

Analisis Konsentrasi dan Karakteristik Mikroplastik di Kawasan Wisata Pantai Congot Desa Jangkaran Kabupaten Kulon Progo

Bela Agustina Eka Putri Kusniati¹

Trisno Fallo²

Muhammad Noviansyah Aridito³

Andri Prasetyo Nugroho⁴

Putri Ratna Setyowati⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Lingkungan, Universitas Proklamasi 45, Jl. Proklamasi No.1, Babarsari, Yogyakarta, Indonesia

²Korespondensi penulis: trisnofallo@up45.ac.id

Article Info: Received: March 07, 2025 Accepted: June 02, 2025 Available online: June 03, 2025

DOI: 10.30588/jeemm.v9i1.2171

Abstract: Congot Beach is a tourist area that is also inhabited by many fishermen. The issue of plastic waste on this beach is quite serious, with a large amount of waste being discarded by visitors, local residents, and fishermen. Additionally, Congot Beach is located near the estuary of the Bogowonto River, which serves as a major pathway for microplastics entering the ocean. This study aims to analyze the concentration and characteristics of microplastics in the Congot Beach Tourist Area, Jangkaran Village, Kulon Progo Regency. This research employs microscopy and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) methods to identify the concentration, shape, color, and polymer types of microplastics found at the study site. The study results indicate that the range of microplastic concentrations at Congot Beach, Kulon Progo, based on calculations from NOAA, sensitivity studies, and mean values, is 1672 particles/L (Negative Study) – 2090 particles/L (Mean) – 2508 particles/L (Positive Study). These results are categorized as an emergency pollution level according to the Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean (GESAMP). The characteristics of the microplastics found include fragment shapes (53.3%), film (31.8%), fiber (11.2%), and pellet (3.6%). The dominant colors of the microplastics are transparent (34.4%), green (26.6%), and black (25.8%). The identified polymer types of microplastics are High-Density Polyethylene (HDPE) and Polypropylene (PP).

Keywords: Microplastics, Concentration, Characteristics, Mitigation.

Abstrak: Pantai Congot merupakan kawasan wisata dan juga dihuni oleh banyak nelayan. Permasalahan sampah plastik di pantai ini cukup serius, dengan banyaknya sampah yang dibuang oleh pengunjung, penduduk setempat, dan nelayan. Selain itu, Pantai Congot berdekatan dengan muara Sungai Bogowonto, yang juga menjadi jalur utama bagi masuknya mikroplastik ke laut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi dan karakteristik mikroplastik di Kawasan Wisata Pantai Congot, Desa Jangkaran, Kabupaten Kulon Progo. Penelitian ini menggunakan metode mikroskopi dan Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) untuk mengidentifikasi konsentrasi, bentuk, warna, dan jenis polimer mikroplastik yang ditemukan di lokasi penelitian. Hasil penelitian menyimpulkan rentang konsentrasi mikroplastik di Pantai Congot Kulon Progo berdasarkan perhitungan dari NOAA, studi sensitivitas dan mean menjadi 1672 partikel/L (Studi Negatif) - 2090 partikel/L (Mean) - 2508 partikel/L (Studi Positif), hasil tersebut dikategorikan sebagai tingkat pencemaran level darurat menurut Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter in the ocean (GESAMP). Karakteristik mikroplastik yang ditemukan meliputi bentuk fragment (53,3%), film (31,8%), fiber (11,2%), dan pellet (3,6%). Warna mikroplastik yang dominan adalah transparan (34,4%), hijau (26,6%), dan hitam (25,8%). Jenis polimer mikroplastik yang teridentifikasi adalah High-Density Polyethylene (HDPE), dan Polypropylene (PP).

Kata Kunci: Mikroplastik, Konsentrasi Mikroplastik, Karakteristik Mikroplastik, Polimer Plastik, Mitigasi Mikroplastik

I. Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara dengan tingkat konsumsi nasional yang tinggi. Menurut data *World Bank*, pada tahun 2020, konsumsi akhir rumah tangga Indonesia mencapai 56,8% dari PDB. Namun, nilai konsumsi ini memiliki dampak negatif yang ditimbulkan akibat jumlah konsumsi yang mengakibatkan terciptanya sampah di lingkungan dengan jenis yang beragam. Salah satu jenis sampah yang menjadi masalah umum di Indonesia saat ini adalah sampah plastik, karena sulit dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk dapat terdegradasi. Salah satu dampak yang mudah dijumpai dari adanya masalah ini yaitu penumpukan sampah di jalanan serta *overload* nya Tempat Penampungan Akhir (TPA). Namun, masalah ini sampai dengan saat ini masih juga belum dapat teratasi baik oleh masyarakat maupun pemerintah khususnya sampah plastik.

Sepanjang tahun 2022, Indonesia menghasilkan sekitar 35,83 juta ton timbulan sampah dan 18% diantaranya merupakan sampah plastik. Sekitar 4,8 juta ton sampah plastik setiap tahun tidak dikelola dengan baik, seperti dibakar di tempat terbuka, tidak dikelola dengan benar di tempat pembuangan sampah, serta mencemari air dan laut. Selain itu, banyak dari sampah plastik ini yang berakhir di badan air terutama lautan dan menimbulkan masalah pencemaran laut atau disebut juga sebagai polusi plastik. Menurut Guven et al. (2017), plastik merupakan polimer sintetis yang terbentuk dari berbagai monomer, biasanya dihasilkan dari ekstraksi minyak dan gas. Plastik sangat berkontribusi dalam menyebabkan masalah pada lingkungan karena terus meningkatnya kegiatan produksi. Ketika sampah plastik menumpuk di lingkungan dan terkena sinar matahari, proses fotokimia dapat terjadi, menyebabkan kerusakan mekanis dan fragmentasi pada plastik, sehingga akhirnya terdegradasi menjadi mikroplastik.

Mikroplastik adalah plastik yang terdegradasi yang berukuran kurang dari 5 mm. Mikroplastik dapat mencemari berbagai ekosistem, termasuk perairan dan pantai. Mikroplastik dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia dan biota laut, karena dapat mengandung zat-zat berbahaya, seperti logam berat, pestisida, dan bakteri patogen. Mikroplastik banyak bersumber dari sampah plastik, namun selain sampah plastik sumber mikroplastik ada dari produk pembersih serta kosmetik yang biasanya sering digunakan. Aktivitas masyarakat yang intensif juga berkontribusi terhadap penumpukan sampah plastik dan pembentukan mikroplastik, terutama di wilayah sekitar sungai. Sungai berperan sebagai jalur utama yang membawa mikroplastik ke lautan.

Salah satu kawasan wisata pantai yang berpotensi tercemar oleh mikroplastik adalah Pantai Congot, Desa Jangkaran, Kabupaten Kulon Progo yang merupakan kawasan wisata dan juga merupakan kawasan dimana banyak masyarakat yang bergantung dengan menjadi nelayan. Namun, pantai ini juga banyak menghadapi masalah sampah plastik yang dibuang dengan sengaja oleh pengunjung, penduduk setempat, dan bahkan nelayan. Karena, saat ini kondisi di pantai congot ditemukan banyak sampah yang ditinggalkan begitu saja oleh para pengunjung yang kemudian sampah tersebut masuk ke laut karena terbawa oleh arus laut yang dibiarkan begitu saja sampai lama dan menjadi mikroplastik karena terdegradasi. Selain itu, kawasan pantai congot berdekatan dengan muara Sungai Bogowonto dimana pada beberapa titik lokasi aliran sungai terdapat pencemaran akibat banyaknya masyarakat yang masih membuang sampah ke sungai. Kemudian pada aliran sungai Bogowonto terdapat beberapa pemukiman penduduk dimana banyak masyarakat yang membuat aliran air limbahnya langsung terhubung ke sungai bogowonto, serta banyak masyarakat saat ini yang menggunakan produk kecantikan hingga kebersihan yang memiliki kandungan *microbeads*.

Berdasarkan *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), Mikroplastik merupakan fragmen dari semua jenis plastik yang memiliki panjang kurang dari 5 mm (0,20 in). Mikroplastik adalah polutan yang paling umum di air karena jumlahnya yang sangat banyak dan ukurannya yang sangat kecil, dan juga menyebabkan rusaknya ekosistem di perairan (Hiwari et al, 2019).

Mikroplastik adalah polutan yang paling banyak menyebar di lingkungan perairan karena ukurannya yang sangat kecil. Tidak ada ketentuan resmi mengenai ukuran minimum mikroplastik, tetapi ada beberapa penelitian yang mengusulkan ukuran nano plastik. Nano plastik, menurut EFSA *Panel on Contaminants in the Food Chain* (2016), adalah material yang berdimensi eksternal atau memiliki struktur permukaan dalam skala nano (0,001 – 0,1 μm). Jika standar internasional telah ditetapkan, maka ukuran maksimum nano plastik akan menjadi ukuran minimum mikroplastik.

Namun, beberapa organisasi dan negara telah mengusulkan atau menerapkan standar atau pedoman untuk mengukur dan mengendalikan kontaminasi mikroplastik di air. Pada tahun 2019, *World Health Organization* (WHO) telah mengeluarkan laporan yang menyarankan penggunaan metode analisis mikroplastik yang seragam dan verifikasi data yang ketat untuk mengawasi kualitas air minum, Undang-Undang Pengurangan Sampah Mikroplastik yang dikeluarkan oleh AS pada tahun 2015 melarang produk kosmetik yang berbahan mikroplastik untuk dijual dan didistribusikan, dan berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang telah ditetapkan oleh Indonesia mengatur tentang cara mengendalikan pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup yang disebabkan oleh sampah plastik, termasuk mikroplastik.

Banyaknya kegiatan yang terjadi didarat menjadi alasan utama mikroplastik berada di perairan laut. Hal ini bersumber dari banyaknya aktivitas manusia yang berlangsung didarat (Defri Yona et al, 2021). Berikut ini merupakan sumber mikroplastik di perairan laut:

- a. Angin, hujan, atau arus dapat menghantarkan sampah plastik yang dibuang di darat, sungai, atau pantai ke laut. Sampah plastik ini dapat berbentuk kantong plastik, botol plastik, kemasan plastik, mainan plastik, dan sebagainya. Sinar matahari, suhu, gelombang, atau organisme laut dapat menguraikan sampah plastik ini menjadi mikroplastik (Kementerian Kelautan dan Perikanan).
- b. Mikroplastik yang terdapat dalam produk kosmetik, seperti scrub, pasta gigi, sabun, atau sampo dapat lolos dari sistem pembuangan air dan instalasi pengolahan air limbah. Mikroplastik ini lalu dapat mencemari sungai atau laut saat mengalir ke perairan (Aqil Azizi et al, 2022).
- c. Masker, sarung tangan, atau botol pembersih yang merupakan Alat Pelindung Diri (APD) selama Covid-19 ini dapat menyebabkan mikroplastik jika tidak ditangani dengan baik dan dibuang sembarangan. APD ini dapat terurai menjadi mikroplastik oleh faktor-faktor yang sama dengan sampah plastik lainnya (Aqil Azizi et al, 2022).
- d. Perlengkapan penangkapan ikan dari plastik, seperti jaring, tali, atau pelampung dapat lenyap, hancur, atau dibuang sembarangan ke laut oleh nelayan. Perlengkapan ini bisa menimbulkan mikroplastik yang membahayakan ikan dan organisme laut lainnya (Kementerian Kelautan dan Perikanan).

Mikroplastik berasal dari berbagai sumber seperti sampah plastik, produk kecantikan, pakaian sintetis, dan lain-lain. Mikroplastik dapat mencemari lingkungan, terutama air, dan masuk ke dalam rantai makanan melalui organisme hidup yang menelannya. mikroplastik yang tertelan oleh berbagai organisme laut telah dilaporkan dalam sejumlah penelitian yang dilakukan. Mikroplastik dapat tertelan baik secara langsung dari kolom air, sedimen, atau secara tidak langsung melalui konsumsi mangsa trofik yang lebih rendah yang baru saja menelan mikroplastik.

Mikroplastik dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan karena mengandung zat-zat kimia berbahaya yang tidak terurai, seperti per dan polifluoroalkil (PFAS), yang sering disebut sebagai “bahan kimia abadi”. Zat-zat ini dapat mengganggu fungsi hormon, sistem saraf, sistem kekebalan, dan meningkatkan risiko kanker pada manusia dan hewan. Menurut *World Health Organization* (WHO), nilai ambang batas bahaya paparan mikroplastik adalah 20 miligram per liter, namun data tersebut merupakan Nilai Ambang Batas (NAB) untuk air minum dan sampai dengan saat ini belum ada Nilai Ambang Batas (NAB) lainnya untuk mikroplastik.

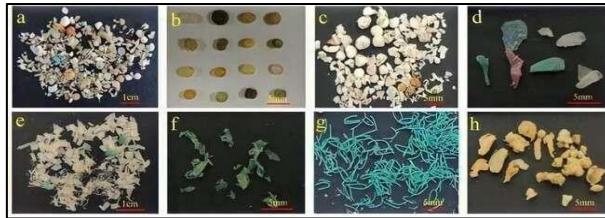
Mikroplastik adalah partikel atau serat plastik yang ukurannya tidak lebih dari 5 mm. Konsentrasi mikroplastik adalah jumlah atau banyaknya partikel mikroplastik di lingkungan tertentu seperti air, tanah, atau sedimen (Emilia Uurasjärvi et al , 2020; Homin Kye et al ,2023).

Konsentrasi mikroplastik memiliki variasi yang berbeda, hal tersebut berdasarkan kondisi lingkungan dan jenis sampel yang dianalisis. Contoh, terdapat penelitian yang melaporkan konsentrasi mikroplastik antara $0,193$ mikroplastik/g – $1,69 \times 10^5$ mikroplastik/g dalam lumpur limbah dan biosolid (Daisy Harley-Nyang et al, 2023).

Untuk memahami dampak potensial mikroplastik terhadap lingkungan dan organisme di ekosistem ini, konsentrasi mikroplastik adalah faktor yang penting. Para peneliti menerapkan berbagai teknik analisis untuk menghitung konsentrasi mikroplastik dan mengevaluasi distribusi dan dinamikanya di lingkungan yang berbeda-beda (Leah M Thornton Hampton et al, 2022). Adapun karakteristik mikroplastik adalah sebagai berikut:

a. Bentuk

Berdasarkan bentuk mikroplastik terbagi menjadi beberapa bentuk yaitu campuran, *pellet*, *foam*, *fragmen*, *flake*, *film*, *fiber*, dan *sponge* (Zhou et al ,2018).



Gambar 1. Bentuk mikroplastik (a). Campuran (b). Pellet (c). Foam (d). Fragmen (e). Flake (f). Film (g). Fiber (h). Sponge

Mikroplastik campuran merupakan cakupan dari berbagai bentuk dan dapat bervariasi bentuknya tergantung dari sumbernya (Banowati N T, 2023). Bentuk mikroplastik *pellet* merupakan partikel dengan ukuran yang kecil serta memiliki bentuk yang bulat dengan sempurna dan memiliki permukaan yang halus serta banyak digunakan untuk menjadi salah satu bahan baku pembuatan plastik (Aini, 2023). Bentuk mikroplastik *foam* merupakan partikel plastik yang berstruktur seperti busa atau berpori. Bentuk mikroplastik ini umumnya bersumber dari adanya kegiatan manusia seperti limbah rumah tangga (Rahman M A, 2022; Putro D H W, 2021). Bentuk mikroplastik *fragmen* merupakan partikel plastik kecil yang berasal dari sampah plastik yang tebal yang kemudian mengalami pemecahan yang terbentuk karena adanya degradasi sinar ultraviolet dan abrasi fisik (Harpa N et al, 2020). Bentuk mikroplastik *flake* merupakan pecahan plastik yang berbentuk datar. Bentuk *flake* ini adalah salah satu mikroplastik yang ada di perairan (Aulia A et al, 2023). Bentuk mikroplastik *film* merupakan partikel plastik yang berbentuk lembaran (Fitri et al, 2019). Bentuk mikroplastik *fiber* merupakan partikel plastik kecil yang berbentuk seperti serat panjang (Fitri et al, 2019). Bentuk mikroplastik *sponge* merupakan partikel plastik yang berbentuk seperti busa (Fitri et al, 2019).

b. Warna

Berbagai jenis mikroplastik dapat diproduksi tergantung pada kondisi lingkungan dan pengaruh iklim. Mikroplastik terlihat akibat pengaruh sampah dan sampah di lingkungan dan tidak terdiri dari satu warna. Paparan sinar matahari atau radiasi UV secara terus menerus dapat mempengaruhi perubahan warna partikel yang ditemukan (Putri, 2017). Warna mikroplastik merupakan warna asli plastik sebelum mengalami proses fragmentasi sehingga terjadi perubahan warna (Ratnasari, 2017). Warna yang umum digunakan dalam penelitian mikroplastik adalah biru, coklat, hijau, hitam, merah, kuning, putih, dan transparan.

c. Jenis Polimer

Mikroplastik dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer adalah mikroplastik yang sudah berukuran mikro saat masuk ke lingkungan laut, seperti limbah kosmetik sabun pencuci muka, yang umumnya terbuat dari plastik jenis Polimer Polipropilena (PP), Polietilena (PE), atau Polistirena (PS) (Chatterjee dan Sharma, 2019).

Mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang berasal dari penguraian benda-benda plastik yang lebih besar seperti botol air, kemasan plastik, bahan bangunan, ataupun produk plastik lainnya melalui abrasi, angin, sinar matahari, atau mikroorganisme (Nirban Laskar dan Upendra Kumar, 2019).

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian yang berjudul “Analisis Konsentrasi dan Karakteristik Mikroplastik di Kawasan Wisata Pantai Congot Desa Jangkaran Kabupaten Kulon Progo” adalah :

1. Untuk mengetahui konsentrasi mikroplastik di Kawasan Wisata Pantai Congot Desa Jangkaran Kabupaten Kulon Progo.
2. Untuk Mengidentifikasi karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk, warna, dan jenis polimer yang ditemukan di Kawasan Wisata Pantai Congot Desa Jangkaran Kabupaten Kulon Progo.

II. Bahan dan Metode

Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan dengan periode penelitian dari bulan Januari 2024 – Juni 2024. Lokasi penelitian ini ditentukan di Kawasan Wisata Pantai Congot Desa Jangkaran Kabupaten Kulon Progo DIY dengan 1 titik lokasi pengambilan sampel air laut. Lokasi penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 yang telah ditandai dengan garis berwarna merah agar dapat diketahui secara jelas, berikut gambar dibawah ini:



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan di Perairan Laut Kawasan Wisata Pantai Congot, Desa Jangkaran, Kabupaten Kulon Progo ditunjukkan pada gambar 2. Penentuan lokasi sampling ini menggunakan metode *purposive sampling*. Pemilihan titik lokasi pengambilan sampel ini dilakukan pada titik koordinat $7^{\circ}54'02.22"S$. $110^{\circ}01'56.64"E$ dengan jarak pengambilan sampel yaitu sepanjang bibir Pantai sejauh 500 meter dengan mempertimbangkan kondisi di lapangan yang dapat berpotensi menyebabkan pencemaran mikroplastik karena pada lokasi tersebut merupakan daerah kawasan wisata (warung makan, pemandian umum, pertokoan lokal/umkm), serta lokasi tersebut berdekatan dengan muara sungai bogowonto dimana pada aliran sungai bogowonto terdapat banyak pemukiman warga dengan jarak yang paling dekat dari muara yaitu 1,47 Km.

Jenis penelitian ini yaitu kualitatif dengan melakukan survei untuk identifikasi konsentrasi dan karakteristik dari mikroplastik pada air laut di wilayah pantai congot. Sampel penelitian ini diambil secara langsung di lokasi yang telah ditentukan menggunakan instrumen sesuai dengan sampel yang akan diambil menggunakan *plankton net*. Pengujian sampel akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Islam Indonesia (UII) dengan menggunakan metode Mikroskop dan *Fourier-transform infrared spectroscopy* (FTIR).

Variabel penelitian membutuhkan pengambil sampel air laut di lokasi dengan menggunakan plankton net, pengamatan mikroplastik menggunakan mikroskop untuk mengetahui bentuk dan warna mikroplastik, untuk mengetahui jenis polimer digunakan pembacaan *Fourier-transform infrared spectroscopy* (FTIR), untuk mengetahui konsentrasi atau jumlah mikroplastik dalam suatu volume menggunakan mikroskop dan dilakukan perhitungan menggunakan rumus dari NOAA.

3. Alat dan bahan yang akan digunakan pada saat penelitian, yaitu :

a. Alat yang digunakan meliputi :

Alat yang digunakan di lapangan meliputi: botol kaca, coobox dan plankton net

Alat yang digunakan di laboratorium meliputi: Mikroskop, mikroskopi, FTIR, Preparat, Erlenmeyer, Gelas Beaker, Magnet Stirre, Vacuum, Cawan Petri, Oven, Pipet Tetes ukuran 10 mL,

b. Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

NaCl, H₂O₂ 30%, Kertas Saring Glass mikro fiber (GF/B whatman CAT No. 1821-047).

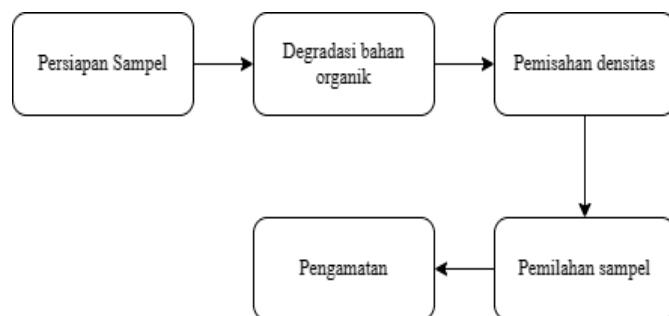
4. Metode Penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut

Metode pengambilan sampel dilakukan secara kualitatif serta dilakukan secara langsung dilapangan. Terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan pada saat melakukan sampling yaitu faktor cuaca, tinggi gelombang, biota sekitar, dan kecepatan angin. Semua faktor tersebut harus dalam

kondisi normal seperti tidak terjadi hujan ataupun badai, karena hal tersebut akan mempengaruhi kondisi lingkungan sekitar dan menyebabkan sulitnya pengambilan sampel air. Waktu yang paling baik digunakan untuk melakukan pengambilan sampel yaitu pada waktu yang cerah (Michida et al., 2019).

Metode ataupun alat yang digunakan untuk pengambilan sampel air adalah *plankton net* karena alat tersebut mudah dioperasikan dengan tangan atau dengan bantuan kapal, kemudian *plankton net* ini dapat menangkap mikroplastik dari berbagai lapisan perairan baik permukaan laut, tengah, maupun dasar laut. Setelah sampel berhasil didapatkan, maka sampel air tersebut akan masukan ke dalam botol kaca yang telah disiapkan dan dimasukan ke dalam *cool box* yang bertujuan untuk menjaga suhu dan kualitas sampelnya, selain itu juga mencegah terjadinya perubahan kimia atau biologis pada sampel air laut yang dapat mempengaruhi hasil analisis mikroplastik.

Berikut ini merupakan langkah - langkah dalam pengambilan sampel air laut berdasarkan SNI 6964-8-2015, yaitu :



Gambar 3. Langkah pengambilan sampel

Sampel air laut yang telah tersedia tidak dapat langsung diidentifikasi karena perlu dilakukan penanganan terlebih dahulu. Berikut ini merupakan tahapan dalam menyiapkan sampel mikroplastik pada air, sebagai berikut :



Gambar 4. Tahapan persiapan sampel sebelum diidentifikasi

Mikroskopi Stereo adalah metode analisis yang digunakan dalam identifikasi dan kuantifikasi mikroplastik berdasarkan pengamatan visual. Metode ini digunakan untuk mengukur atau mengidentifikasi mikroplastik dalam sampel lingkungan seperti air, sedimen, atau organisme. Mikroskopi Stereo merupakan salah satu metode utama dalam analisis mikroplastik untuk menentukan konsentrasi dan karakteristik fisik partikel mikroplastik.

Sampel air laut yang sebelumnya telah disiapkan akan disaring terlebih dahulu melalui filter dengan ukuran pori tertentu (misalnya 300 μm) untuk menangkap mikroplastik. Filter yang telah berisi sampel kemudian dikeringkan pada suhu ruang atau dalam oven pada suhu rendah (sekitar 40°C) untuk menghindari kerusakan plastik. Setelah kering, filter ditempatkan di bawah mikroskop stereo untuk pengamatan.

Dengan pembesaran yang sesuai (biasanya 10-40x), setiap partikel mikroplastik diidentifikasi berdasarkan ciri khasnya seperti bentuk tidak teratur, warna cerah, atau tekstur yang berbeda dari

materi alami. Partikel yang teridentifikasi sebagai mikroplastik kemudian dihitung secara manual atau menggunakan perangkat lunak analisis gambar. Konsentrasi mikroplastik dihitung menggunakan rumus berikut:

keterangan:

C = adalah konsentrasi mikroplastik dalam satuan partikel/L.

N = adalah jumlah total partikel yang dihitung pada filter.

V = adalah volume sampel air laut yang disaring dalam satuan L.

Tahapan dalam identifikasi bentuk mikroplastik menggunakan mikroskop yaitu persiapan sampel air laut, kemudian sampel air laut yang telah siap akan diletakan diatas kaca objek dan ditetesi dengan larutan pewarna seperti nila atau rodamina yang bertujuan untuk meningkatkan kontras dan visibilitas, setelah itu sampel akan diamati dengan mikroskop stereo dengan perbesaran yang akan disesuaikan seperti 10x, 20x, atau 40x, sehingga bentuk

Untuk mengetahui warna mikroplastik akan dilakukan pencatatan menggunakan sistem warna standar, seperti RGB atau CMYK. RGB adalah sistem warna aditif yang digunakan untuk tampilan digital, seperti monitor, TV, atau smartphone. RGB terdiri dari tiga warna dasar, yaitu merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*), yang dapat dikombinasikan untuk menghasilkan jutaan warna lainnya . CMYK adalah sistem warna substraktif yang digunakan untuk media cetak, seperti kertas, majalah, atau buku. CMYK terdiri dari empat warna dasar, yaitu sian (*cyan*), magenta, kuning (*yellow*), dan hitam (*black*), yang dapat dikurangi untuk menghasilkan ribuan warna lainnya.

Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) merupakan suatu cara untuk mengetahui jenis dan bentuk molekul dalam suatu zat dengan menggunakan sinar inframerah. Sinar inframerah adalah sinar yang tidak bisa dilihat oleh mata, tetapi bisa diserap oleh molekul. Setiap molekul memiliki cara tersendiri untuk menyerap sinar inframerah, sehingga bisa dibedakan satu sama lain.

Tahapan yang akan dilakukan dalam mengidentifikasi jenis polimer dengan FTIR yaitu persiapan sampel uji dalam bentuk tipis, bubuk, atau butiran. Zat ini dapat dicampur dengan bahan lain, seperti garam agar lebih mudah di serap oleh sinar inframerah. Kemudian letakan zat diantara dua kaca atau di dalam wadah khusus yang bisa dilewati oleh sinar inframerah. Hubungkan dengan alat FTIR yang terdiri dari sumber sinar, alat pembagi sinar, alat pengukur sinar, dan komputer. Selanjutnya nyalakan alat FTIR dan mulai mengirimkan sinar inframerah ke zat. Sinar akan dibagi menjadi dua bagian, satu melewati zat dan satu lagi melewati bahan acuan. Namun kedua bagian akan dipadukan kembali dan diukur oleh alat pengukur sinar. Kemudian hasil pengukuran sinar inframerah akan ditampilkan dalam bentuk gelombang yang disebut interferogram. Interferogram ini menunjukkan seberapa kuat sinar inframerah diserap oleh zat pada bilangan gelombang tertentu. Selanjutnya bandingkan spektrum inframerah yang didapat dengan spektrum inframerah yang sudah diketahui dari berbagai jenis polimer. Polimer dapat dikenali dari puncak-puncak spektrum yang khas untuk gugus-gugus molekul tertentu.

III. Hasil dan Pembahasan

1. Identifikasi Konsentrasi Mikroplastik

Berdasarkan hasil pengujian, analisis sampel air menggunakan metode NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) mengungkapkan tingkat konsentrasi mikroplastik yang sangat tinggi. Dari volume air sebesar 200 mL yang disaring, teridentifikasi total 418 partikel mikroplastik. Menggunakan rumus $C = N / V$, di mana C adalah konsentrasi mikroplastik (partikel/L), N adalah jumlah total partikel (418), dan V adalah volume sampel air dalam liter (0,2 L), diperoleh konsentrasi mikroplastik sebesar 2090 partikel/L.

Berdasarkan hasil perhitungan konsentrasi mikroplastik sebesar 2090 partikel/L, dilakukan studi sensitivitas dengan menerapkan skenario penambahan 20% (studi kasus positif) dan pengurangan 20% (studi kasus negatif) untuk mengetahui range nilai konsentrasi yang mungkin terjadi.

Skenario Penambahan 20% (Studi Kasus Positif):

$$\begin{aligned}\text{Konsentrasi mikroplastik} &= 2090 \text{ partikel/L} + (20\% \times 2090 \text{ partikel/L}) \\ &= 2090 \text{ partikel/L} + 418 \text{ partikel/L} = 2508 \text{ partikel/L}\end{aligned}$$

Dalam skenario ini, konsentrasi mikroplastik meningkat menjadi 2508 partikel/L setelah ditambahkan 20% dari nilai awal. Peningkatan ini dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti adanya

aktivitas anthropogenik yang meningkatkan jumlah mikroplastik di lingkungan, atau adanya kondisi lingkungan yang menyebabkan akumulasi mikroplastik yang lebih tinggi di lokasi sampling.

Skenario Pengurangan 20% (Studi Kasus Negatif):

$$\begin{aligned}\text{Konsentrasi mikroplastik} &= 2090 \text{ partikel/L} - (20\% \times 2090 \text{ partikel/L}) \\ &= 2090 \text{ partikel/L} - 418 \text{ partikel/L} \\ &= 1672 \text{ partikel/L}\end{aligned}$$

Dalam skenario ini, konsentrasi mikroplastik menurun menjadi 1672 partikel/L setelah dikurangi 20% dari nilai awal. Penurunan ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti adanya proses degradasi atau pemecahan mikroplastik menjadi partikel yang lebih kecil, atau adanya kondisi lingkungan yang menyebabkan mikroplastik tersebar ke area yang lebih luas sehingga konsentrasinya menurun di lokasi sampling.

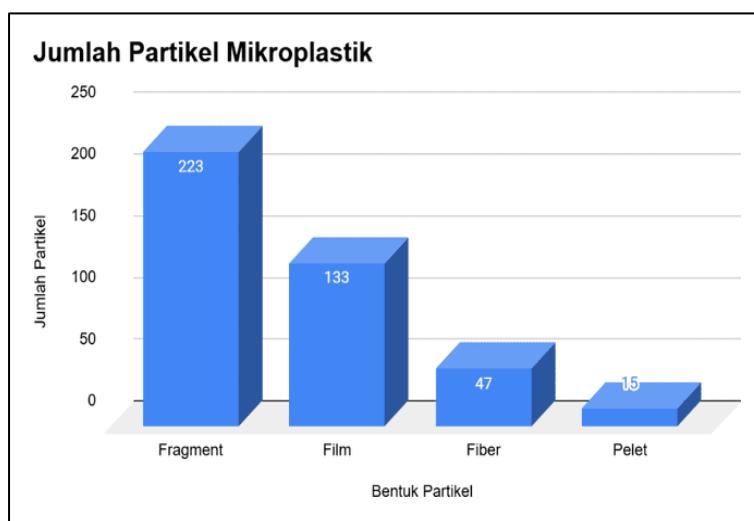
Dengan demikian, range konsentrasi mikroplastik setelah studi sensitivitas menjadi 1672 partikel/L - 2508 partikel/L. Nilai konsentrasi ini sangat signifikan dan mengkhawatirkan dalam konteks kontaminasi mikroplastik. Untuk memahami seberapa tinggi tingkat kontaminasi mikroplastik di lokasi ini maka dapat membandingkan dengan beberapa penelitian yang sejenis. Hal tersebut karena sampai dengan saat ini Indonesia belum memiliki standar ataupun regulasi yang dapat membantu mengklasifikasikan suatu tingkat pencemaran mikroplastik di suatu wilayah.

Tabel 1. Klasifikasi tingkat pencemaran mikroplastik

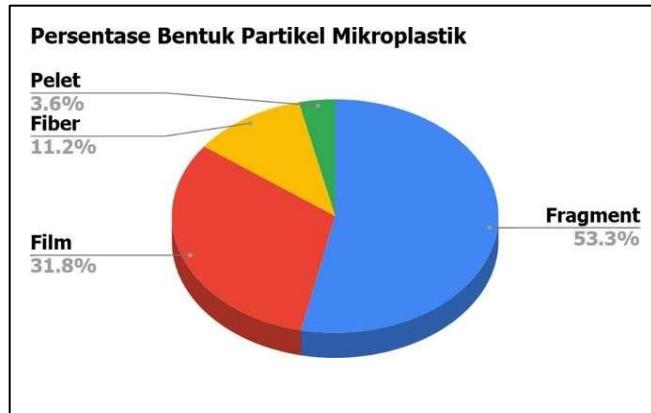
Kelas	Partikel
Level Baseline	< 50 partikel/L
Level Perhatian	50 – 200 partikel/L
Level Tindakat	200 – 500 partikel/L
Level Darurat	>500 partikel/L

Sumber : *Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter in the ocean (GESAMP)*

2. Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk, Warna dan Jenis Polimer



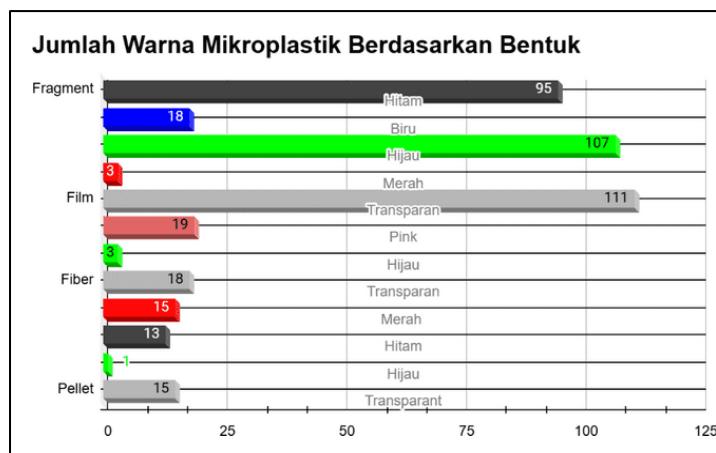
Gambar 5. Jumlah partikel mikroplastik berdasarkan bentuk



Gambar 6. Persentase bentuk partikel mikroplastik

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa bentuk partikel mikroplastik dengan persentase jumlah yang berbeda. Bentuk partikel mikroplastik yaitu *fragment*, *film*, *fiber*, dan *pellet*. Bentuk partikel mikroplastik yang memiliki bentuk *fragment* merupakan jenis yang paling banyak ditemukan yaitu dengan persentase sebesar 53,3% dengan jumlah total keseluruhan yaitu 223 partikel/200 ml. Selain itu bentuk partikel yang paling sedikit ditemukan yaitu bentuk *pellet* dengan persentase 3,6 % dengan jumlah total keseluruhan yaitu 15 partikel/200 ml.

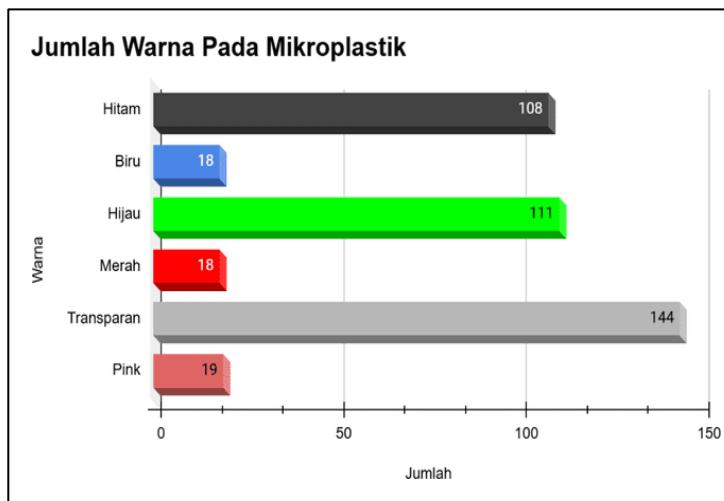
Berdasarkan hasil dari penelitian di temukanlah beberapa warna yang ditemui yaitu hitam, biru, hijau, merah, merah muda (*pink*), dan transparan. Setiap warna memiliki persentase yang berbeda - beda dan setiap bentuk mikro plastik memiliki jumlah warna yang berbeda. Warna yang ada pada mikroplastik di sebabkan karena terpapar oleh sinar matahari sehingga menyebabkan terjadinya perubahan warna mikroplastik (Brown, 2015).



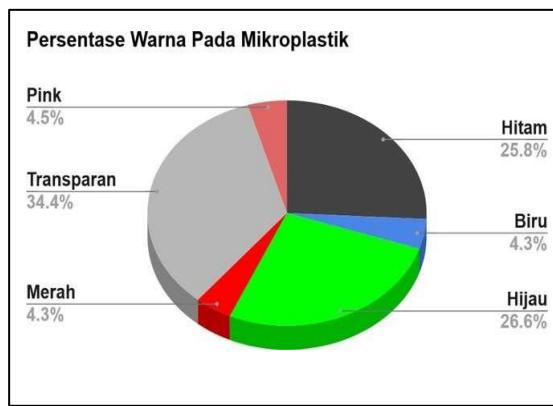
Gambar 7. Jumlah warna mikroplastik berdasarkan bentuk

Pada gambar yang ditunjukan diatas merupakan jumlah warna mikroplastik berdasarkan bentuk mikroplastik. Berdasarkan dengan perhitungan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa pada bentuk *fragment* dapat ditemukan beberapa warna yaitu hitam, biru, hijau, merah. Untuk warna hitam yang ditemukan pada bentuk *fragment* yaitu sebanyak 95 partikel, warna biru pada bentuk *fragment* sebanyak 18 partikel, warna hijau pada bentuk *fragment* sebanyak 107 partikel, dan warna merah pada bentuk *fragment* sebanyak 3 partikel. Pada bentuk mikroplastik *film* ditemukan 3 warna yaitu transparan, pink, dan hijau. Untuk warna transparan pada bentuk *film* ditemukan sebanyak 111 partikel mikroplastik, untuk warna *pink* ditemukan sebanyak 19 partikel mikroplastik, dan untuk warna hijau ditemukan sebanyak 3 partikel mikroplastik. Pada bentuk mikroplastik *fiber* ditemukan sebanyak 4 warna yaitu transparan, merah, hitam, dan hijau. Untuk warna transparan yang ditemukan pada mikroplastik bentuk *fiber* yaitu sebanyak 18 partikel, Untuk warna merah ditemukan sebanyak 15 partikel mikroplastik, untuk warna hitam ditemukan sebanyak 13 partikel mikroplastik, dan untuk

warna hijau pada bentuk ini ditemukan sebanyak 1 partikel mikroplastik. Pada mikroplastik bentuk *pellet* ditemukan hanya satu warna saja yaitu transparan dengan jumlah 15 partikel mikroplastik.



Gambar 8. Jumlah warna mikroplastik



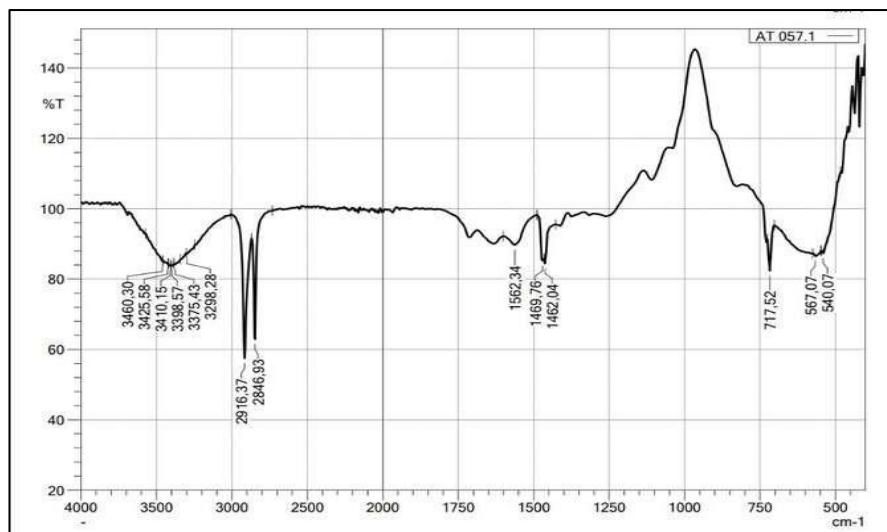
Gambar 9. Persentase warna mikroplastik

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa warna yang paling dominan yaitu transparan dengan jumlah 144 partikel atau sebesar 34.4 %, kemudian disusul oleh warna hijau dengan jumlah 111 partikel atau setara dengan 26.6 %, dan juga terdapat warna hitam dengan jumlah 108 partikel atau setara dengan 25.8 %. Untuk warna yang lain seperti biru, merah, dan juga pink memiliki jumlah dan persentase yang relatif sama dan tidak terlalu jauh yaitu untuk warna biru dengan jumlah 18 partikel atau setara dengan 4.3 %, kemudian warna merah dengan jumlah 18 partikel atau setara dengan 4.3 %, dan warna pink dengan jumlah 19 partikel atau setara dengan 4.5 %.

Berdasarkan hasil tersebutlah diketahui bahwa warna yang paling mendominasi adalah warna transparan, warna hijau, dan warna hitam sedangkan untuk warna biru, merah, dan pink tidak terlalu banyak ditemukan. Warna transparan yang ditemukan pada mikroplastik memiliki jenis polimer *polypropylene* (PP) karena pada mikroplastik dapat diidentifikasi dengan warna transparan dan jenis polimer ini banyak ditemukan di daerah perairan (Pedrotti et al., 2014). Warna transparan pada mikroplastik dapat menunjukkan seberapa lama mikroplastik tersebut telah mengalami fotodegradasi akibat sinar UV (Hiwari et al., 2019). Selain itu, warna mikroplastik dapat berasal dari berbagai sumber; misalnya, warna hitam bisa berasal dari material kendaraan atau plastik berwarna hitam (Turner, 2018).

Pada penelitian ini juga menemukan mikroplastik berwarna gelap. Warna ini bisa disebabkan oleh penambahan logam berat saat pembuatan plastik, yang mempengaruhi warna mikroplastik saat terdegradasi (Massos, 2017). Mikroplastik berwarna hitam mungkin menunjukkan bahwa mereka menyerap berbagai kontaminan dan partikel organik (Hiwari et al., 2019). Tingginya kemampuan mikroplastik hitam untuk menyerap polutan dapat mempengaruhi tekstur permukaannya. Hampir

semua mikroplastik yang ditemukan memiliki warna pekat, yang dapat digunakan sebagai indikasi awal dari massa jenis polimer polyethylene, karena polimer ini sering ditemukan di perairan. Polyethylene adalah bahan yang paling banyak digunakan untuk membuat kantong plastik (GESAMP, 2015). Secara umum, mikroplastik dengan warna gelap atau pekat belum sepenuhnya mengalami perubahan warna (Hiwari et al., 2019).



Gambar 10. Spektrum FTIR High-Density Polyethylene (HDPE)

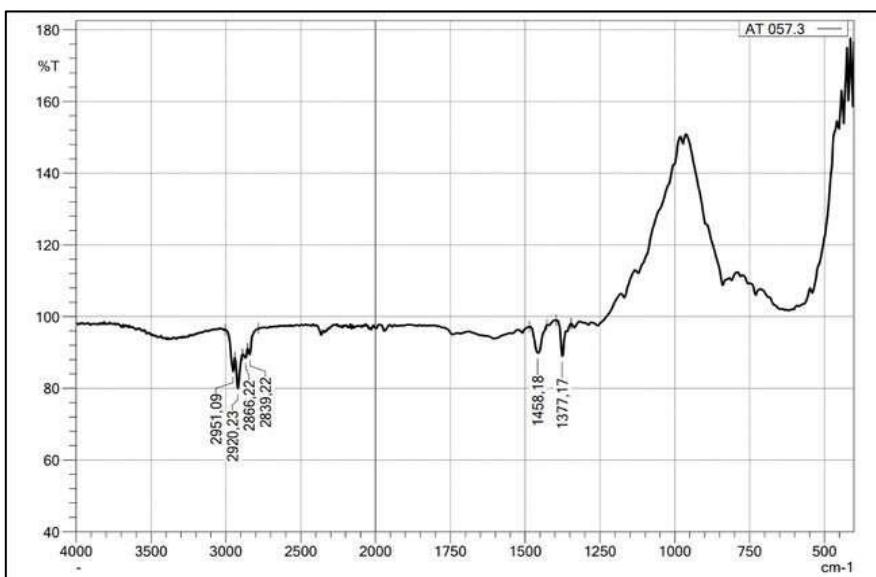
Pada spektrum FTIR yang ditampilkan, dapat diamati adanya beberapa puncak serapan khas yang mengindikasikan keberadaan HDPE. Puncak serapan pada bilangan gelombang sekitar 3460 cm^{-1} dan 3425 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur dari gugus hidroksil (-OH). Puncak serapan ini merupakan ciri khas dari polimer yang mengandung gugus hidroksil, seperti poli(vinil alkohol), atau beberapa jenis poliester.

Selanjutnya, Puncak serapan pada bilangan gelombang sekitar 2916 cm^{-1} dan 2846 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur dari ikatan C-H pada rantai alifatik. Ini adalah ciri khas dari polimer yang memiliki rantai hidrokarbon panjang, seperti polietilen (PE), polipropilen (PP), atau polimetilmetakrilat (PMMA).

Kemudian, puncak serapan pada bilangan gelombang sekitar 1462 cm^{-1} dan 1377 cm^{-1} mengindikasikan vibrasi tekuk (bending) dari ikatan C-H. Puncak ini juga umum ditemukan pada polimer seperti PE, PP, atau PMMA. Serta, puncak serapan tajam pada bilangan gelombang 2916 cm^{-1} dan 717 cm^{-1} sangat khas untuk polimer polietilen (PE), khususnya *High-Density Polyethylene* (HDPE).

Tidak ada puncak serapan yang signifikan pada daerah bilangan gelombang antara $1800\text{-}1600\text{ cm}^{-1}$, yang menunjukkan bahwa polimer ini mungkin tidak memiliki gugus karbonil (C=O) yang signifikan. Ini mendukung identifikasi polimer sebagai PE atau PP, karena kedua polimer ini tidak memiliki gugus karbonil dalam strukturnya.

Berdasarkan analisis spektra FTIR dan perbandingan dengan *library spektrum*, dapat disimpulkan bahwa mikroplastik yang teridentifikasi dalam sampel adalah jenis polimer HDPE. HDPE merupakan salah satu varian polimer yang menjadi pilihan utama untuk berbagai aplikasi praktis. Kehadirannya telah menyebar luas dalam industri kemasan, produksi botol, serta peralatan rumah tangga. Karakteristik HDPE yang kuat, tahan lama, dan mudah dibentuk menjadikannya pilihan populer bagi produsen untuk memenuhi kebutuhan konsumen secara efisien. Keberadaan HDPE dalam sampel mengindikasikan adanya kontribusi limbah plastik jenis ini terhadap pencemaran mikroplastik di lingkungan.



Gambar 11. Spektrum FTIR polipropilena (PP)

Pada spektrum FTIR yang ditampilkan, dapat diamati adanya puncak serapan pada bilangan gelombang sekitar 2951 cm^{-1} , 2920 cm^{-1} , dan 2869 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur dari ikatan C- H pada rantai alifatik. Puncak-puncak ini sangat khas untuk polimer dengan rantai hidrokarbon panjang, seperti polipropilena (PP) dan polietilena (PE).

Selanjutnya, puncak serapan pada bilangan gelombang sekitar 1458 cm^{-1} dan 1377 cm^{-1} mengindikasikan vibrasi tekuk (bending) dari ikatan C-H. Kombinasi puncak ini, terutama puncak yang tajam pada 1377 cm^{-1} , sangat khas untuk polipropilena (PP). Puncak pada 1377 cm^{-1} menunjukkan vibrasi tekuk simetris dari grup metil (-CH₃) yang merupakan ciri khas PP.

Pola spektrum secara keseluruhan, terutama kombinasi puncak pada 2951 cm^{-1} , 2920 cm^{-1} , 2869 cm^{-1} , 1458 cm^{-1} , dan 1377 cm^{-1} , sangat sesuai dengan pola spektrum polipropilena (PP). Puncak yang tajam pada 1377 cm^{-1} adalah indikator kuat keberadaan PP. Berdasarkan analisis spektra FTIR, dapat disimpulkan bahwa mikroplastik yang teridentifikasi dalam sampel adalah jenis polimer PP. PP merupakan salah satu jenis polimer yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti kemasan, peralatan rumah tangga, dan komponen otomotif. Keberadaan PP dalam sampel mengindikasikan adanya kontribusi limbah plastik jenis ini terhadap pencemaran mikroplastik di lingkungan.

Indonesia memiliki skor *Environmental Performance Index* (EPI) yang cukup rendah, yaitu 37,2, jauh dibawah 10 negara dengan skor EPI tertinggi seperti Denmark (77,9), Inggris Raya (77,7), Finlandia (76,1), Swedia (75,8), dan Malta (75,0). EPI adalah metrik komposit yang mengevaluasi kinerja keberlanjutan lingkungan hidup suatu negara berdasarkan indikator seperti kesehatan lingkungan dan vitalitas ekosistem. Skor EPI yang rendah mengindikasikan kinerja lingkungan Indonesia yang masih perlu banyak perbaikan.

Salah satu aspek yang menjadi perhatian dalam penilaian EPI adalah upaya mengurangi pencemaran mikroplastik. Berdasarkan data yang diperoleh dari sumber-sumber kredibel, 9 dari 10 negara dengan skor EPI tertinggi telah memiliki regulasi atau kebijakan yang melarang atau membatasi penggunaan mikroplastik, terutama dalam produk kosmetik dan perawatan pribadi. Hal ini dilakukan untuk mengurangi pencemaran mikroplastik di lingkungan laut dan ekosistem.

Sebagai contoh, Denmark melarang penggunaan mikroplastik dalam produk kosmetik sejak 2019 (Larsson, 2019). Inggris Raya melarang mikroplastik dalam produk perawatan pribadi sejak 2018 (GOV.UK, 2018). Sementara itu, Finlandia, Swedia, Malta, Belanda, Prancis, Austria, dan Spanyol mengikuti larangan Uni Eropa yang melarang penggunaan mikroplastik dalam produk kosmetik sejak 2022 (European Commission, 2022).

Sementara itu, Indonesia belum memiliki regulasi atau larangan khusus terkait penggunaan microbeads dalam produk kosmetik dan perawatan pribadi. Namun, Indonesia memiliki regulasi terkait pengelolaan sampah plastik secara umum dalam Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang

Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2022). Meskipun demikian, regulasi tersebut tidak secara spesifik mengatur larangan penggunaan microbeads. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia masih tertinggal dalam upaya mengurangi pencemaran mikroplastik secara khusus jika dibandingkan dengan negara-negara berskor EPI tertinggi.

Untuk meningkatkan kinerja lingkungan dan menjadi benchmark dengan negara-negara maju, Indonesia perlu menyusun regulasi atau kebijakan yang secara spesifik melarang atau membatasi penggunaan mikroplastik, khususnya dalam produk kosmetik dan perawatan pribadi. Langkah ini penting untuk melindungi lingkungan laut dan ekosistem dari pencemaran mikroplastik yang dapat berdampak buruk bagi kehidupan laut dan kesehatan manusia dalam jangka panjang.

Pencemaran mikroplastik di perairan laut telah menjadi masalah lingkungan yang semakin mengkhawatirkan. Untuk mengatasi masalah ini, berbagai teknologi telah dikembangkan oleh para peneliti dari berbagai institusi di seluruh dunia. Salah satu teknologi yang ada yaitu membran filtrasi nanokomposit yang dikembangkan oleh peneliti *King Abdullah University of Science and Technology* (KAUST), Arab Saudi (Adeleye et al., 2021). Teknologi ini menggunakan membran filtrasi yang terbuat dari campuran polimer dan nanopartikel magnetik. Membran nanokomposit ini memiliki ukuran pori yang sangat kecil, sehingga dapat menangkap dan menyaring partikel mikroplastik dari air laut atau air limbah. Ketika air mengalir melalui membran, partikel mikroplastik akan tertahan, sementara air yang telah tersaring akan melewati membran. Nanopartikel magnetik dalam membran juga membantu meningkatkan kinerja filtrasi dan memudahkan proses pembersihan membran. Membran ini mampu menghilangkan hingga 98% mikroplastik dari air laut.

Selain itu teknologi bioremediasi dengan menggunakan bakteri pencerna plastik juga telah di eksplorasi. Peneliti dari *Chalmers University of Technology* di Swedia (Taniguchi et al., 2019) telah mengidentifikasi bakteri *Ideonella sakaiensis* yang dapat mendegradasi plastik jenis polietilen tereftalat (PET). Meskipun masih dalam tahap penelitian, teknologi ini berpotensi untuk mengurangi akumulasi mikroplastik di lingkungan laut.

Teknologi ini memanfaatkan kemampuan bakteri tertentu, seperti *Ideonella sakaiensis*, untuk mendegradasi atau menguraikan plastik secara biologis. Bakteri ini memproduksi enzim yang dapat memecah ikatan kimia dalam polimer plastik, seperti polietilen tereftalat (PET). Dengan menggunakan bakteri ini, mikroplastik di perairan laut dapat didegradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana dan kurang berbahaya.

Teknologi oksidasi lanjut juga telah diteliti oleh Universitas Osaka di Jepang (Ushio et al., 2021). Sistem ini terbukti efektif dalam mendegradasi mikroplastik jenis polipropilena (PP) dan polivinil klorida (PVC) di air laut, dengan tingkat degradasi mencapai 95% dalam waktu 2 jam. Teknologi ini menggunakan ozon (O₃) sebagai oksidan kuat untuk mengoksidasi dan mendegradasi mikroplastik di air laut. Ozon dihasilkan melalui proses elektrik dan kemudian diinjeksikan ke dalam air yang mengandung mikroplastik. Ozon bereaksi dengan molekul mikroplastik, memecah ikatan kimia, dan menguraikannya menjadi senyawa yang lebih sederhana dan kurang berbahaya.

Disisi lain, Universitas Aalborg di Denmark (Nguyen et al., 2019) telah merancang perangkap mikroplastik berbentuk sistem vortex yang memanfaatkan gaya sentrifugal untuk memisahkan mikroplastik dari air. Air yang mengandung mikroplastik dialirkan melalui sistem vortex, yang menciptakan pusaran air berputar. Gaya sentrifugal dari pusaran ini akan menyebabkan partikel mikroplastik, yang lebih berat dibandingkan air, terlempar ke dinding perangkap dan terpisah dari air. Sistem ini memiliki efisiensi pengumpulan hingga 90 %.

Kemudian berdasarkan penelitian Dai et al 2019, sistem pirolisis termal untuk mitigasi mikroplastik dirancang sebagai salah satu solusi efektif untuk mengelola sampah plastik dan mengurangi pencemaran laut oleh mikroplastik. Proses ini melibatkan pemanasan sampah plastik pada suhu tinggi, berkisar antara 500 – 900°C dalam ruang tanpa oksigen (kondisi inert). Pada tahap awal, sampah plastik dikumpulkan dan dipisahkan dari bahan lainnya. Kemudian, plastik dihancurkan menjadi potongan atau serpihan kecil untuk meningkatkan luas permukaan dan memfasilitasi proses pemanasan yang lebih efisien. Potongan plastik ini kemudian dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis. Reaktor pirolisis dirancang khusus untuk menciptakan lingkungan tanpa oksigen dan mempertahankan suhu operasi yang diperlukan. Sumber panas eksternal, seperti pemanas listrik atau tungku pembakaran, digunakan untuk memanaskan reaktor hingga mencapai suhu yang diinginkan. Ketika sampah plastik

terpanas dalam lingkungan tanpa oksigen, ikatan polimer dalam plastik akan terputus melalui proses pemanasan yang terkontrol. Ini menghasilkan campuran gas hidrokarbon, cairan, dan residu padat. Dengan mengonversi sampah plastik menjadi bentuk lain yang lebih ramah lingkungan, risiko penyebaran mikroplastik ke laut dapat diminimalisir.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan beserta pembahasan penelitian yang disampaikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Range konsentrasi mikroplastik di Pantai Congot Kulon Progo berdasarkan perhitungan dari NOAA dan studi sensitivitas menjadi 1672 partikel/L - 2508 partikel/L, hasil tersebut dikategorikan sebagai tingkat pencemaran level darurat menurut *Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter in the ocean* (GESAMP).
2. Karakteristik mikroplastik yang ditemukan meliputi bentuk *fragment* (53,3%), *film* (31,8%), *fiber* (11,2%), dan *pellet* (3,6%). Warna mikroplastik yang dominan adalah transparan (34,4%), hijau (26,6%), dan hitam (25,8%).
3. Jenis polimer mikroplastik yang teridentifikasi adalah *High-Density Polyethylene* (HDPE), dan *Polypropylene* (PP).

Daftar Pustaka

Chatterjee, S., & Sharma, S. 2019. *Microplastics in our oceans and marine health. Field Actions Science Reports. The Journal of Field Actions*, (Special Issue 19), 54-61.

Debroy, A., George, N., & Mukherjee, G. 2022. *Role of biofilms in the degradation of microplastics in aquatic environments. Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 97(12), 3271-3282.

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). 2016. *Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. Efsa Journal*, 14(6), e04501.

Fitriyah, A., Syafrudin, S., & Sudarno, S. 2022. Identifikasi Karakteristik Fisik Mikroplastik di Sungai Kalimas, Surabaya, Jawa Timur. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(3), 350-357.

Hanif, K. H., Suprijanto, J., & Pratikto, I. 2021. Identifikasi Mikroplastik di Muara Sungai Kendal, Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*, 10(1), 1- 6.

Harpah, N., Suryati, I., Leonardo, R., Risky, A., Ageng, P., & Addauwiyah, R. 2020. Analisa jenis, bentuk dan kelimpahan mikroplastik di sungai sei sikambing medan. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 20(2), 108-115.

La Dia, W. O. N. A., Kantun, W., & Kabangnga, A. 2021. Analisis Kandungan Mikroplastik pada Usus Ikan Tuna Mata Besar (*Thunnus obesus*) yang Didaratkan di Pelabuhan Ikan Wakatobi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(2), 333-343.

Sulastri, A., Utomo, K. P., Febriyanti, S. V., & Fakhrana, D. 2023. Identifikasi Kelimpahan dan Bentuk Mikroplastik Pada Sedimen Pantai Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(2), 376-380.

GESAMP. 2019. *Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean*. (Kershaw, P.J., Turra, A., & Galgani, F., eds.). (GESAMP Reports and Studies No. 99). IMO/FAO/UNESCO- IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection.

Maharani, M. D. 2019. *Teknik Pengukuran Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Dan Sedimen Di Balai Riset Dan Observasi Laut, Bali* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

Rofiqoh, A. A. 2020. Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Usus Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus. 1758) di Waduk Sutami Kabupaten Malang, Jawa Timur (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

Ratnasari, I. 2017. Identifikasi Jenis dan Jumlah Mikroplastik pada Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*) di Perairan Air Payau Semarang. Semarang: Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata.

Prabowo, N. P. 2020. Identifikasi Keberadaan dan Bentuk Mikroplastik Pada Sedimen dan Ikan di Sungai Code, d. *Iyogyakarta. Skripsi Yogyakarta, Universitas Islam Indonesia.*

European Commission. (2022). *Microplastics banned in products on the European market.* Diakses pada 5 Juni 2024, pukul 19.30 WIB. Dari URL Website: https://ec.europa.eu/environment/topics/plastics/microplastics_en.

Federal Office for the Environment FOEN. (2022). Mikroplastik. Diakses pada 8 Juni 2024, pukul 20.47 WIB, dari URL Website: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/dossiers/miksroplastik.html>.