

Microplastic Identification and Density In Coastal Sediments of Manado Bay

(Identifikasi dan Kepadatan Mikroplastik di Pesisir Teluk Manado)

**Angelyca P. Novadah, Natalie D.C. Rumampuk*, Nickson J. Kawung,
Royke M. Rampengan, James J. H. Paulus, Darus S. J. Paransa**

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara.

*Penulis Korespondensi: detv.natalie@unsrat.ac.id

ABSTRACT

Most plastics originating from anthropogenic activities generate plastic waste in aquatic environments, which is difficult to degrade even when floating on the surface, suspended in the water column, or deposited in sediment. The increasing volume of plastic waste in marine waters requires global attention to develop rapid and effective solutions for managing plastic pollution. Microplastics are small plastic particles measuring less than 5 mm, and due to their small size, they are difficult to detect. Microplastics are categorized into two types: secondary microplastics and primary microplastics. This study aims to identify the types and quantify the density of microplastics based on their types and colors. Sediment samples were collected at two stations: station 1, located at the Tondano River estuary, and station 2, located on the coast of Mandolang Beach. The characteristics and density of microplastics were determined through sampling using a 50 meter transect line. The identification of shapes and colors and the counting of microplastics were conducted using a microscope. The results of this study show that Manado Bay is accumulated with microplastics characterized by three types fragments, fibers, and films and exhibiting colors such as black, blue, red, green, and white. The average microplastic density at station 1 was 73.33 particles/kg, and at station 2 was 44.67 particles/kg, indicating the average number of microplastics found in each kilogram of sediment sample from both stations. This finding indicates that the coastal area of Manado Bay has a considerable accumulation of microplastics.

Keywords: microplastic, sediment, density, coast of Manado Bay, types of microplastic

ABSTRAK

Sebagian besar plastik dari aktivitas antropogenik menghasilkan sampah plastik di lingkungan perairan, yang sulit terurai meskipun berada di permukaan, tersuspensi di kolom air, maupun mengendap di sedimen. Bertambahnya volume sampah plastik di perairan laut memerlukan perhatian global untuk mendapatkan solusi cepat dan efektif untuk penanganan pencemaran sampah plastik. Mikroplastik merupakan partikel plastik kecil yang berukuran <5 mm, dengan ukuran yang kecil mikroplastik sulit dideteksi. Mikroplastik terbagi menjadi dua yaitu mikroplastik sekunder dan mikroplastik primer. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan menghitung kepadatan mikroplastik, dengan mengidentifikasi berdasarkan jenis dan warna. Sampel sedimen diambil di 2 stasiun, stasiun 1 terletak di muara Sungai Tondano, stasiun 2 terletak di pesisir Pantai Mandolang. Karakteristik dan kepadatan mikroplastik ditentukan melalui pengambilan sampel yang dilakukan dengan metode garis transek sepanjang 50 meter. Identifikasi bentuk dan warna serta perhitungan jumlah mikroplastik dilakukan menggunakan mikroskop. Berdasarkan hasil dari penelitian ini diketahui Teluk Manado terakumulasi mikroplastik dengan karakteristik berdasarkan jenis berupa fragmen, fiber, dan film serta mikroplastik yang ditemukan memiliki warna hitam, biru, merah, hijau, dan putih. Kepadatan mikroplastik rata-rata pada Stasiun 1 sebesar 73,33 partikel/kg dan pada Stasiun 2 sebesar 44,67 partikel/kg, yang menunjukkan jumlah rata-rata mikroplastik dalam setiap 1 kilogram sampel sedimen di masing-masing stasiun. Temuan ini menunjukkan bahwa kawasan pesisir Teluk Manado terdapat akumulasi mikroplastik yang cukup signifikan.

Kata kunci: mikroplastik, sedimen, kepadatan, pesisir Teluk Manado, jenis mikroplastik

PENDAHULUAN

Penggunaan plastik yang tinggi disebabkan oleh sifatnya yang murah, tahan lama, dan ringan, sehingga memberikan banyak keuntungan dan kemudahan bagi manusia (Boucher & Friot, 2017; Jamika *et al.*, 2023). Sebagian besar plastik yang berasal dari aktivitas antropogenik menjadi sampah plastik di lingkungan perairan, yang sulit terurai meskipun berada di permukaan, tersuspensi di kolom air, maupun mengendap di sedimen. Sifat plastik yang tidak mudah terurai secara alami menjadikannya salah satu polutan lingkungan yang paling berbahaya serta berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan (Suripatty *et al.*, 2023). Sampah plastik mengalami proses degradasi dan fragmentasi akibat faktor kimia dan fisika, sehingga ukurannya mengecil seiring waktu (Yona *et al.*, 2020).

Pencemaran plastik di laut yang terus meningkat kini menjadi perhatian global yang memerlukan solusi cepat dan efektif. Data Bank Dunia pada tahun 2012, timbunan limbah padat termasuk limbah plastik di kota-kota dunia mencapai 1,3 miliar ton per tahun. Jumlah ini diprediksi meningkat menjadi 2,2 miliar ton pada tahun 2025. Selain itu, negara-negara berpenghasilan rendah akan mengalami peningkatan dua kali lipat dalam dua dekade mendatang. Hal ini berdampak pada biaya pengelolaan limbah padat yang juga meningkat, dari 205,4 miliar dollar AS per tahun menjadi sekitar 375,5 miliar dollar AS pada 2025, karena itu pencemaran plastik di laut merupakan ancaman serius bagi keberlangsungan bumi, dan memerlukan perubahan perilaku serta

kebijakan yang berkelanjutan (Wahyudin & Afriansyah, 2020).

Pengelompokan sampah laut atau *marine debris* ada 4 yaitu, megadebris (>100 mm), makrodebris (20-100 mm), mesodebris (5-20 mm), dan mikrodebris (0.3-5 mm) (Hastuti *et al.*, 2014). Mikroplastik merupakan partikel plastik kecil yang berukuran <5 mm, dengan ukuran yang kecil mikroplastik sulit dideteksi. Adapun kategori sampah plastik berdasarkan ukuran yaitu, makroplastik (>25 mm), mesoplastik (5-25 mm), dan mikroplastik (<5 mm) (Koehler *et al.*, 2015). Mikroplastik mempunyai sifat persisten (dapat bertahan lama di lingkungan) dan mengandung senyawa toksik serta bersifat karsinogenik, karsinogenik merupakan senyawa yang dapat berpotensi mengakibatkan kanker (Ambarsari, 2022).

Mikroplastik telah ditemukan di berbagai wilayah laut, mulai dari kawasan pesisir, permukaan laut, hingga di dalam perairan laut. Kawasan pesisir pantai merupakan daerah yang banyak berbagai aktivitas, salah satunya berasal dari area pemukiman, dikarenakan aktivitas tersebut dapat memberikan kontribusi yang besar terhadap pencemaran sampah yang masuk ke daerah pesisir pantai. Sampah laut yang masuk ke daerah pesisir pantai akan mengendap di sedimen dan menimbulkan akumulasi mikroplastik pada lapisan sedimen. Menurut Susanto *et al.* (2023), sedimen mengandung lebih banyak mikroplastik dari pada habitat muara atau pantai berpasir.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai akumulasi mikroplastik pada sedimen di dua lokasi

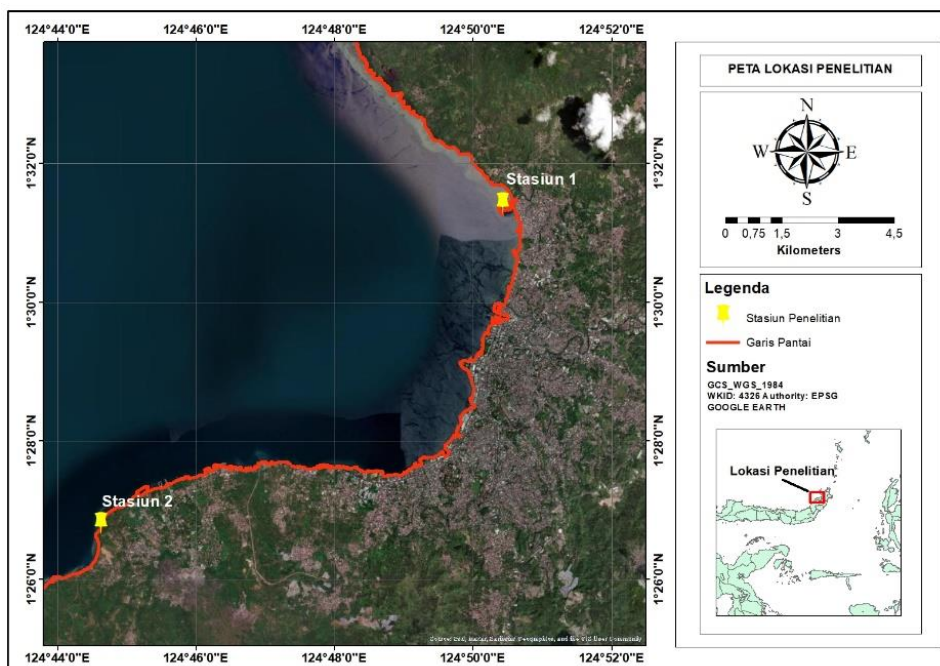
berbeda di wilayah pesisir Teluk Manado, yaitu Muara Sungai Tondano, dan Pesisir Pantai Mandolang. Kedua lokasi ini dipilih karena memiliki karakteristik lingkungan dan aktivitas antropogenik yang berbeda, yang diduga berkontribusi terhadap tingkat akumulasi mikroplastik di sedimen. Oleh karena itu, diperlukan identifikasi jenis mikroplastik berdasarkan bentuk dan warna serta analisis kepadatan mikroplastik di setiap lokasi sebagai langkah awal untuk memahami tingkat akumulasi dan sebarannya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah yang berguna sebagai dasar pengelolaan lingkungan pesisir dan upaya mitigasi pencemaran mikroplastik di Teluk Manado.

METODE PENELITIAN

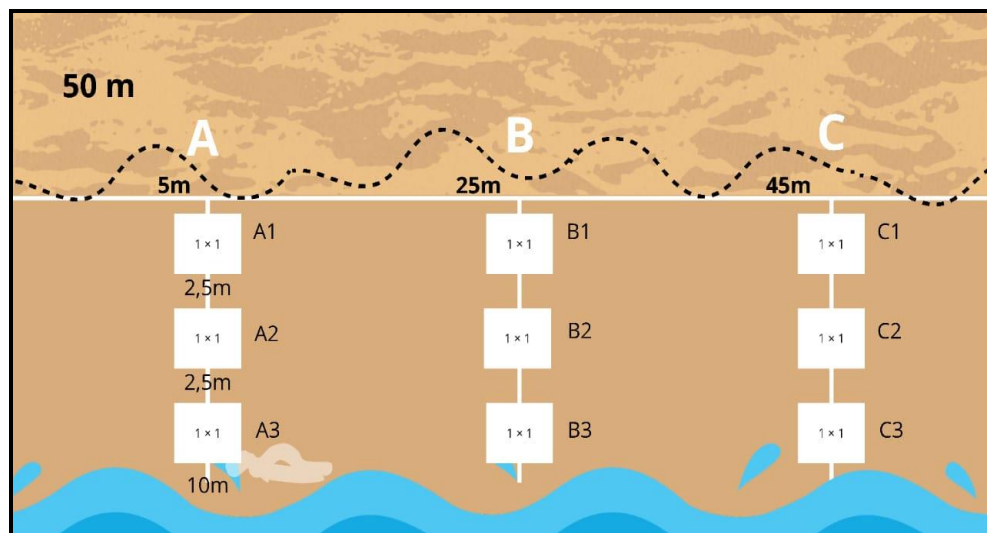
Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan

Januari hingga Juli 2025, dengan pengambilan sampel di Pesisir Teluk Manado. Titik sampling ditetapkan pada dua stasiun, yaitu Stasiun 1 di Muara Sungai Tondano ($1^{\circ}30'5.26''\text{LU}$; $124^{\circ}50'25.05''\text{BT}$) dan Stasiun 2 di Pesisir Pantai Mandolang ($1^{\circ}26'48.72''\text{LU}$; $124^{\circ}44'37.65''\text{BT}$). Pemilihan dua stasiun ini dianggap mewakili kondisi Teluk Manado karena Stasiun 1 berada di wilayah muara sungai yang menjadi jalur utama masuknya limbah antropogenik dari daratan, sedangkan Stasiun 2 terletak di wilayah pesisir terbuka yang mencerminkan kondisi perairan yang terpapar arus laut. Dengan demikian, kedua lokasi ini dapat menggambarkan variasi distribusi mikroplastik yang berasal dari daratan maupun yang tersebar oleh dinamika oseanografi di Teluk Manado. (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel



Gambar 2. Ilustrasi pengambilan sampel di setiap stasiun

Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan menggunakan metode line transek (Mauludy *et al.*, 2019). Kegiatan ini dilaksanakan saat kondisi perairan berada pada surut terendah, dan sampel diambil pada bagian strandline. Strandline merupakan garis yang terbentuk saat pasang tertinggi dan membekas pada sedimen (Costa *et al.*, 2010). Penarikan line transek dilakukan sepanjang 50 m sejajar garis pantai, kemudian dibagi menjadi tiga titik pada jarak 5 m, 25 m, dan 45 m. Pada setiap titik, ditarik garis tegak lurus ke arah laut sepanjang 10 m. Sepanjang garis tersebut, kuadran berukuran 1 × 1 m diletakkan pada interval setiap 2,5 m. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada permukaan pasir menggunakan sekop stainless steel dengan kedalaman sekitar 10 cm. Pada setiap kuadran, diambil sedimen sebanyak 1 kilogram sebagai sampel untuk dianalisis lebih lanjut (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012). Ilustrasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 2.

Preparasi Sampel

Preparasi sampel dilakukan melalui tahapan pengeringan menggunakan oven dengan pada suhu 90°C hingga sedimen benar-benar kering dan penyaringan menggunakan saringan *mesh* 4 (5 mm) dan disaring kembali dengan menggunakan saringan *mesh* 60 (0,25 mm). Pemisahan partikel mikroplastik berdasarkan perbedaan densitas menggunakan larutan NaCl jenuh, pemisahan bahan organik seperti hewan, serpihan daun, dan ranting dengan larutan H₂O₂ 30% direndam selama 24 jam tujuannya agar bahan organik dapat terurai, sehingga tidak mengganggu dalam proses pengamatan dengan menggunakan mikroskop.

Identifikasi Mikroplastik

Sampel selanjutnya diamati menggunakan mikroskop stereo tipe Olympus SZ-51 dengan pembesaran 40x untuk mengidentifikasi partikel mikroplastik berdasarkan bentuk. Pengamatan dilakukan untuk mencatat karakteristik visual mikroplastik, seperti warna, dan bentuk.

Sampel mikroplastik pada sedimen kemudian dianalisis dan dihitung kepadatannya untuk mengetahui berapa banyak mikroplastik yang terdapat. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2024), kepadatan mikroplastik pada sedimen dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kepadatan Mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah Mikroplastik (Partikel)}}{\text{Berat Sedimen (Kg)}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Mikroplastik

Berdasarkan pengamatan pada sampel sedimen di wilayah Muara Sungai Tondano dan Pesisir Pantai Mandolang, mikroplastik yang ditemukan berbeda-beda baik dari jumlah maupun jenis. Adapun jenis mikroplastik yang ditemukan pada semua stasiun yaitu fragmen, fiber dan film. Hasil pengamatan terhadap mikroplastik yang paling dominan ditemukan pada semua stasiun adalah fiber kemudian fragmen dan paling sedikit film. Mikroplastik jenis fiber (Gambar 3b) ditemukan diseluruh stasiun pengamatan, dimana memiliki bentuk tipis dan memanjang, berasal dari serat plastik, berwarna hitam, biru, merah, putih dan terdeteksi di semua lokasi pengamatan. Ambarsari, (2022) mengemukakan bahwa bentuk fiber menyerupai serabut halus yang mirip dengan jaring nelayan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Nainggolan *et al.* (2022), bahwa fiber merupakan serat plastik memanjang yang berasal dari jaring, tali, serta serat dari kain sintetis yang terdegradasi. Banyaknya mikroplastik berbentuk fiber di seluruh stasiun pengamatan diduga berkaitan erat dengan intensitas aktivitas masyarakat di sekitar

lokasi tersebut, terutama penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari. Aktivitas masyarakat seperti mencuci pakaian berbahan sintetis, penggunaan alat tangkap ikan berbahan plastik, serta pembuangan sampah domestik yang tidak terkelola dengan baik, turut berkontribusi terhadap masuknya mikroplastik fiber ke lingkungan perairan, dengan demikian dapat dikatakan bahwa faktor antropogenik memiliki peran besar dalam penyebaran mikroplastik pada lokasi pengamatan.

Berdasarkan hasil identifikasi, fragmen (Gambar 3a) memiliki bentuk yang tidak beraturan serta beragam warna hitam, biru, merah dan hijau, mencerminkan sumber asalnya yang bervariasi. Mauludy *et al.* (2019) dan Yunanto *et al.* (2021), mengemukakan mikroplastik jenis fragmen mempunyai bentuk tidak beraturan yang berasal dari pecahan produk plastik dimana memiliki struktur polimer sintetis yang kuat. Pernyataan serupa juga diungkapkan oleh Dewi *et al.* (2015), yang menjelaskan bahwa fragmen merupakan mikroplastik yang berasal dari proses fragmentasi produk plastik yang lebih besar, seperti wadah kemasan, peralatan rumah tangga, atau sampah plastik lainnya. Keberadaan fragmen di semua lokasi pengamatan mengindikasikan tingginya tekanan antropogenik di kawasan tersebut, terutama dari limbah plastik domestik dan aktivitas masyarakat yang menghasilkan sampah plastik dalam jumlah besar. Hal ini menunjukkan bahwa fragmen merupakan bentuk mikroplastik yang umum dijumpai akibat degradasi sampah plastik makro yang belum terkelola dengan baik di lokasi pengamatan. Mikroplastik jenis film

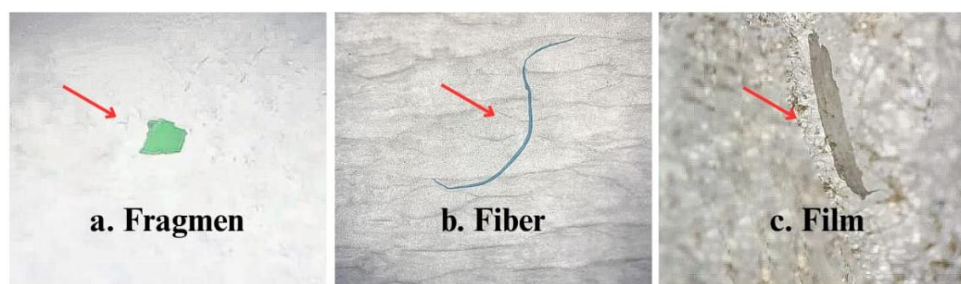
(Gambar 3c) ditemukan di semua stasiun pengamatan, meskipun jumlahnya relatif lebih sedikit dibandingkan dengan jenis fiber dan fragmen. Berdasarkan hasil pengamatan, film memiliki bentuk berupa lapisan tipis yang umumnya berasal dari kantong plastik dan cenderung bersifat transparan. Viršek *et al.* (2016), menjelaskan bahwa mikroplastik jenis film memiliki bentuk tidak beraturan, dan jika dibandingkan dengan fragmen, film cenderung lebih tipis, lentur, serta transparan. Hal ini diperkuat oleh Imanuel *et al.* (2022), yang menyatakan bahwa film berasal dari degradasi sampah plastik tipis seperti tas belanja, yang hancur seiring waktu karena sifatnya yang ringan dan mudah mengapung. Demikian juga Dewi *et al.* (2015), mengemukakan bahwa film tergolong sebagai polimer plastik sekunder yang terbentuk dari pecahan kantong plastik atau plastik kemasan, dan memiliki densitas yang rendah. Dibandingkan dengan jenis mikroplastik lainnya film memiliki densitas yang lebih rendah.

Kepadatan Mikroplastik

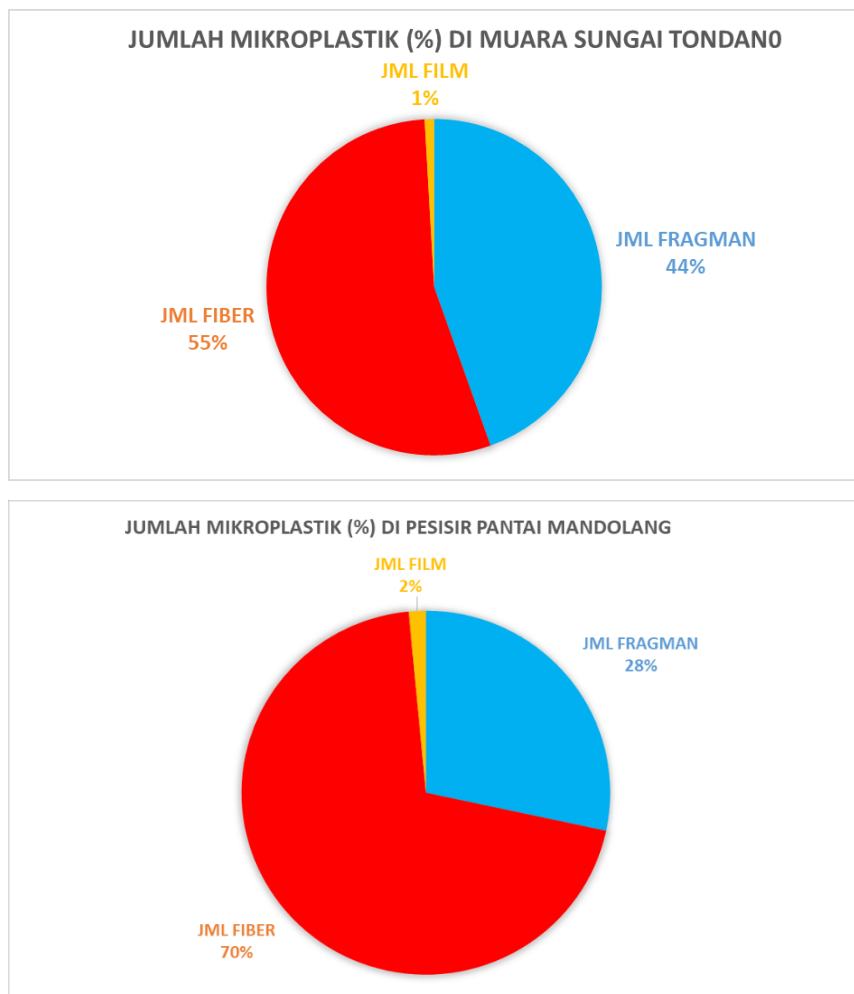
Data jumlah mikroplastik ditampilkan dalam bentuk presentase dapat dilihat pada Gambar 4. Jumlah total partikel pada sembilan kuadran masing-masing berisikan 1kg sedimen disetiap stasiun, dengan nilai

rata-rata kepadatan pada stasiun 1 berjumlah 73,33 partikel/kg, dan stasiun 2 nilai kepadatan berjumlah 44,67 partikel/kg. Mikroplastik yang ditemukan berbeda-beda dari jumlah yang ditemukan pada setiap stasiun, pada stasiun 1 fragmen dengan presentase sebesar 44%, lalu fiber 55% dan film 1%. Mikroplastik pada stasiun 2 memiliki nilai presentase fragmen 28%, selanjutnya fiber memiliki nilai presentase 70% dan film 2%.

Keberadaan mikroplastik di stasiun 1 (Muara Sungai Tondano) menunjukkan bahwa fiber dan fragmen merupakan jenis yang paling dominan dan tersebar merata diseluruh kuadran, sedangkan keberadaan film yang hanya satu persen. Banyaknya mikroplastik yang ditemukan pada stasiun 1 (Muara Sungai Tondano) diduga disebabkan oleh aktivitas perikanan yaitu kegiatan penangkapan ikan oleh nelayan yang berasal dari alat tangkap yang terdegradasi juga adanya masukan antropogenik dari sungai dan laut itu sendiri. Disamping itu Labibah & Triajie, (2020) mengemukakan mikroplastik dapat masuk dan tersebar ke perairan dikarenakan beberapa faktor salah satunya arus dan pasang surut. Menurut Joesidawati, (2018), arus pantai dan transportasi angin dapat berkontribusi pada



Gambar 3. Karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuknya: a. Fragmen; b. Fiber; c. Film



Gambar 4. Persentase partikel mikroplastik pada 2 stasiun

sebaran mikroplastik yang lebih tinggi di mulut sungai dan berdekatan pantai. Penelitian yang dilakukan di tempat yang sama oleh Imanuel *et al.* (2022), menunjukkan masuknya limbah antropogenik berupa kantong plastik, botol serta adanya aktivitas nelayan setempat yang merupakan sumber pencemaran mikroplastik. Pencemaran mikroplastik di Muara Sungai Tondano akibat limbah domestik seperti kantong plastik, botol serta adanya nelayan setempat yang

menggunakan jaring atau tali. Selanjutnya Laila *et al.* (2020), mengemukakan limbah kosmetik yang dihasilkan oleh warga sekitar memiliki kontribusi dalam meningkatkan kelimpahan mikroplastik di sungai.

Tingginya jumlah fiber pada stasiun 2 (Pesisir Pantai Mandolang) selain berasal dari aktivitas nelayan setempat, khususnya penggunaan alat tangkap berbahan plastik yang telah mengalami proses degradasi dan fragmentasi akibat paparan sinar matahari, juga akibat pengaruh arus dan gelombang

laut. Ambarsari (2022) menyatakan bahwa distribusi mikroplastik sangat memengaruhi tingkat dominansinya dalam sedimen, di mana jenis fiber cenderung lebih melimpah di area yang memiliki aktivitas perikanan yang tinggi. Hal ini juga diperkuat oleh Dewi *et al.* (2015), yang menemukan keberadaan mikroplastik jenis fiber dalam sedimen di Muara Badak, Kartanegara suatu kawasan pesisir yang juga didominasi oleh kegiatan nelayan.

KESIMPULAN

Ditemukan 3 jenis mikroplastik pada sedimen di setiap stasiun pada Teluk Manado yaitu, fragmen, fiber, dan film, dengan berbagai warna yang meliputi warna hitam, biru, merah, hijau, dan putih. Jenis mikroplastik yang paling dominan yaitu fiber dari hasil degradasi jaring nelayan, tali dan juga kain sintesis yang berasal dari nelayan setempat dan juga pemukiman yang berada dekat dengan stasiun. Kepadatan mikroplastik rata-rata di stasiun 1 sebesar 73,33 partikel/kg, sedangkan di stasiun 2 sebesar 44,67 partikel/kg, temuan ini menunjukkan bahwa kawasan pesisir Teluk Manado terdapat akumulasi mikroplastik yang cukup signifikan, sehingga diperlukan upaya pengelolaan limbah berbasis masyarakat dan penguatan praktik perikanan yang lebih ramah lingkungan untuk meminimalkan masuknya mikroplastik ke ekosistem pesisir.

DAFTAR PUSTAKA

Ambarsari, D. A. 2022. Kajian Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen di Wilayah Perairan Laut Indonesia. *Oseana*, 47(1), 20–28.

- Boucher, J., Friot, D. 2017. Primary microplastics in The Oceans: A Global Evaluation of Sources. IUCN International Union for Conservation of Nature. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en>
- Costa, M. F., Ivar do Sul, J. A., Silva-Cavalcanti, J. S., Araújo, M. C. B., Spengler, Â., Tourinho, P. S. 2010. On The Importance of Size of Plastic Fragments and Pellets on The Strandline: A Snapshot of A Brazilian Beach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 168(1–4), 299–304. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-1113-4>
- Dewi, I., Budiarsa, A. A., Ritonga, I. R. 2015. Distribusi mikroplastik pada Sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, 4(3), 121-131 <https://doi.org/10.13170/depik.4.3.2888>
- Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Pesisir dan Laut. 2024. Pedoman Pemantauan Sampah Mikroplastik di Laut. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Hastuti, A. R., Yulianda, F., Wardiatno, Y. 2014. Distribusi Spasial Sampah Laut di Ekosistem Mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonorowo Wetlands*, 4(2), 94–107.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., Thiel, M. 2012. Microplastics in The Marine Environment: A Review of The Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science & Technology*, 46(6), 3060–3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>
- Immanuel, T., Pelle, W. E., Schadu, J. N. W., Paulus, J. J. H., Rumampuk, N. D. C., Sangari, J. R. R. 2022. The Form and Distribution of Microplastic in Sediment and Water Columns of Manado Bay, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(2), 336-343. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.42085>

- Jamika, F. I., Razak, A., Kamal, E. 2023. Dampak Pencemaran Mikroplastik di Wilayah Pesisir dan Kelautan. *Jurnal Pasir Laut*, 7(1), 1–5.
- Joesidawati, M. I. 2018. Pencemaran Mikroplastik di Sepanjang Pantai Kabupaten Tuban, 3(1), 8–15.
- Koehler, A., Anderson, A., Andrady, A., Arthur, C., Baker, J., Bouwman, H., Gall, S., Hidalgo-Ruz, V., Köhler, A., Law, K. L., Leslie, H., Kershaw, P., Pahl, S., Potemra, J., Ryan, P., Shim, W. J., Thompson, R., Hideshige Takada, Turra, A., Wyles, K. 2015. Sources, Fate and Effects of Microplastics in The Marine Environment: A Global Assessment (Unpublished). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3803.7925>
- Labibah, W., Triajie, H. 2020. Keberadaan Mikroplastik pada Ikan Swaggi (*Priacanthus tayenus*), Sedimen dan Air Laut di Perairan Pesisir Brondong, Kabupaten Lamongan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(3), 351–358. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i3.8563>
- Laila, Q. N., Purnomo, P. W., Jati, O. E. 2020. Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen di Desa Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(1), 28–35. <https://doi.org/10.14710/jpl.2020.30524>
- Layn, A. A., Emiyarti, Ira. 2020. Distribusi Mikroplastik pada Sedimen di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut (Jurnal Ilmu Kelautan)*, 5(2), 115-122. <https://doi.org/10.33772/jsl.v5i2.12165>
- Mauludy, M. S., Yunanto, A., Yona, D. 2019. Microplastic Abundances in The Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), 73-78. <https://doi.org/10.22146/jfs.45871>
- Nainggolan, D. H., Indarjo, A., Suryono, C. A. 2022. Mikroplastik Yang Ditemukan di Perairan Karangjahe, Rembang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 11(3), 374–382. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i3.35021>
- Suripatty, G., Rumampuk, N. D. C., Rumengan, I. F. M., Mangindaan, R. E. P., Kawung, N. J., Kemer, K. 2023. Karakteristik dan Kepadatan Mikroplastik pada Sedimen Pantai Liang Pulau Bunaken. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 11(3), 264–273. <https://doi.org/10.35800/jplt.11.3.2023.53377>
- Susanto, C. A. Z., Fitria, S. N., Purwaningrum, D., Fadila, M. D., Triajie, H., Chandra, A. B. 2023. Kajian kelimpahan Mikroplastik pada Berbagai Tekstur Sedimen di Kawasan Pantai Wisata Mangrove Desa Labuhan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 3(4), 143–150. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i4.18001>
- Viršek, M., Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P., Kržan, A. 2016. Protocol for Microplastics Sampling on The Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments*, 118, 55161. <https://doi.org/10.3791/55161>
- Wahyudin, G. D., Afriansyah, A. 2020. Penanggulangan Pencemaran Sampah Plastik di Laut Berdasarkan Hukum Internasional. *Jurnal Ius Kajian Hukum dan Keadilan*, 8(3), 529-550. <https://doi.org/10.29303/ius.v8i3.773>
- Yona, D., Di Prikah, F. A., As'adi, M. A. 2020. Identifikasi dan perbandingan Kelimpahan Sampah Plastik Berdasarkan Ukuran pada Sedimen di Beberapa Pantai Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 375–383. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.375-383>

- Yunanto, A., Sarasita, D., Yona, D. 2021.
Analisis Mikroplastik pada Kerang
Kijing (*Pilsbryoconcha exilis*) di
Sungai Perancak, Jembrana, Bali.
*Journal of Fisheries and Marine
Research*, 5(2), 445–451.
[https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021
.005.02.32](https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.02.32)