

Microplastic Morphotype Composition and Intra-Colony Distribution in tabulate *Acropora* at Labuan Beropa, Indonesia

Nurul Muslimah¹, Emiyarti¹, La Ode Alirman Afu^{1*}, Warsidah²

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia;

²Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia;

Article History

Received : February 26th, 2026

Revised : March 14th, 2026

Accepted : March 20th, 2026

*Corresponding Author: **La Ode Alirman Afu**, Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia;
email: alirman_otsudari@uho.ac.id

Abstract: Microplastics can interact with coral surfaces and tissues, yet information on their distribution among structural sections of coral colonies remains limited. This study assessed microplastic morphotypes and abundance in tabulate *Acropora* colonies from Labuan Beropa waters, South Konawe, Indonesia. Sampling was conducted at two stations representing a densely inhabited fishing area and a site influenced by a river mouth and fishing vessels. Fifteen colonies were selected at each station, and paired 4-cm fragments were collected from the colony tip and near the basal section, producing 60 samples. Organic material was digested using 10% KOH, filtered through Whatman No. 42 paper, and visually examined under a binocular microscope at 40x magnification. Four suspected microplastic morphotypes were recorded: fiber, fragment, film, and foam. Fiber was the dominant morphotype in all station-section combinations. The highest abundance was recorded at the colony tip of Station II (21.2 particles individual⁻¹), whereas the lowest was foam at the same station and section (0.5 particles individual⁻¹). Descriptively, total abundance was higher at colony tips than near the basal sections at both stations. Water temperature was 30 degrees C, salinity was 31 ppt, and current velocity ranged from 0.05 to 0.07 m s⁻¹. The results indicate non-uniform intra-colony distribution and suggest that riverine inputs, domestic activities, and fisheries may contribute to particle exposure. Polymer confirmation, contamination blanks, and paired statistical analyses are recommended for future studies.

Keywords: Coral colony; Fiber; Labuan Beropa; Microplastic; Tabulate *Acropora*.

Pendahuluan

Pencemaran plastik telah menjadi masalah lingkungan global akibat tingginya produksi, konsumsi, dan pengelolaan limbah yang belum memadai (Wu et al., 2019). Proses fragmentasi menghasilkan mikroplastik berukuran semakin kecil yang mudah terbawa hujan, limpasan permukaan, dan angin menuju perairan (W. Li et al., 2023). Karakteristik partikel, terutama ukuran, bentuk, densitas, warna, dan agregasi, memengaruhi ketersediaan hayati serta potensi ingesti mikroplastik oleh biota perairan (Ali et al., 2024; Hameed et al., 2021; Khedre et al., 2023). Keberadaan mikroplastik tersebut dapat memberikan tekanan khusus pada ekosistem terumbu karang yang memiliki kemampuan tinggi dalam menangkap dan menahan partikel.

Struktur tiga dimensi terumbu karang dapat menjebak mikroplastik pada mukus, celah, dan cabang karang. Paparan mikroplastik dapat mengganggu penangkapan makanan, menyebabkan abrasi jaringan, meningkatkan kebutuhan energi untuk pembersihan, dan memicu respons fisiologis pada karang (Reichert et al., 2018; Rocha et al., 2020; Tang et al., 2021). Mikroplastik juga dapat menjadi substrat biofilm dan membawa mikroorganisme yang berpotensi memengaruhi kesehatan karang (Feng et al., 2020).

Perairan Desa Labuan Beropa, Kecamatan Laonti, Kabupaten Konawe Selatan, memiliki koloni *Acropora* dengan bentuk pertumbuhan tabulat yang berada di sekitar permukiman pesisir, daerah penangkapan ikan, jalur pelayaran, dan muara sungai. Aktivitas perikanan

berpotensi melepaskan mikroplastik melalui abrasi tali, jaring, dan peralatan penangkapan berbahan sintetis (Shao *et al.*, 2024). Selain itu, mikroplastik dari sungai dapat terbawa menuju laut secara dinamis, dengan estuari berperan penting dalam mengendalikan retensi dan perpindahan partikel (Y. Li *et al.*, 2021).

Penelitian di Sulawesi Tenggara telah menemukan mikroplastik pada sedimen ekosistem terumbu karang, tetapi kontaminasi secara langsung pada koloni karang masih jarang dikaji (Riska *et al.*, 2022). Oleh karena itu, karakteristik mikroplastik pada ujung koloni yang terbuka terhadap aliran dan bagian basal yang lebih terlindung perlu dibandingkan, karena morfologi koloni dan dinamika aliran dapat memengaruhi penangkapan serta deposisi partikel (Buwono *et al.*, 2021).

Penelitian terdahulu umumnya mengkaji mikroplastik pada air, sedimen, atau organisme di ekosistem terumbu karang (Muchlissin *et al.*, 2020; Riska *et al.*, 2022; Sulistiowati *et al.*, 2023). Namun, distribusi mikroplastik pada bagian berbeda dalam satu koloni karang masih jarang dianalisis. Posisi pada koloni dapat memengaruhi paparan terhadap arus, interaksi dengan mucus dan polip, serta pengebakan fisik partikel. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi morfotipe dan mendeskripsikan kelimpahan mikroplastik pada bagian ujung dan basal koloni *Acropora* dengan bentuk pertumbuhan tabulat di dua stasiun Perairan Labuan Beropa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menyediakan data awal untuk mendukung pemantauan pencemaran mikroplastik dan pengelolaan sampah pesisir.

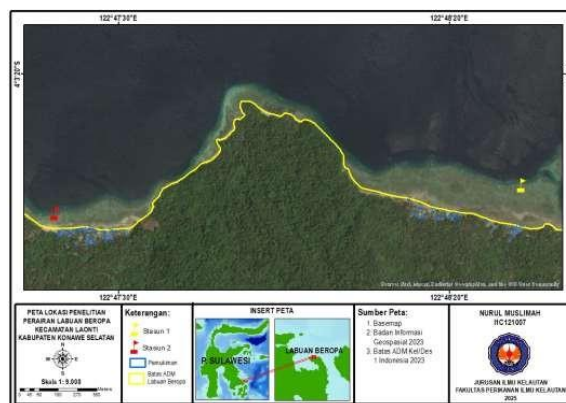
Bahan dan Metode

Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Desember 2024-Juli 2025. Sampel karang diambil di Perairan Desa Labuan Beropa, Kabupaten Konawe Selatan, sedangkan ekstraksi dan identifikasi dilakukan di Laboratorium Unit Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo, Kendari.

Dua stasiun ditentukan secara purposive berdasarkan keberadaan koloni *Acropora* tabulate dan karakter aktivitas pesisir. Stasiun I berada di Dusun 1 Beropa, yang dicirikan oleh permukiman relatif padat dan aktivitas penangkapan ikan. Stasiun II berada di Dusun 3 Baho, berdekatan dengan daerah aliran sungai

yang bermuara ke laut dan digunakan kapal nelayan untuk mengambil air bersih.

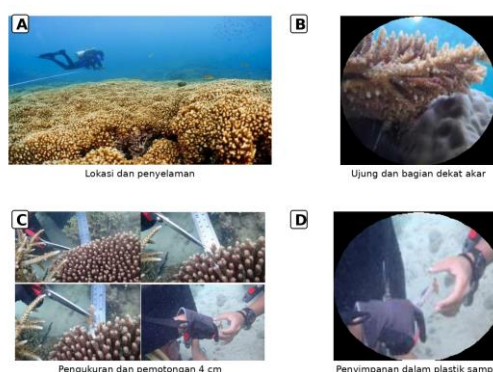


Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Perairan Desa Labuan Beropa, Kabupaten Konawe Selatan

Pengambilan sampel karang dan parameter perairan

Setiap stasiun dipilih 15 koloni secara acak. Dari setiap koloni diambil dua potongan berpasangan sepanjang 4 cm, yaitu dari ujung koloni dan bagian dekat akar, sehingga diperoleh 30 sampel per stasiun atau 60 sampel secara keseluruhan. Potongan dilakukan menggunakan gunting karang, dimasukkan ke plastik sampel berlabel, disimpan dalam coolbox, dan dibawa ke laboratorium. Skema pengukuran, pemotongan, dan penyimpanan sampel ditunjukkan pada Gambar 2.

Suhu diukur menggunakan termometer, salinitas menggunakan handrefraktometer yang telah dikalibrasi dengan akuades, dan kecepatan arus menggunakan layangan arus dengan tali 10 m serta *stopwatch*. Kecepatan arus dihitung dari jarak tempuh dibagi waktu.



Gambar 2. Tahapan pengambilan potongan ujung dan bagian dekat akar koloni *Acropora* tabulate.

Ekstraksi dan identifikasi mikroplastik

Potongan karang sepanjang 4 cm dimasukkan ke erlenmeyer berisi 50 mL KOH

10%, ditutup aluminium foil, dan dipanaskan pada 60 degrees C selama 24 jam untuk mendegradasi bahan organik (Benedetto *et al.*, 2024; Cruz - García & Amezcua, 2026; López *et al.*, 2021). Sampel kemudian dihancurkan menggunakan mortar dan disaring dengan kertas Whatman No. 42 berukuran pori 2.5 micrometers. Kertas saring ditutup aluminium foil dan diinkubasi selama 60 menit pada 60 degrees C (Nakayama, 2024).

Partikel diamati menggunakan mikroskop binokuler pada perbesaran 40×. Identifikasi dilakukan berdasarkan karakteristik visual bentuk dan partikel diklasifikasikan menjadi fiber, fragmen, film, foam, dan pelet (Hamdhani *et al.*, 2024; Y. Li *et al.*, 2021; Nakayama, 2024; Prata *et al.*, 2021). Karena identitas polimer tidak dikonfirmasi menggunakan analisis spektroskopi, seluruh hasil dilaporkan sebagai morfotipe partikel yang diduga mikroplastik.

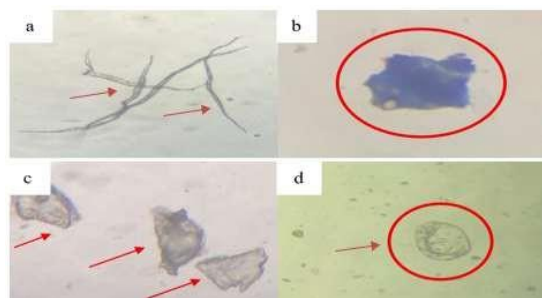
Analisis data

Data dianalisis secara deskriptif menggunakan Microsoft Excel. Kelimpahan dihitung sebagai jumlah partikel yang ditemukan dibagi jumlah sampel dan dinyatakan sebagai partikel per individu koloni. Nilai disajikan menurut stasiun, bagian koloni, dan morfotipe. Tidak dilakukan uji statistik inferensial.

Hasil dan Pembahasan

Morfotipe mikroplastik

Empat morfotipe ditemukan pada seluruh sampel, yaitu fiber, fragmen, film, dan foam (Gambar 3). Fiber berbentuk serat tipis dan memanjang; fragmen berbentuk pecahan kaku dan tidak beraturan; film menyerupai lembaran tipis; sedangkan foam tampak ringan dan berongga. Pelet tidak ditemukan selama pengamatan.

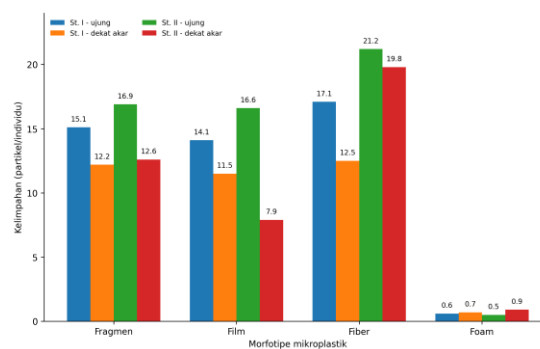


Gambar 3. Morfotipe partikel yang ditemukan: (a) fiber, (b) fragmen, (c) film, dan (d) foam.

Kelimpahan menurut stasiun dan bagian koloni

Fiber merupakan morfotipe dominan pada seluruh kombinasi stasiun dan bagian koloni. Kelimpahan tertinggi terdapat pada ujung koloni Stasiun II sebesar 21.2 partikel/individu, diikuti fiber dekat akar pada stasiun yang sama sebesar 19.8 partikel/individu. Nilai terendah adalah foam pada ujung koloni Stasiun II sebesar 0.5 partikel/individu.

Secara deskriptif, total seluruh morfotipe pada ujung koloni lebih tinggi daripada bagian dekat akar. Total Stasiun I mencapai 46.9 partikel/individu pada ujung dan 36.9 partikel/individu dekat akar. Pada Stasiun II, totalnya masing-masing 55.2 dan 41.2 partikel/individu. Pola lengkap disajikan pada Gambar 4 dan ringkasannya pada Tabel 2.



Gambar 4. Kelimpahan morfotipe mikroplastik menurut stasiun dan bagian koloni.

Kondisi lingkungan perairan

Suhu pada kedua stasiun adalah 30 degrees C dan salinitas 31 ppt. Kecepatan arus tercatat 0.07 m/s pada Stasiun I dan 0.05 m/s pada Stasiun II. Karakter lokasi dan parameter perairan diringkas pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakter stasiun dan parameter perairan di Labuan Beropa

St.	Karakter lokasi	Parameter perairan
I	Pemukiman padat dan aktivitas perikanan	30 degrees C; 31 ppt; 0.07 m/s
II	Muara sungai dan persinggahan kapal nelayan	30 degrees C; 31 ppt; 0.05 m/s

Tabel 2. Ringkasan kelimpahan mikroplastik menurut stasiun dan bagian koloni.

Stasiun-bagian	Total (partikel/ind.)	Morfotipe dominan
I-ujung	46.9	Fiber (17.1)
I-dekat akar	36.9	Fiber (12.5)
II-ujung	55.2	Fiber (21.2)
II-dekat akar	41.2	Fiber (19.8)

Pembahasan

Identifikasi Morfotipe Fiber, Fragmen, Film, dan Foam

Hasil pengamatan pada koloni *Acropora* dengan bentuk pertumbuhan tabulat di Perairan Labuan Beropa menunjukkan keberadaan empat morfotipe partikel yang diduga mikroplastik, yaitu fiber, fragmen, film, dan foam. Identifikasi dilakukan berdasarkan karakteristik visual partikel setelah jaringan sampel diproses, disaring, dan diamati menggunakan mikroskop binokuler. Fiber dicirikan oleh bentuk menyerupai serat atau benang memanjang, fragmen berupa pecahan kaku dan tidak beraturan, film berbentuk lembaran tipis dan lentur, sedangkan foam memiliki struktur berongga menyerupai busa.

Klasifikasi berdasarkan morfologi merupakan pendekatan umum dalam identifikasi awal mikroplastik karena mengelompokkan partikel berdasarkan bentuk luarnya, bukan berdasarkan komposisi polimer. Morfologi partikel dapat memberikan indikasi awal mengenai sumber, mekanisme transportasi, dan potensi retensinya pada struktur karang. Mikroplastik umumnya diklasifikasikan menjadi fiber, fragmen, film, foam, dan pelet, sedangkan karakterisasi lebih lanjut dapat mencakup ukuran, warna, dan jenis polimer (Y. Li *et al.*, 2021; López *et al.*, 2021). Dominasi fiber, fragmen, film, dan pelet juga telah dilaporkan pada berbagai lingkungan, meskipun komposisinya dapat berbeda menurut sumber pencemar dan kondisi lokasi pengambilan sampel (Nakayama, 2024). Keberadaan empat morfotipe pada koloni karang menunjukkan bahwa paparan partikel diduga mikroplastik di Perairan Labuan Beropa kemungkinan berasal dari beragam material plastik yang telah mengalami penggunaan, pelapukan, dan fragmentasi di lingkungan pesisir.

Fiber merupakan morfotipe yang paling mudah dikenali karena memiliki bentuk memanjang, tipis, menyerupai benang, dan sering kali menunjukkan kelenturan yang lebih tinggi daripada bentuk lainnya. Pada sampel karang dari kedua stasiun, fiber juga menjadi morfotipe dengan kelimpahan tertinggi, baik pada ujung maupun bagian dekat akar koloni. Secara visual, ciri tersebut sesuai dengan deskripsi fiber sebagai partikel yang berasal dari serat sintesis, tali, benang, jaring, atau bahan tekstil yang mengalami pelepasan dan

pemecahan. Keberadaan fiber pada seluruh kelompok sampel menunjukkan bahwa partikel berbentuk serat telah tersebar di sekitar habitat karang dan mampu mencapai bagian koloni yang berbeda. Dalam konteks Perairan Labuan Beropa, aktivitas penangkapan ikan memberikan jalur yang logis bagi masuknya fiber karena jaring, tali pancing, dan perlengkapan kapal dapat mengalami abrasi atau degradasi. Selain itu, serat dari kegiatan domestik dapat terbawa melalui aliran permukaan dan sungai menuju laut. Pola tersebut sesuai dengan kajian di perairan Indonesia yang menghubungkan dominasi fiber dengan aktivitas perikanan, serat tekstil, dan limbah rumah tangga yang masuk ke lingkungan pesisir (Hiwari *et al.*, 2019; Pasaribu *et al.*, 2022).

Dominasi fiber tidak hanya berkaitan dengan banyaknya sumber, tetapi juga dengan sifat fisiknya. Bentuk yang panjang, ringan, dan fleksibel memungkinkan fiber tetap tersuspensi dalam kolom air serta mengikuti pergerakan arus untuk waktu yang relatif lama. Ketika fiber mencapai koloni *Acropora* tabulate, bentuknya dapat meningkatkan peluang tersangkut di antara cabang yang rapat atau menempel pada lapisan mukus di permukaan polip. Karang menggunakan mukus dan tentakel untuk menangkap partikel makanan, sehingga serat yang ukurannya sesuai dapat ikut tertahan, meskipun bukan merupakan sumber makanan alami. Fiber juga dapat terlapisi biofilm selama berada di laut. Lapisan biologis tersebut dapat mengubah karakter permukaan partikel dan meningkatkan interaksinya dengan organisme bentik. Temuan fiber pada ujung dan dekat akar menunjukkan bahwa bentuk serat mampu memasuki bagian luar maupun ruang yang lebih terlindung dalam struktur koloni. Penjelasan tersebut konsisten dengan penelitian yang melaporkan adanya pengayaan bentuk tertentu pada karang serta kemampuan mikroplastik berinteraksi dengan jaringan dan mukus karang melalui proses penempelan, penangkapan, atau tertelannya partikel (Lei *et al.*, 2021; Tang *et al.*, 2021).

Fragmen merupakan morfotipe kedua yang menonjol dalam sampel. Partikel ini dicirikan oleh bentuk pecahan yang tidak teratur, permukaan relatif keras, dan tepi yang dapat tampak kasar atau tajam. Fragmen umumnya terbentuk dari penghancuran plastik berukuran lebih besar, seperti botol, wadah, potongan peralatan rumah tangga, kemasan kaku, atau bagian alat yang mengalami pelapukan. Paparan

cahaya matahari, perubahan suhu, tumbukan, gesekan, serta proses mekanik di pantai dan perairan akan memperlemah bahan plastik hingga pecah menjadi ukuran mikro. Ditemukannya fragmen pada semua bagian koloni dan kedua stasiun menunjukkan bahwa debris plastik kaku telah mengalami fragmentasi dan tersedia dalam kolom air atau di sekitar dasar terumbu. Fragmen yang tidak beraturan dapat tersangkut di sela percabangan atau tertahan pada permukaan karang. Keberadaannya juga sesuai dengan kondisi pesisir yang menerima aktivitas masyarakat, perikanan, dan masukan dari daratan. Sejumlah penelitian di sedimen dan ekosistem terumbu Indonesia juga melaporkan fragmen sebagai bentuk umum yang merepresentasikan degradasi sampah plastik berukuran lebih besar di lingkungan pesisir (Azizah et al., 2020; Riska et al., 2022).

Secara hidrodinamik, fragmen memiliki perilaku yang berbeda dari fiber karena bentuknya lebih kompak dan relatif kaku. Respons fragmen terhadap arus dipengaruhi oleh ukuran, ketebalan, dan densitas material. Fragmen berdensitas rendah dapat tetap tersuspensi dan berinteraksi dengan bagian ujung koloni, sedangkan partikel yang lebih padat cenderung mengendap, mengalami resuspensi, dan memasuki ruang antarcabang. Ditemukannya fragmen pada bagian ujung dan basal koloni mengindikasikan bahwa partikel ini tidak hanya berada di kolom air, tetapi juga mampu mencapai dan tertahan pada bagian koloni yang lebih terlindung. Struktur koloni *Acropora* bertipe pertumbuhan tabulat yang melebar dan bercabang rapat diduga membentuk jalur aliran serta zona perlambatan yang mendukung retensi partikel. Proporsi fragmen yang relatif tinggi juga menunjukkan bahwa produk fragmentasi sampah plastik lebih menonjol dibandingkan foam dalam komposisi morfotipe yang ditemukan.

Keberadaan fragmen dapat dijelaskan melalui proses pembentukan mikroplastik sekunder akibat pelapukan dan pemecahan debris plastik berukuran besar. Fragmentasi dan akumulasi jangka panjang merupakan proses penting dalam pencemaran mikroplastik di lingkungan pesisir dan laut (Cruz - García & Amezcua, 2026; Nakayama, 2024). Debris plastik dapat terpecah menjadi partikel yang lebih kecil melalui degradasi foto-oksidatif, hidrolisis, abrasi mekanis, dan pelapukan biologis (Prihandari et al., 2021; Turmanova et

al., 2026). Meskipun terfragmentasi, polimer plastik tetap persisten karena sulit mengalami mineralisasi sempurna, sehingga partikel terus terakumulasi dan tersebar pada berbagai kompartemen lingkungan laut (Hamdhani et al., 2024; López et al., 2021).

Film diidentifikasi sebagai partikel berbentuk sangat tipis, pipih, lentur, dan menyerupai lembaran tidak beraturan (Cruz - García & Amezcua, 2026; Nakayama, 2024). Morfotipe ini umumnya berasal dari degradasi material kemasan sekali pakai, seperti kantong plastik, pembungkus makanan, dan plastik kemasan fleksibel lainnya (Prihandari et al., 2021; Turmanova et al., 2026). Kehadiran film pada koloni karang di kedua stasiun mengindikasikan kemungkinan kontribusi sampah konsumsi yang berasal dari permukiman dan aktivitas pesisir.

Ketebalan dan massa film yang relatif rendah menyebabkan partikel ini mudah terfragmentasi serta terbawa menuju perairan pesisir melalui aliran sungai, limpasan permukaan, dan arus laut (Ranatunga et al., 2021; Yona et al., 2019). Rasio luas permukaan terhadap massa yang besar juga memungkinkan film terlipat atau menempel pada permukaan karang yang bermukus. Keberadaan film pada bagian ujung menunjukkan terjadinya paparan langsung terhadap aliran, sedangkan temuannya pada bagian basal mengindikasikan bahwa sebagian partikel dapat memasuki ruang internal koloni dan tertahan di area yang relatif terlindung.

Morfotipe film penting dibedakan dari fragmen karena keduanya dapat berasal dari plastik sekunder, tetapi memiliki karakter transportasi yang tidak sama. Fragmen cenderung mempertahankan bentuk kaku, sedangkan film mudah melipat, membentang, atau berubah orientasi ketika terkena aliran. Perbedaan tersebut dapat memengaruhi peluang partikel menempel pada permukaan karang. Film yang tipis berpotensi menutupi bagian kecil jaringan atau tertahan sementara pada mukus, tetapi dapat pula terlepas kembali ketika kecepatan atau arah arus berubah. Dalam data penelitian, film merupakan komponen utama setelah fiber dan fragmen, terutama pada ujung koloni. Hal ini menunjukkan bahwa partikel berbentuk lembaran tersedia dalam jumlah nyata pada kolom air yang berinteraksi langsung dengan karang. Keberadaan film juga memperkuat dugaan bahwa sampah kemasan dan

kantong plastik merupakan salah satu sumber mikroplastik di sekitar Labuan Beropa. Penelitian mikroplastik di perairan dan sedimen pesisir Indonesia menunjukkan bahwa film sering muncul bersama fiber dan fragmen sebagai hasil degradasi sampah domestik serta transportasi melalui arus, limpasan, dan aliran sungai (Ayuningtyas, 2019; Muchlissin et al., 2020).

Foam merupakan morfotipe dengan ciri yang paling berbeda karena mempunyai struktur berpori atau berongga, ringan, serta menyerupai potongan busa. Dalam konteks sampah pesisir, foam umumnya diasosiasikan dengan degradasi styrofoam, wadah makanan dan minuman, bahan pengemas, atau pelampung. Meskipun morfotipe ini ditemukan pada ujung dan dekat akar koloni di kedua stasiun, kelimpahannya jauh lebih rendah daripada fiber, fragmen, dan film. Rendahnya jumlah foam dapat dipahami dari sifat bahan berbusa yang memiliki densitas rendah dan cenderung bertahan di permukaan air. Habitat koloni karang berada di bawah permukaan, sehingga peluang kontak dengan foam dapat lebih kecil dibandingkan partikel yang tetap tersuspensi atau mengalami pengendapan. Potongan foam juga dapat memiliki ukuran dan bentuk yang kurang sesuai untuk masuk ke sela cabang atau tertahan pada mukus. Namun, keberadaannya tetap menunjukkan bahwa material berbusa telah terfragmentasi dan memasuki sistem perairan Labuan Beropa. Ciri foam yang diamati sesuai dengan deskripsi mikroplastik berbusa pada kajian klasifikasi dan distribusi partikel di lingkungan perairan (Fiore et al., 2022; Tsering et al., 2022).

Perbedaan kelimpahan antarmorfotipe menunjukkan bahwa komposisi partikel pada koloni *Acropora* dengan bentuk pertumbuhan tabulat dipengaruhi oleh ketersediaan sumber dan karakter fisik partikel. Fiber menjadi morfotipe paling dominan karena memiliki sumber yang beragam serta bentuk memanjang dan fleksibel yang mendukung transportasi dan penjeratan pada struktur karang (Soares et al., 2020; Tang et al., 2021).

Fragmen menempati urutan berikutnya dan diduga berasal dari pemecahan plastik kaku di lingkungan pesisir. Bentuknya yang tidak beraturan memungkinkan partikel tersangkut pada percabangan koloni. Film juga ditemukan dalam jumlah relatif tinggi, terutama pada bagian yang terbuka terhadap aliran, karena bentuknya tipis dan mudah terbawa arus (Soares et al., 2020;

Tang et al., 2021). Foam merupakan morfotipe dengan kelimpahan terendah. Kondisi ini diduga berkaitan dengan sifat apungnya sehingga peluang kontak dan retensinya pada koloni lebih terbatas.

Klasifikasi morfotipe memberikan informasi awal mengenai sumber, transportasi, dan retensi mikroplastik pada koloni karang. Perbedaan bentuk, ukuran, fleksibilitas, dan densitas menyebabkan setiap morfotipe memberikan respons yang berbeda terhadap arus, pengendapan, dan turbulensi perairan (Y. Li et al., 2021; López et al., 2021).

Fiber yang memanjang dan fleksibel cenderung mudah tersangkut pada cabang atau mukus karang. Film yang tipis dapat terlipat dan menempel pada permukaan koloni. Sementara itu, pergerakan fragmen dan foam lebih dipengaruhi oleh ukuran, densitas, dan tingkat pelapukan material (Y. Li et al., 2021; Prihandari et al., 2021; Turmanova et al., 2026). Morfologi partikel dapat digunakan untuk memperkirakan sumber pencemar, tetapi tidak dapat menjadi bukti sumber secara langsung. Fiber, misalnya, dapat berasal dari tekstil, limbah domestik, tali, atau jaring penangkapan ikan. Oleh karena itu, dominasi fiber lebih tepat dipahami sebagai indikasi kontribusi beberapa aktivitas pesisir (López et al., 2021; Yona et al., 2019). Penggunaan kategori morfologi yang seragam penting untuk meningkatkan keterbandingan hasil antarpelitian. Namun, karena identitas polimer tidak dikonfirmasi melalui spektroskopi, partikel dalam penelitian ini tetap dilaporkan sebagai morfotipe yang diduga mikroplastik (Cruz - García & Amezcua, 2026; López et al., 2021).

Kelimpahan pada Ujung dan Bagian Dekat Akar Koloni

Tujuan kedua penelitian adalah mendeskripsikan kelimpahan mikroplastik pada dua bagian koloni *Acropora* tabulate, yaitu ujung dan bagian dekat akar. Pembagian ini memungkinkan pengamatan terhadap dua mikrohabitat yang berbeda dalam satu koloni. Ujung berada pada bagian percabangan yang lebih terbuka dan langsung bersentuhan dengan kolom air, sedangkan bagian dekat akar berada lebih rendah, terlindung oleh susunan cabang, dan dekat dengan dasar tempat koloni melekat. Hasil menunjukkan bahwa keempat morfotipe ditemukan pada kedua bagian tersebut. Di Stasiun I, total kelimpahan pada ujung mencapai

46,9 partikel/individu, lebih tinggi daripada 36,9 partikel/individu dekat akar. Di Stasiun II, ujung juga lebih tinggi, yaitu 55,2 partikel/individu dibandingkan 41,2 partikel/individu dekat akar. Konsistensi tersebut menunjukkan bahwa ujung koloni merupakan lokasi utama kontak dan retensi mikroplastik, walaupun bagian dekat akar tetap menerima paparan yang nyata. Perbedaan spasial pada skala koloni sejalan dengan pemahaman bahwa struktur karang, posisi polip, serta pola aliran lokal dapat menghasilkan variasi pengayaan partikel pada bagian yang berbeda (Tang *et al.*, 2021; Wijayanti *et al.*, 2024).

Pada Stasiun I, kelimpahan di ujung koloni tersusun atas fiber 17,1 partikel/individu, fragmen 15,1 partikel/individu, film 14,1 partikel/individu, dan foam 0,6 partikel/individu. Bagian dekat akar memiliki fiber 12,5 partikel/individu, fragmen 12,2 partikel/individu, film 11,5 partikel/individu, dan foam 0,7 partikel/individu. Dengan demikian, tiga morfotipe utama menunjukkan penurunan dari ujung menuju dekat akar, sedangkan foam sedikit meningkat tetapi tetap berada pada jumlah yang sangat kecil. Selisih total kedua bagian mencapai 10,0 partikel/individu. Pola ini menunjukkan bahwa bagian luar koloni lebih banyak menerima fiber, fragmen, dan film yang dibawa oleh aliran. Ujung cabang berfungsi sebagai permukaan pertama yang berhadapan dengan partikel tersuspensi, sehingga peluang kontaknya lebih besar. Bagian dekat akar menerima partikel yang berhasil melewati susunan cabang atau berasal dari pengendapan dan resuspensi. Penelitian mengenai respons karang terhadap mikroplastik menunjukkan bahwa kontak partikel bergantung pada posisi jaringan, aktivitas polip, dan proses penempelan pada permukaan koloni (Corona *et al.*, 2020; Reichert *et al.*, 2018).

Pola yang sama tampak lebih kuat pada Stasiun II. Kelimpahan ujung koloni terdiri atas fiber 21,2 partikel/individu, fragmen 16,9 partikel/individu, film 16,6 partikel/individu, dan foam 0,5 partikel/individu. Pada bagian dekat akar, nilainya menjadi fiber 19,8 partikel/individu, fragmen 12,6 partikel/individu, film 7,9 partikel/individu, dan foam 0,9 partikel/individu. Total ujung lebih tinggi 14,0 partikel/individu daripada dekat akar. Perbedaan terbesar terjadi pada film, yang turun 8,7 partikel/individu, sedangkan fiber hanya turun 1,4 partikel/individu. Data ini memperlihatkan bahwa kemampuan partikel mencapai bagian dekat akar berbeda menurut morfotipe. Fiber tetap tinggi karena bentuknya mudah menyusup

dan tersangkut, sedangkan film lebih banyak tertahan pada bagian luar. Fragmen menunjukkan pola antara keduanya, sementara foam tetap rendah. Variasi tersebut mendukung gagasan bahwa bentuk partikel memengaruhi transportasi dan retensinya pada koloni karang yang memiliki struktur tiga dimensi kompleks (Lei *et al.*, 2021; Soares *et al.*, 2020).

Kelimpahan yang lebih tinggi pada ujung koloni dapat dikaitkan dengan keterbukaan bagian tersebut terhadap aliran. Ujung percabangan berada di batas antara koloni dan kolom air, sehingga menerima partikel yang bergerak secara horizontal maupun vertikal. Polip pada bagian aktif juga menghasilkan mukus yang berfungsi menangkap makanan, membersihkan permukaan, dan melindungi jaringan. Ketika mikroplastik berada dalam ukuran serta bentuk yang memungkinkan kontak, partikel dapat menempel pada mukus atau ikut ditangkap oleh tentakel. Proses tersebut tidak berarti semua partikel tertelan, tetapi menjelaskan mengapa ujung dapat menjadi zona akumulasi awal. Fiber dan film mempunyai luas kontak yang relatif tinggi, sedangkan fragmen dapat tersangkut secara mekanis pada percabangan. Tingginya total pada ujung di kedua stasiun menunjukkan bahwa mekanisme kontak langsung dengan air lebih menentukan daripada perlindungan struktural. Kajian eksperimental dan lapangan menunjukkan bahwa karang dapat menangkap, menelan, menahan, dan mengeluarkan mikroplastik melalui proses aktif maupun pasif, dengan hasil yang dipengaruhi bentuk serta karakter partikel (Corona *et al.*, 2020; Tang *et al.*, 2021).

Bagian dekat akar memiliki kelimpahan lebih rendah, tetapi keberadaan seluruh morfotipe menunjukkan bahwa bagian basal koloni tetap terhubung dengan dinamika partikel di sekitarnya. Aliran air dapat memasuki ruang antarcabang dan melambat ketika mencapai bagian yang lebih terlindung. Perlambatan tersebut memungkinkan sebagian partikel mengendap atau tersangkut, terutama fiber yang fleksibel dan fragmen yang tidak beraturan. Selain berasal dari kolom air, partikel dekat dasar dapat mengalami resuspensi akibat arus, gelombang, atau aktivitas biota, kemudian menempel pada bagian bawah koloni. Struktur tabulate yang melebar juga dapat menciptakan bayangan aliran dan zona retensi di bawah permukaan meja karang. Oleh sebab itu, kelimpahan dekat akar tidak boleh dianggap hanya sebagai sisa dari partikel yang melewati

ujung, melainkan hasil interaksi antara penetrasi aliran, pengendapan, resuspensi, dan jeratan mekanis. Penelitian pada sedimen terumbu menunjukkan bahwa mikroplastik dapat tersimpan di sekitar habitat karang dan tersedia kembali melalui pergerakan air, sehingga mendukung paparan pada bagian koloni yang berdekatan dengan dasar (Muchlissin *et al.*, 2020; Riska *et al.*, 2022).

Fiber memperlihatkan kemampuan retensi paling kuat pada kedua bagian. Di Stasiun I, fiber dekat akar mencapai sekitar 73% dari nilai ujung, sedangkan di Stasiun II mencapai lebih dari 93%. Proporsi tersebut menunjukkan bahwa penurunan fiber dari ujung menuju dekat akar lebih kecil dibandingkan film, terutama di Stasiun II. Bentuk yang panjang memungkinkan fiber mengikuti jalur sempit di antara percabangan, membengkok sesuai arah aliran, kemudian tersangkut pada tonjolan kerangka atau mukus. Jika sebagian fiber berasal dari jaring dan tali yang telah terurai, bentuknya juga dapat memiliki permukaan kasar yang memudahkan jeratan. Tingginya fiber dekat akar pada Stasiun II menandakan bahwa bagian internal koloni efektif menahan serat setelah partikel memasuki struktur. Pola ini konsisten dengan laporan bahwa fiber merupakan salah satu bentuk paling umum di perairan, sedimen, dan organisme laut karena sumbernya luas serta mobilitasnya tinggi. Aktivitas perikanan dan limbah tekstil merupakan jalur penting yang menyebabkan fiber tersebar pada berbagai kompartemen ekosistem pesisir (Hiwari *et al.*, 2019; Pasaribu *et al.*, 2022).

Fragmen juga lebih banyak ditemukan pada ujung daripada dekat akar. Selisihnya sebesar 2,9 partikel/individu di Stasiun I dan 4,3 partikel/individu di Stasiun II. Bentuk kaku dan tidak beraturan memungkinkan fragmen menabrak, menempel sementara, atau tersangkut pada ujung cabang yang menerima aliran langsung. Sebagian partikel dapat masuk lebih dalam, tetapi ukuran dan kekakuannya mungkin membatasi pergerakan melalui celah yang sempit. Fragmen dekat akar masih mencapai 12,2 dan 12,6 partikel/individu, sehingga retensinya di bagian basal tetap penting. Nilai yang hampir sama pada dekat akar kedua stasiun memperlihatkan bahwa ketika fragmen telah memasuki struktur koloni, kondisi fisik lokal dapat menghasilkan tingkat penahanan yang relatif serupa. Keberadaan fragmen pada kedua bagian juga mendukung interpretasi bahwa plastik kaku dari aktivitas domestik dan pesisir

telah mengalami pelapukan menjadi ukuran mikro. Fragmen merupakan bentuk umum dalam penelitian sedimen pantai dan terumbu karena sampah plastik sekunder terus terpecah serta berpindah antara kolom air dan dasar (Azizah *et al.*, 2020; Sulistiowati *et al.*, 2023).

Film menunjukkan kontras antarbagiannya yang paling besar, khususnya pada Stasiun II. Di Stasiun I, kelimpahan film menurun dari 14,1 menjadi 11,5 partikel/individu, sedangkan di Stasiun II turun dari 16,6 menjadi 7,9 partikel/individu. Bentuk film yang tipis dan memiliki bidang permukaan lebar membuatnya mudah berinteraksi dengan aliran di bagian luar koloni. Lembaran kecil dapat melekat pada mukus atau terjepit di antara ujung cabang, tetapi tidak selalu mudah memasuki ruang yang semakin sempit menuju bagian basal. Ketika aliran berubah, film dapat terlipat atau terlepas sebelum mencapai dekat akar. Penurunan besar di Stasiun II menunjukkan bahwa tingginya pasokan film pada kolom air terutama tercermin pada ujung, bukan pada retensi bagian dalam. Hasil ini menegaskan bahwa kelimpahan per bagian tidak hanya ditentukan oleh jumlah partikel di lingkungan, tetapi juga oleh kesesuaian bentuk dengan arsitektur koloni. Karakter film sebagai plastik tipis, fleksibel, dan berasal dari kemasan sekunder telah banyak dilaporkan dalam kajian komposisi mikroplastik pesisir (Ayuningtyas, 2019; Eberet *et al.*, 2019).

Foam merupakan satu-satunya morfotipe yang sedikit lebih tinggi dekat akar daripada ujung pada kedua stasiun, yaitu 0,7 berbanding 0,6 partikel/individu di Stasiun I dan 0,9 berbanding 0,5 partikel/individu di Stasiun II. Namun, jumlahnya sangat rendah sehingga pola tersebut harus dipahami sebagai bagian kecil dari keseluruhan komposisi. Foam yang ringan cenderung mengapung dan lebih jarang berinteraksi dengan koloni dibandingkan fiber, fragmen, dan film. Partikel yang berhasil mencapai karang mungkin masuk melalui celah atau tertahan pada zona aliran lambat dekat bagian basal. Struktur berpori dapat membuat potongan foam mudah pecah, sedangkan bentuk yang tidak teratur memungkinkan sebagian kecil partikel terjepit. Nilai rendah pada semua bagian menunjukkan bahwa foam bukan komponen utama paparan di Labuan Beropa. Walaupun demikian, kehadirannya dekat akar membuktikan bahwa partikel berdensitas rendah tidak sepenuhnya terbatas pada permukaan air. Distribusi foam dipengaruhi oleh pretreatment, densitas, ukuran, dan kondisi hidrodinamika

lingkungan, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian klasifikasi mikroplastik pada perairan dan sedimen (Tsering et al., 2022).

Secara keseluruhan, perbandingan ujung dan dekat akar menjawab tujuan penelitian dengan menunjukkan pola spasial yang konsisten pada skala koloni. Ujung memiliki total kelimpahan lebih tinggi di kedua stasiun karena menjadi bagian paling terbuka terhadap transportasi partikel dan aktivitas penangkapan oleh polip. Bagian dekat akar memiliki jumlah lebih rendah, tetapi tetap menyimpan semua morfotipe, terutama fiber dan fragmen. Pola tersebut memperlihatkan bahwa koloni *Acropora tabulate* tidak berfungsi sebagai permukaan seragam; bagian luar dan basal mempunyai kondisi aliran, akses partikel, dan kemampuan retensi yang berbeda. Pengambilan sampel dari dua posisi memberikan informasi yang lebih lengkap daripada hanya mengambil ujung atau satu potongan acak, sebab komposisi bagian basal tidak selalu sama dengan bagian luar. Data ini juga menunjukkan bahwa penafsiran paparan mikroplastik pada karang perlu mempertimbangkan posisi sampel dalam koloni. Bukti histologis dan pengamatan lapangan pada karang batu mendukung adanya variasi penempelan dan keberadaan mikroplastik menurut jaringan, struktur, serta posisi interaksi dengan lingkungan (Wijayanti et al., 2024).

Perbandingan Pola Kelimpahan Antarbagian dan Antarstasiun

Perbandingan pola kelimpahan dilakukan dengan melihat dua dimensi sekaligus, yaitu posisi dalam koloni dan lokasi stasiun. Pada dimensi pertama, ujung selalu mempunyai total lebih tinggi daripada bagian dekat akar. Pada dimensi kedua, Stasiun II mempunyai total lebih tinggi daripada Stasiun I pada kedua posisi. Total seluruh morfotipe di Stasiun I mencapai 83,8 partikel/individu, terdiri atas 46,9 pada ujung dan 36,9 dekat akar. Stasiun II mencapai 96,4 partikel/individu, terdiri atas 55,2 pada ujung dan 41,2 dekat akar. Dengan demikian, selisih total antarstasiun sebesar 12,6 partikel/individu. Perbedaan pada ujung mencapai 8,3 partikel/individu, sedangkan dekat akar sebesar 4,3 partikel/individu. Pola ini menunjukkan bahwa faktor lokasi lebih kuat terlihat pada bagian koloni yang langsung berhadapan dengan kolom air. Struktur koloni kemudian memodifikasi pola tersebut ketika partikel bergerak menuju bagian basal. Distribusi mikroplastik di habitat karang memang

ditentukan oleh interaksi antara sumber lokal, transportasi perairan, dan kemampuan bentuk partikel tertahan pada struktur biologis (Lei et al., 2021).

Fiber menunjukkan pola paling konsisten dan sekaligus menjadi pembeda utama antarstasiun. Pada ujung, kelimpahan fiber meningkat dari 17,1 partikel/individu di Stasiun I menjadi 21,2 partikel/individu di Stasiun II. Pada dekat akar, nilainya meningkat dari 12,5 menjadi 19,8 partikel/individu. Selisih dekat akar sebesar 7,3 partikel/individu jauh lebih besar daripada selisih ujung sebesar 4,1 partikel/individu. Hal ini menunjukkan bahwa Stasiun II tidak hanya menerima lebih banyak fiber pada permukaan luar, tetapi juga memiliki retensi serat yang jauh lebih tinggi di bagian basal. Sumber dari aktivitas perikanan, tali, jaring, dan limbah domestik yang masuk melalui daerah aliran sungai dapat menjelaskan ketersediaan fiber.

Bentuk fiber yang panjang, tipis, dan fleksibel memungkinkan partikel menyusup ke struktur karang yang kompleks serta tertahan pada percabangan atau bagian basal koloni (López et al., 2021; Nakayama, 2024). Karakter tersebut juga mendukung transportasi oleh arus dan akumulasi pada habitat bentik (Benedetto et al., 2024; Hamdhani et al., 2024). Dominasi fiber telah banyak dilaporkan pada berbagai kompartemen pesisir, mulai dari kolom air hingga sedimen dasar (Cruz - García & Amezcua, 2026; Prihandari et al., 2021; Turmanova et al., 2026). Pola ini menunjukkan bahwa fiber memiliki mobilitas tinggi dan peluang retensi yang besar di lingkungan pesisir. Sumber fiber dapat berasal dari pelepasan serat tekstil sintetis melalui pencucian pakaian dan efluen air limbah, serta degradasi tali dan jaring penangkapan ikan (Dronjak et al., 2024; Ranatunga et al., 2021).

Fragmen memperlihatkan pola antarbagian yang sama di kedua stasiun, tetapi perbedaan antarstasiun tidak sebesar fiber. Pada ujung, Stasiun II memiliki 16,9 partikel/individu dan Stasiun I 15,1 partikel/individu. Pada dekat akar, nilainya hampir sama, yaitu 12,6 dan 12,2 partikel/individu. Kesamaan nilai dekat akar menunjukkan bahwa retensi fragmen pada bagian basal mungkin dibatasi oleh arsitektur koloni secara relatif serupa pada kedua lokasi. Perbedaan sumber lebih nyata pada ujung karena bagian tersebut langsung mencatat partikel yang dibawa oleh kolom air. Fragmen dari pemecahan botol, wadah, pipa, dan produk plastik kaku dapat

masuk dari permukiman, kegiatan kapal, atau sampah yang terbawa sungai. Setelah mencapai karang, hanya partikel dengan ukuran dan bentuk yang sesuai yang mampu memasuki celah menuju akar. Pola ini menggambarkan proses penyaringan fisik oleh struktur koloni. Penelitian pada sedimen pantai dan ekosistem terumbu menunjukkan bahwa fragmen merupakan hasil umum degradasi plastik sekunder dan kelimpahannya sangat dipengaruhi oleh kedekatan sumber antropogenik serta dinamika pengendapan (Riska *et al.*, 2022).

Film menunjukkan respons paling tajam terhadap kombinasi stasiun dan bagian koloni. Pada ujung, film lebih tinggi di Stasiun II, yaitu 16,6 partikel/individu dibandingkan 14,1 di Stasiun I. Namun, pada dekat akar pola berbalik: Stasiun I memiliki 11,5 partikel/individu, sedangkan Stasiun II hanya 7,9. Akibatnya, selisih ujung dan dekat akar di Stasiun II mencapai 8,7 partikel/individu, lebih dari tiga kali selisih Stasiun I yang sebesar 2,6. Pola ini mengisyaratkan bahwa Stasiun II menerima pasokan film yang tinggi pada bagian luar, tetapi lembaran tersebut tidak bertahan secara proporsional di bagian basal. Film mungkin tertahan pada ujung, melipat pada cabang luar, atau terlepas kembali sebelum masuk lebih jauh. Di Stasiun I, aliran yang sedikit lebih cepat dapat mendistribusikan lembaran melalui koloni, sehingga perbedaan antarbagian lebih kecil. Sifat film yang tipis dan mudah mengikuti arus membuat distribusinya sensitif terhadap kondisi hidrodinamika lokal, sebagaimana dilaporkan pada kajian mikroplastik di perairan pesisir (Ayuningtyas, 2019; Eber *et al.*, 2019).

Foam memperlihatkan pola berbeda dari tiga morfotipe utama. Nilai ujung sangat rendah dan sedikit menurun dari 0,6 partikel/individu di Stasiun I menjadi 0,5 di Stasiun II, sedangkan dekat akar meningkat dari 0,7 menjadi 0,9. Secara total, Stasiun II memiliki foam sedikit lebih tinggi, tetapi perbedaannya hanya 0,1 partikel/individu. Karena kontribusinya kecil, foam tidak menentukan perbedaan total antarstasiun. Pola ini lebih menggambarkan keterbatasan kontak antara partikel berbusa dan habitat karang. Densitas rendah membuat foam cenderung berada di permukaan, sehingga hanya sebagian kecil yang mencapai koloni melalui pencampuran, penempelan pada material lain, atau proses resuspensi. Ketika masuk ke struktur karang, bentuk berpori dan tidak teratur dapat membuatnya tertahan di bagian aliran lambat dekat akar. Dibandingkan fiber, fragmen, dan

film, foam tampak sebagai sumber pencemaran yang kurang dominan di Labuan Beropa. Studi mengenai karakter mikroplastik di sedimen terumbu juga menemukan bahwa komposisi bentuk sangat bervariasi menurut sumber, densitas partikel, dan kondisi lokasi (Sulistiowati *et al.*, 2023; Tsering *et al.*, 2022).

Karakter kedua stasiun memberikan konteks bagi pola kelimpahan tersebut. Stasiun I berada di Dusun 1 Beropa, dekat permukiman yang relatif padat dan aktivitas penangkapan ikan. Stasiun II berada di Dusun 3 Baho dan dipengaruhi daerah aliran sungai yang bermuara langsung ke laut serta digunakan sebagai lokasi persinggahan kapal nelayan untuk mengambil air bersih. Kedua lokasi sama-sama menerima tekanan antropogenik, tetapi jalur masuk partikelnya tidak identik. Di Stasiun I, sampah domestik dan perikanan dapat masuk langsung dari aktivitas pesisir. Di Stasiun II, aliran sungai dapat mengintegrasikan limbah dari daratan dan mengantarkannya ke laut, sementara kapal dan kegiatan nelayan menambah sumber berbasis alat tangkap. Total yang lebih tinggi di Stasiun II sejalan dengan keberadaan dua jalur tersebut. Sungai, limpasan, pasang surut, angin, serta aktivitas laut merupakan media penting yang membawa mikroplastik ke perairan pesisir dan membentuk variasi spasial antarstasiun (Brawijaya *et al.*, 2022).

Parameter perairan membantu menjelaskan bagaimana masukan tersebut berinteraksi dengan koloni. Suhu dan salinitas sama pada kedua stasiun, masing-masing 30 derajat Celsius dan 31 ppt, sehingga kedua variabel tersebut tidak memberikan perbedaan langsung yang jelas terhadap pola antarstasiun pada saat pengukuran. Kecepatan arus berbeda, yaitu 0,07 m/s di Stasiun I dan 0,05 m/s di Stasiun II. Arus yang lebih lambat di Stasiun II dapat meningkatkan waktu tinggal partikel di sekitar terumbu dan memperbesar peluang kontak dengan ujung koloni. Hal ini sejalan dengan total ujung yang lebih tinggi di Stasiun II. Sebaliknya, arus sedikit lebih cepat di Stasiun I dapat meningkatkan penyebaran partikel melalui ruang koloni atau mendorong pelepasan kembali dari permukaan. Namun, hubungan tersebut bersifat deskriptif berdasarkan kondisi yang diukur, bukan pengujian sebab-akibat. Secara umum, arus berperan dalam transportasi, distribusi, pengendapan, dan resuspensi mikroplastik, sementara salinitas dan kondisi fisika-kimia membantu menentukan stabilitas lingkungan perairan (Ayuningtyas, 2019; Hamuna *et al.*,

2018).

Perbandingan komposisi memperlihatkan bahwa kenaikan total di Stasiun II terutama disebabkan oleh fiber, kemudian film dan fragmen pada ujung. Fiber bertambah 11,4 partikel/individu jika nilai kedua bagian dibandingkan antarstasiun, sedangkan fragmen bertambah 2,2 dan foam 0,1. Film justru menurun 1,1 partikel/individu secara total karena nilai dekat akar Stasiun II jauh lebih rendah. Dengan demikian, pernyataan bahwa Stasiun II lebih tercemar tidak berarti seluruh morfotipe meningkat secara seragam. Setiap morfotipe menunjukkan respons yang berbeda terhadap sumber pencemar, kondisi hidrodinamika, dan struktur koloni karang. Fiber mengalami peningkatan pada seluruh bagian koloni, sedangkan fragmen meningkat terutama pada bagian ujung. Film meningkat pada ujung, tetapi menurun pada bagian basal, sementara kelimpahan foam relatif tidak berubah. Pola tersebut menunjukkan bahwa karakter fisik partikel memengaruhi proses transportasi, pengendapan, dan retensinya pada koloni karang (Banegas et al., 2023; Kumar et al., 2025; Mallek & Barceló, 2026; Segovia et al., 2025).

Penggabungan seluruh morfotipe ke dalam satu nilai kelimpahan total dapat mengaburkan perbedaan sumber dan mekanisme distribusi partikel. Oleh karena itu, analisis komposisi morfotipe diperlukan untuk menjelaskan variasi paparan pada setiap bagian koloni. Pelaporan berdasarkan bentuk dan matriks sampel juga memungkinkan pola ekologis setiap morfotipe tetap terlihat dan tidak hilang dalam nilai agregat (Segovia et al., 2025; Yu et al., 2022).

Penggabungan seluruh morfotipe ke dalam satu nilai kelimpahan total dapat mengurangi informasi mengenai sumber dan mekanisme distribusi partikel. Dalam penelitian ini, peningkatan fiber, penurunan film, dan kelimpahan foam yang relatif stabil menunjukkan adanya dinamika yang berbeda pada setiap bentuk partikel. Hasil tersebut menegaskan pentingnya pelaporan komposisi morfotipe, bukan hanya kelimpahan mikroplastik secara agregat (Segovia et al., 2025; Yu et al., 2022).

Jika dibandingkan antarbagian tanpa memisahkan stasiun, ujung mengandung 102,1 partikel/individu secara kumulatif, sedangkan dekat akar 78,1 partikel/individu. Selisih 24,0 partikel/individu terutama berasal dari film, fragmen, dan fiber. Fiber pada ujung berjumlah 38,3 dibandingkan 32,3 dekat akar; fragmen 32,0

dibandingkan 24,8; film 30,7 dibandingkan 19,4; sedangkan foam 1,1 dibandingkan 1,6. Data kumulatif ini menguatkan tiga pola. Pertama, ujung merupakan zona paparan utama bagi bentuk yang dibawa kolom air. Kedua, fiber tetap dominan pada dekat akar karena kemampuan penetrasi dan jeratannya tinggi. Ketiga, foam menunjukkan kecenderungan kecil menuju bagian basal, walaupun jumlah absolutnya rendah. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa arsitektur *Acropora* tabulate bertindak sebagai penyaring tiga dimensi yang berbeda efektivitasnya menurut morfotipe. Penelitian mengenai interaksi mikroplastik dengan karang menunjukkan bahwa bentuk dan posisi partikel menentukan apakah partikel tertangkap, tertahan, tertelan, atau dikeluarkan kembali oleh koloni (Tang et al., 2021).

Pola antarbagian dan antarstasiun menunjukkan bahwa distribusi mikroplastik di Labuan Beropa dibentuk oleh tiga komponen yang saling berhubungan: ketersediaan sumber di setiap lokasi, transportasi partikel oleh perairan, dan retensi selektif oleh struktur koloni. Stasiun II memiliki total lebih tinggi karena pengaruh daerah aliran sungai dan aktivitas kapal atau nelayan, terutama terlihat pada fiber. Ujung koloni memiliki kelimpahan lebih tinggi karena menerima kontak langsung dengan kolom air. Bagian dekat akar tetap menyimpan partikel, tetapi komposisinya bergeser menuju dominasi fiber dan fragmen. Film paling sensitif terhadap posisi, sedangkan foam tetap rendah. Pola tersebut menjawab tujuan penelitian secara deskriptif dan menghasilkan data awal yang dapat digunakan untuk memantau perubahan komposisi mikroplastik pada karang. Penggunaan stasiun yang sama, bagian koloni yang sama, dan kategori morfotipe yang konsisten pada pengamatan berikutnya akan memungkinkan evaluasi apakah masukan fiber, fragmen, film, atau foam meningkat atau menurun dari waktu ke waktu. Pendekatan pemantauan yang terstandar diperlukan agar data mikroplastik dapat dibandingkan secara spasial dan temporal (Lei et al., 2021).

Kesimpulan

Mikroplastik yang ditemukan pada koloni *Acropora* tabulate di Perairan Labuan Beropa terdiri atas morfotipe fiber, fragmen, film, dan foam. Fiber merupakan morfotipe dengan kelimpahan tertinggi, sedangkan foam terendah. Kelimpahan mikroplastik secara umum lebih

tinggi pada ujung koloni dibandingkan bagian dekat akar, yang menunjukkan adanya perbedaan akumulasi mikroplastik berdasarkan posisi pada koloni karang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo; Laboratorium Unit Produktivitas dan Lingkungan Perairan; pemerintah dan masyarakat Desa Labuan Beropa; serta tim lapangan yang membantu pengambilan dan analisis sampel.

Referensi

- Ali, A. A. M., Khalid, A. A., Razak, N. I. A., Maulana, N. S. M., Roslan, N. S., Razmi, R. S. B., Ruseli, W. M. A. W., Ibrahim, Y. S., Jaafar, M., Shahrudin, R., Ismail, K., & Anuar, S. T. (2024). A Review on the Presence of Microplastics in Environmental Matrices Within Southeast Asia: Elucidating Risk Information Through an Analysis of Microplastic Characteristics Such as Size, Shape, and Type. *Water Emerging Contaminants & Nanoplastics*, 3(2).
<https://doi.org/10.20517/wecn.2023.73>
- Ayuningtyas, W. C. (2019). Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuwirip, Gresik, Jawa Timur. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 41–45.
<https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5>
- Azizah, P., Ridlo, A., & Suryono, C. A. (2020). Mikroplastik Pada Sedimen Di Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 326–332.
<https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.28197>
- Banegas, M. E. N., Saboia, L., BARROS, Y. G., Lemos, V. A. da S., Oliveira, A. H. B. de, Vidal, C. B., & Cavalcante, R. M. (2023). Microplastics and Nanoplastics in the Aquatic Environment: Contamination, Determination and Interaction With Other Contaminants. *Periódico Tchê Química*, 20(43), 58–92.
https://doi.org/10.52571/ptq.v20.n43.2023_05_cavalcante_pgs_58_92.pdf
- Benedetto, G. E. D., Fraissinet, S., Tardio, N., Rossi, S., & Malitesta, C. (2024). Microplastics Determination and Quantification in Two Benthic Filter Feeders Sabella Spallanzanii, Polychaeta and Paraleucilla Magna, Porifera. *Heliyon*, 10(11), e31796.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31796>
- Brawijaya, U., Oseanografi, P. P., Ilmu, L., Indonesia, P., Timur, A., & Utara, J. (2022). *Kajian Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Di Wilayah Perairan Laut Indonesia Diah Ayu Ambarsari 1* dan Milani Anggiani 2*. 47, 20–28.
- Buwono, N. R., Risjani, Y., & Soegianto, A. (2021). Distribution of microplastic in relation to water quality parameters in the Brantas River, East Java, Indonesia. *Environmental Technology & Innovation*, 24, 101915.
<https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101915>
- Corona, E., Martin, C., Marasco, R., & Duarte, C. M. (2020). Passive and Active Removal of Marine Microplastics by a Mushroom Coral (*Danafungia scruposa*). *Frontiers in Marine Science*, 7, 128.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00128>
- Cruz-García, R., & Amezcua, F. (2026). A Standardized Protocol for Microplastic and Non-Synthetic Microfiber Extraction and MFTIR Identification in Elasmobranch Gastrointestinal Tissues. *Methodsx*, 16, 103996.
<https://doi.org/10.1016/j.mex.2026.103996>
- Dronjak, L., Rovira, J., Lin, D., Park, J.-S., Ghosal, S., Expósito, N., Schuhmacher, M., & Sierra, J. (2024). A Microplastic Pollution Hotspot: Elevated Levels in Sediments From the San Francisco Bay Area. *Environments*, 11(5), 103.
<https://doi.org/10.3390/environments11050103>
- Ebere, E. C., Wirnkor, V. A., Ngozi, V. E., & Chukwuemeka, I. S. (2019). Macrodebris and microplastics pollution in Nigeria: first report on abundance, distribution and composition. *Environmental Analysis Health and Toxicology*, 34(4), e2019012.
<https://doi.org/10.5620/eaht.e2019012>
- Feng, L., He, L., Jiang, S., Chen, J., Zhou, C., Qian, Z.-J., Hong, P., Sun, S., & Li, C. (2020). Investigating the composition and distribution of microplastics surface biofilms in coral areas. *Chemosphere*, 252, 126565.

- <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126565>
- Fiore, L., Serranti, S., Mazziotti, C., Riccardi, E., Benzi, M., & Bonifazi, G. (2022). Classification and Distribution of Freshwater Microplastics Along the Italian Po River by Hyperspectral Imaging. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(32), 48588–48606. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18501-x>
- Hamdhani, H., Ghitari, G., Eryati, R., & Eppehimer, D. E. (2024). -Occurrence of Microplastic Ingestion by Commercial Fish Species From the Pangempang Estuary in Indonesia. *Trends in Sciences*, 21(7), 7762. <https://doi.org/10.48048/tis.2024.7762>
- Hameed, M. A., Farooqi, Z. U. R., Younas, F., Mohy-Ud-Din, W., Hussain, M. M., & Khilji, S. A. (2021). Microplastic Pollution: Sources, Fate, Impacts and Research Gaps. *Quality of Life (Banja Luka) - Apeiron*, 20(1). <https://doi.org/10.7251/qol2101039h>
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43>
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. (2019). Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote , Provinsi Nusa Tenggara Timur Condition of microplastic garbage in sea surface water at around Kupang and Rote , East Nusa Tenggara Province. *Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 5(2), 165–171. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050204>
- Khedre, A. M., Ramadan, S. A., Ashry, A., & Alaraby, M. (2023). Pollution of Freshwater Ecosystems by Microplastics: A Short Review on Degradation, Distribution, and Interaction With Aquatic Biota. *Sohag Journal of Sciences*, 8(3), 289–295. <https://doi.org/10.21608/sjsci.2023.195914.1061>
- Kumar, J., Amulraj, P., Selvasembian, R., Rao, S. V., & Panneerselvam, R. (2025). Trapping Tiny Pollutants: SERS-driven Strategies for Microplastics and Nanoplastics Detection. *Iscience*, 28(11), 113888. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.113888>
- Lei, X., Cheng, H., Luo, Y., Zhang, Y., Jiang, L., Sun, Y., Zhou, G., & Huang, H. (2021). Abundance and Characteristics of Microplastics in Seawater and Corals From Reef Region of Sanya Bay, China. *Frontiers in Marine Science*, 8, 728745. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.728745>
- Li, W., Zu, B., Yang, Q., Guo, J., & Li, J. (2023). Sources, distribution, and environmental effects of microplastics: a systematic review. *RSC Advances*, 13(23), 15566–15574. <https://doi.org/10.1039/D3RA02169F>
- Li, Y., Liu, S., Liu, M., Huang, W., Chen, K., Ding, Y., Wu, F., Ke, H., Lou, L., Lin, Y., Zhang, M., Liu, F., Wang, C., & Cai, M. (2021). Mid-Level Riverine Outflow Matters: A Case of Microplastic Transport in the Jiulong River, China. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.712727>
- López, A., Najjar, R. G., Friedrichs, M. A. M., Hickner, M. A., & Wardrop, D. H. (2021). Estuaries as Filters for Riverine Microplastics: Simulations in a Large, Coastal-Plain Estuary. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.715924>
- Mallek, M., & Barceló, D. (2026). Analysis and Risks of Emerging Contaminants and Microplastics in Natural and Treated Waters and Human Health: A Critical Review. *Journal of Xenobiotics*, 16(3), 93. <https://doi.org/10.3390/jox16030093>
- Muchlissin, S. I., Widyananto, P. A., Sabdono, A., & Radjasa, O. K. (2020). Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Ekosistem Terumbu Di Taman Nasional Laut Karimunjawa. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/jkt.v24i1.9865>
- Nakayama, T. (2024). Evaluation of Flux and Fate of Plastic in Terrestrial–aquatic–estuarine Continuum by Using an Advanced Process-based Model. *Ecohydrology*, 17(6). <https://doi.org/10.1002/eco.2678>
- Pasaribu, R. S. B., Nedi, S., & Elizal, E. (2022). Analysis of Microplastics on Sediments in the Waters of Selat Panjang of Tebing Tinggi Subdistrict, Meranti Islands Regency, Riau Province. *Jurnal Natur Indonesia*, 19(2), 51. <https://doi.org/10.31258/jnat.19.2.51-56>

- Prata, J. C., Costa, J. P. d., Lopes, I., Andrad, A. L., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2021). A One Health Perspective of the Impacts of Microplastics on Animal, Human and Environmental Health. *The Science of the Total Environment*, 777, 146094. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146094>
- Prihandari, R., Karnpanit, W., Kittibunchakul, S., & Kemsawasd, V. (2021). Development of Optimal Digesting Conditions for Microplastic Analysis in Dried Seaweed Gracilaria Fisheri. *Foods*, 10(9), 2118. <https://doi.org/10.3390/foods10092118>
- Ranatunga, R. R. M. K. P., Wijetunge, D., & Karunarathna, K. P. R. (2021). Microplastics in Beach Sand and Potential Contamination of Planktivorous Fish Sardinella Gibbosa Inhabiting in Coastal Waters of Negombo, Sri Lanka. *Sri Lanka Journal of Aquatic Sciences*, 26(1), 37–54. <https://doi.org/10.4038/sljas.v26i1.7587>
- Reichert, J., Schellenberg, J., Schubert, P., & Wilke, T. (2018). Responses of reef building corals to microplastic exposure. *Environmental Pollution*, 237, 955–960. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.006>
- Riska, R., Tasabaramo, I. A., Lalang, L., Muchtar, M., & Asni, A. (2022). Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Ekosistem Terumbu Karang Di Pulau Bokori Sulawesi Tenggara. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6(4), 331–342. <https://doi.org/10.46252/jsaif-pik-unipa.2022.vol.6.no.4.252>
- Rocha, R. J. M., Rodrigues, A. C. M., Campos, D., Cícero, L. H., Costa, A. P. L., Silva, D. A. M., Oliveira, M., Soares, A. M. V. M., & Patrício Silva, A. L. (2020). Do microplastics affect the zoanthid *Zoanthus sociatus*? *Science of The Total Environment*, 713, 136659. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136659>
- Segovia, J. L. M., Dimalawang, N. P., Bigcas, E. V., Bedoya, N. A., Lomantong, A.-N. D., Inocente, S. A. T., Banda, M. H. T., & Capangpangan, R. Y. (2025). Characterization of Microplastic Pollution in Surface Waters of Agus River, Mindanao, Philippines. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1506(1), 12026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1506/1/012026>
- Shao, X., Chen, H., Magson, K., Wang, J., Song, J., Chen, J., & Sasaki, J. (2024). Deep Learning for Multilabel Classification of Coral Reef Conditions in the Indo-Pacific Using Underwater Photo Transect Method. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 34(9), e4241. <https://doi.org/10.1002/aqc.4241>
- Soares, M. D. O., Matos, E., Lucas, C., Rizzo, L., Allcock, L., & Rossi, S. (2020). Microplastics in corals: An emergent threat. *Marine Pollution Bulletin*, 161, 111810. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111810>
- Sulistiowati, S., Zamani, N. P., Bengen, D. G., Lim, C. L., & Cordova, M. R. (2023). Characteristic of Microplastic on Coral Reef Sediment and Sea Urchin (*Diadema* sp.) in Tidung Island, Jakarta Bay, Indonesia. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 28(4), 289–300. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.28.4.289-300>
- Tang, J., Wu, Z., Wan, L., Cai, W., Chen, S., Wang, X., Luo, J., Zhou, Z., Zhao, J., & Lin, S. (2021). Differential enrichment and physiological impacts of ingested microplastics in scleractinian corals in situ. *Journal of Hazardous Materials*, 404, 124205. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124205>
- Tsering, T., Sillanpää, M., Viitala, M., & Reinikainen, S.-P. (2022). Variation of microplastics in the shore sediment of high-altitude lakes of the Indian Himalaya using different pretreatment methods. *Science of The Total Environment*, 849, 157870. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157870>
- Turmanova, S., Hristov, Y., Kiryakova, D., Ivanova, E., Atanasova, P., Kolchakova, G., Ilieva, A., Mollova, E., Dimitrov, A., Todorov, N., & Grigorova, G. (2026). Comparative Evaluation of Enzymatic, Acidic, and Alkaline Digestion Protocols for Organic Matrix Removal From Lyophilized and Frozen Mussel Samples (*Mytilus Galloprovincialis*). *Frontiers in Toxicology*, 8. <https://doi.org/10.3389/ftox.2026.1808944>

-
- Wijayanti, D. P., Indrayanti, E., Haryanti, D., Sibero, M. T., Widyarizia, M. E., Az Zahra, A. Q., & Bachtiar, M. (2024). Characteristic and histological evidence of microplastic in scleractinian corals of Java Sea. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 50(1), 95–102.
<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2023.08.005>
- Wu, P., Huang, J., Zheng, Y., Yang, Y., Zhang, Y., He, F., Chen, H., Quan, G., Yan, J., Li, T., & Gao, B. (2019). Environmental occurrences, fate, and impacts of microplastics. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 184, 109612.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109612>
- Yona, D., Nandaningtyas, Z., Siagian, B. D. M., Sari, S. H. J., Yunanto, A., Iranawati, F., Fuad, M. A. Z., Putri, J. C. A., & Maharani, M. D. (2019). Microplastic in the Bali Strait: Comparison of Two Sampling Methods. *Ilmu Kelautan Indonesian Journal of Marine Sciences*, 24(4), 153.
<https://doi.org/10.14710/ik.ijms.24.4.153-158>
- Yu, J. T., Diamond, M. L., & Helm, P. A. (2022). A Fit-for-Purpose Categorization Scheme for Microplastic Morphologies. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 19(2), 422–435.
<https://doi.org/10.1002/ieam.4648>