moore, CJ., Borrero, JC., Reisser, J. (2014). Plastic Pollution in the World's Oceans: More Than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing Over 250.000 Tons a Float at Sea. *PLoS One*. 9(12):119-123. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
- Gutow, L., Eckerlebe, A., Gimenez, L., dan Saborowski, R. (2015). Experimental Evaluation of Seaweeds as a Vector for Microplastics into Marine Food Webs. *Environmental Science & Technology*. 50: 915-923. DOI: 10.1021/acs.est.5b02431.
- Jambeck, JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, Narayan R, Law KL. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347:768-771. DOI: 10.1126/science.126035
- Jumsurizal, Ilhamdy, AF., Anggi, Astika. (2021). Karakteristik Kimia Rumput Laut Hijau (*Caulerpa racemosa* & *Caulerpa taxifolia*) Dari Laut Natuna, Kepulauan Riau, Indonesia. *Jurnal Akuatika Indonesia*. 6(1): 19-24. DOI: <https://doi.org/10.24198/jaki.v6i1.30008>
- Klomjit, A., Yeemin, T., Phaoduang, S., dan Sutthacheep, M. (2021). Occurrence of Microplastics in Two Edible Seaweeds from Local Aquaculture in Thailand. *Ramkhamchaeng International Journal of Science and Technology*. 4(2): 38-44. URL: <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/RIST/article/view/244795>
- Kooi M, Reisser J, Slat B, Ferrari FF, Schmid MS, Cunsolo S, Brambini R, Noble K, Sirks LA, Linders TEW, Schoeneich-Argent RI, Koelmans AA. (2016). The effect of particle properties on the depth profile of buoyant plastics in the ocean. *Scientific Reports*. 6:33882. URL: <https://www.nature.com/articles/srep33882>
- Kowalski, N., Recharadt, AM., Waniek, JJ. (2016). Sinking rates of microplastics and potential implications of their alteration by physical, biological, and chemical factors. *Marine Pollution Bulletin*. 109(1):310–319. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.064>
- L Laila, Q. N., Pujiono W. P., Oktavianto E. J. (2020). Kelimpahan mikroplastik pada sedimen di Desa Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(1), 28–35. DOI: <https://doi.org/10.14710/pasirlaut.2020.30524>
- Leibo, R., Mantiri, DMH., Gerung, G.S. 2016. Uji Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Total Alga Hijau *Halimeda opuntia* Linnaeus dan *Halimeda macrolaba* Dacalsnme Dari Perairan Teluk Totok. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 2(1): 30-36. DOI: <https://doi.org/10.35800/jpplt.4.2.2016.14081>
- Li, Q., Heng, Z., Zhang, T., Ma, C., Shi, H. (2020). Microplastics in the Commercial Seaweed Nori. *Journal of Hazardous*

- Materials*. 388: 1-8. DOI:10.1016/j.jhazmat.2020.122060
- Lumbessy, SY., Setyowati, DN., Mukhlis, A., Lestari, DP., dan Azhar, F. (2020). Komposisi Nutrisi dan Kandungan Pigmen Fotosintesis Tiga Spesies Alga Merah (*Rhodophyta* sp.) Hasil Budidaya. *Journal of Marine Research*. 9(4): 431-438. DOI: <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i4.28688>
- Noor, M.A.F., dan Romadhon, A. (2020). Analisis Kesesuaian dan Daya Dukung Lingkungan Pulau Gili Noko Bawean sebagai Kawasan Ekowisata Pantai. *Juvenil*. 1(1): 38-46. DOI: <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i1.6749>
- Pham, CK. (2014). Marine Litter Distribution and Density in European Seas, from the Shelves to Deep Basins. *PLoS ONE*. 9(4):1-9. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095839>
- Priscilla, V., Sedayu, A., & Patria, M. P. (2019). Microplastic abundance in the water, seagrass, and sea hare *Dolabella auricularia* in Pramuka Island, Seribu Islands, Jakarta Bay, Indonesia. In *Journal of Physics: Conference Series* (1402(3), p. 033073). IOP Publishing. DOI: 10.1088/17426596/1402/3/033073
- Roberts, D. A.; Poore, A. G. B.; Johnston, E. L. (2006). Ecological consequences of copper contamination in macroalgae: effects on epifauna and associated herbivores. *Environmental Toxicology Chemistry*. 25: 2470-2479. 10.1897/05-661r.1
- Sawalman, R., Zamani, NP., Werorilangi, S., Ismet, MS. (2021). Akumulasi Mikroplastik Pada Spesies Ikan Ekonomis Penting di Perairan Pulau Barranglombo, Makassar. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 13(2): 241-260.
- Seng N, Lai S, Fong J, Saleh MF, Cheng C, Cheok ZY, Todd PA. 2020. Early evidence of microplastics on seagrass and macroalgae. *Marine and Freshwater Research*, 71(8): 922-928. DOI: 10.1071/MF19177
- Setala, O., Fleming-Lehtinen, V., Lehtiniemi, M. (2014). Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environmental Pollution*. 185. 77-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.013>
- Song, Y. K., Hong, S. H., Jang, M., Kang, J.-H., Kwon, O. Y., Han, G. M., Shim, W. J. 2014. Large accumulation of micro-sized synthetic polymer particles in the sea surface layer. *Environmental Science and Technology*. 48:9014-9021.
- Subagiyo, S. 2009. Uji Pemanfaatan Rumput Laut *Halimeda* sp. sebagai Sumber Makanan Fungsional untuk Memodulasi Sistem Pertahanan Non Spesifik Pada Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*). *Ilmu Kelautn*. 14(3): 142-149. DOI: <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.14.3.142-149>
- Thompson, R. C. (2015). Microplastics in the marine environment: sources, consequences and solutions. *Marine anthropogenic litter*, 185-200. DOI:10.1007/978-3-319-16510-3_7.
- Violando, WA dan Safitri, NM. 2020. Minimum Inhibitory Concentration of Antimicrobial Sulfated Polysaccharides of *Sargassum cristaefolium* Against *Bacillus subtilis*. *Journal of Applied Biological Sciences*. 14(2): 136-144. URL: <https://www.jabsonline.org/index.php/jabs/article/view/742/602>