

Identification and Characteristics of Marine Debris on the Poka Beach Coast, Ambon Bay: A Quantitative Analysis of Material Composition

(Identifikasi dan Karakteristik Sampah Laut (Marine Debris) di Pesisir Pantai Poka, Teluk Ambon: Analisis Kuantitatif Komposisi Material)

Laole¹, Aniesa Nabila^{1*}, Kamal Mewar¹, Salim Souwakil¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Muhammadiyah Maluku.

*Email korespondensi: iklum30@gmail.com

Abstract

Marine debris constitutes an anthropogenic pollutant, causing significant negative impacts on the structure and function of aquatic ecosystems. This research aimed to analyse the composition, spatial distribution, and quantitative characteristics of marine debris along Poka Beach, Inner Ambon Bay. Data collection was conducted in July 2025 using a 100-meter transect method divided into five observation plots measuring 5×5 meters each. Macro marine debris samples (2.5 cm– 1 meter) were identified, classified by material type, and analysed quantitatively for composition, density, and biomass. Results revealed 581 marine debris items with a total biomass of 7,098.62 grams, unevenly distributed across sampling locations. Plastic dominated the composition with 357 items (61.4%) and biomass of 3,382.56 grams (47.7%), followed by plastic foam with 185 items (31.8%) and biomass of 219.03 grams (3.1%). Debris density varied significantly between 1.8–8.8 items/m², averaging 4.64 ± 2.87 items/m². Plot 2 showed the highest accumulation (220 items, 8.8 items/m²), while Plot 4 showed the lowest (45 items, 1.8 items/m²). High-density materials such as wood (1.5% of items) and rubber (2.2% of items) contributed significantly to biomass at 26.2% and 15.2%, respectively. Spatial distribution heterogeneity (CV=61.9%) indicates the influence of local hydrodynamic factors and proximity to anthropogenic pollutant sources. Plastic dominance is consistent with global patterns; however, high spatial variability demonstrates the importance of adaptive management approaches. This research provides baseline data for developing marine debris pollution mitigation strategies in Eastern Indonesia and supports sustainable management program implementation.

Keywords: Ambon Bay, marine debris, material composition, plastic pollution, spatial distribution.

Abstrak

Sampah laut (marine debris) merupakan polutan antropogenik yang menimbulkan dampak negatif signifikan terhadap struktur dan fungsi ekosistem perairan. Penelitian ini bertujuan menganalisis komposisi, distribusi spasial, dan karakteristik kuantitatif sampah laut di pesisir Pantai Poka, Teluk Ambon Dalam. Pengumpulan data dilakukan pada Juli 2025 menggunakan metode transek sepanjang 100 meter yang dibagi menjadi lima plot pengamatan berukuran 5×5 meter. Sampel sampah laut makro (2,5 cm–1 meter) diidentifikasi, diklasifikasikan berdasarkan jenis material, dan dianalisis secara kuantitatif meliputi komposisi, kepadatan, dan biomassa. Hasil penelitian menunjukkan total 581 item sampah laut dengan biomassa 7.098,62 gram yang terdistribusi tidak merata. Plastik mendominasi komposisi dengan 357 item (61,4%) dan biomassa 3.382,56 gram (47,7%), diikuti busa plastik 185 item (31,8%) dengan biomassa 219,03 gram (3,1%). Kepadatan sampah bervariasi signifikan antara 1,8–8,8 item/m² dengan rata-rata 4,64

$\pm 2,87$ item/m². Plot 2 menunjukkan akumulasi tertinggi (220 item, 8,8 item/m²), sedangkan Plot 4 terendah (45 item, 1,8 item/m²). Material berdensitas tinggi seperti kayu (1,5% item) dan karet (2,2% item) berkontribusi signifikan terhadap biomassa masing-masing 26,2% dan 15,2%. Heterogenitas distribusi spasial (CV=57,63%) mengindikasikan pengaruh faktor hidrodinamika lokal dan kedekatan sumber polutan antropogenik. Dominasi plastik konsisten dengan pola global, namun variabilitas spasial tinggi menunjukkan pentingnya pendekatan pengelolaan adaptif. Penelitian ini memberikan baseline data untuk strategi mitigasi pencemaran sampah laut di Indonesia Timur dan mendukung implementasi program pengelolaan berkelanjutan.

Kata Kunci: Distribusi spasial, komposisi material, pencemaran plastik, sampah laut, teluk Ambon

I. Pendahuluan

Sampah laut atau marine debris didefinisikan sebagai material padat antropogenik yang tidak terdapat secara alami di lingkungan perairan dan dapat menimbulkan ancaman langsung terhadap kondisi ekologi serta produktivitas ekosistem laut [1]. Akumulasi sampah laut menimbulkan dampak negatif yang signifikan terhadap biodiversitas ekosistem laut dan kondisi sosial ekonomi masyarakat pesisir [2]. Permasalahan ini telah menjadi isu global yang memerlukan perhatian serius dari berbagai pihak karena dampaknya yang meluas dan berkelanjutan.

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan sampah laut. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), timbulan sampah Indonesia pada tahun 2024 mencapai 29,2 juta ton per tahun yang bersumber dari 265 kabupaten/kota di seluruh Indonesia [3]. Kondisi ini diperparah dengan fakta bahwa Indonesia merupakan salah satu kontributor terbesar sampah plastik ke lautan dengan estimasi 10% dari 6,8 juta metrik ton sampah plastik yang dihasilkan mencemari perairan [4,11].

Plastik merupakan komponen dominan dalam komposisi sampah laut, mencapai sepertiga dari total akumulasi sampah laut [5]. Karakteristik plastik yang persisten dan sulit terdegradasi, namun produksinya terus meningkat secara eksponensial, menambah kompleksitas permasalahan ini [6]. Data Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) menunjukkan peningkatan produksi plastik global dari 234 juta ton pada tahun 2000 menjadi 460 juta ton pada tahun 2019 [7]. Plastik yang mengandung senyawa toksik dapat terfragmentasi menjadi mikroplastik dan berpotensi dikonsumsi oleh biota laut, sehingga dapat mengkontaminasi tingkat trofik yang lebih tinggi dalam rantai makanan [8].

Berdasarkan distribusi spasialnya, sampah laut dapat ditemukan mengapung di permukaan air, melayang di kolom air, maupun terakumulasi di dasar perairan [9]. Analisis distribusi spasial sampah laut menjadi fundamental dalam memahami pola akumulasi yang dipengaruhi oleh faktor oseanografi, geomorfologi pesisir, dan aktivitas antropogenik [10].

Menurut Peraturan Presiden Nomor 83 Tahun 2018 tentang Penanganan Sampah Laut, marine debris didefinisikan sebagai sampah yang berasal dari daratan, badan air, dan pesisir yang mengalir ke laut atau sampah yang berasal dari kegiatan di laut. Karakterisasi kuantitatif material sampah laut meliputi analisis komposisi berdasarkan jenis material, distribusi ukuran, dan variasi massa yang memberikan informasi komprehensif tentang sumber, jalur transportasi, dan persistensi debris di lingkungan laut [14,17]. Pendekatan kuantitatif ini memungkinkan perbandingan data antar lokasi dan periode waktu, serta mendukung pengembangan database nasional yang standardized dan reliable.

Teluk Ambon merupakan salah satu wilayah pesisir strategis di Indonesia Timur yang memiliki aktivitas antropogenik tinggi, mulai dari kegiatan pelabuhan, pariwisata, pemukiman penduduk, hingga perikanan. Secara geografis, Teluk Ambon terdiri dari dua bagian dengan karakteristik geomorfologi dan hidro-oseanografi yang berbeda, yaitu Teluk

Ambon Dalam (TAD) dan Teluk Ambon Luar (TAL) yang dipisahkan oleh ambang selat dengan kedalaman ± 30 meter [13]. Teluk Ambon Dalam memiliki karakteristik geomorfologi semi-tertutup dengan bentuk seperti cekungan (basin-shaped) dan luas permukaan sekitar 10.000 hektar. Karakteristik geomorfologi ini menyebabkan TAD memiliki pola sirkulasi air yang relatif terbatas dan waktu retensi yang lebih lama dibandingkan TAL. Kondisi ini mengakibatkan sampah laut yang masuk ke TAD cenderung terakumulasi dan sulit keluar ke perairan lepas, berbeda dengan Teluk Ambon Luar yang lebih terbuka dengan koneksi langsung ke Laut Banda [13].

Kondisi hidro-oseanografi Teluk Ambon dipengaruhi oleh pola arus pasang surut yang kompleks dengan tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Kecepatan arus di TAD berkisar antara 0,05-0,25 m/detik, lebih rendah dibandingkan TAL yang mencapai 0,3-0,5 m/detik [14]. Pola hidrodinamika yang berbeda ini menciptakan zona deposisi yang bervariasi, sehingga distribusi spasial sampah laut menunjukkan heterogenitas yang tinggi antar segmen pesisir.

Pesisir Pantai Poka yang menjadi lokasi penelitian ini terletak secara spesifik di bagian selatan Teluk Ambon Dalam, Desa Poka, Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon, Provinsi Maluku. Lokasi ini dipilih karena representasi karakteristik pesisir TAD dengan geomorfologi semi-tertutup, tekanan antropogenik yang tinggi dari aktivitas pemukiman dengan populasi Desa Poka mencapai ± 3.500 jiwa, aktivitas pariwisata lokal, serta aktivitas perikanan skala kecil. Pantai Poka memiliki substrat dominan berpasir-berkerikil dengan kemiringan pantai berkisar $20-35^\circ$ (kategori landai hingga moderat), sehingga sesuai dengan kriteria lokasi pemantauan sampah laut menurut standar KLHK (2020). Posisi Pantai Poka di bagian selatan TAD menjadikan lokasi ini sebagai zona deposisi potensial sampah laut yang berasal dari berbagai sumber di sekitar Teluk Ambon Dalam.

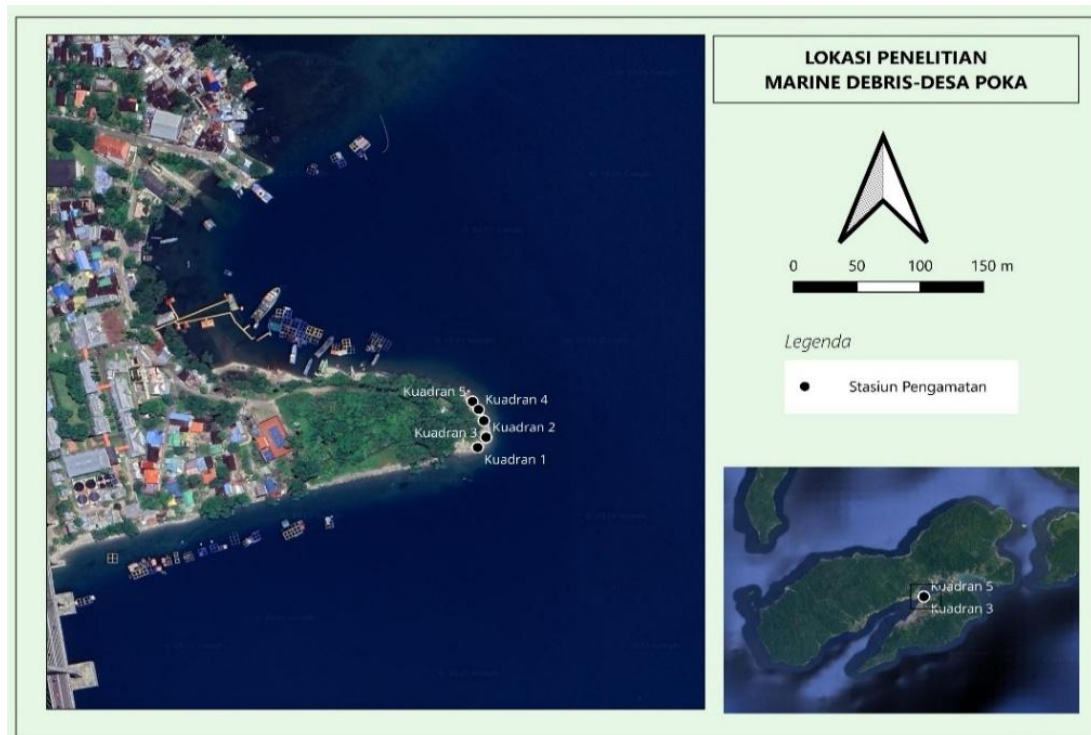
Penelitian sampah laut di wilayah Indonesia Timur, khususnya Provinsi Maluku, masih sangat terbatas dibandingkan dengan wilayah Indonesia bagian barat. Sebagian besar studi terdahulu terfokus pada wilayah Jawa, Sumatera, dan Bali [15], sementara karakteristik sampah laut di ekosistem kepulauan Indonesia Timur belum terdokumentasi secara komprehensif. Keterbatasan data kuantitatif ini menjadi kendala dalam pengembangan strategi pengelolaan sampah laut yang adaptif terhadap kondisi ekosistem kepulauan dan karakteristik sosial-ekonomi masyarakat lokal. Studi terdahulu di Teluk Ambon oleh Tuhumury & Kaliky di Desa Rumah Tiga menunjukkan dominasi plastik sebesar 58,3%, namun penelitian tersebut terbatas pada satu lokasi sampling tanpa analisis distribusi spasial yang komprehensif [13]. Standardisasi metodologi sampling dan analisis menjadi krusial untuk memastikan komparabilitas data dan integrasi dengan database nasional maupun regional.

Berdasarkan gap penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi komposisi material sampah laut berdasarkan klasifikasi GESAMP/KLHK; (2) menganalisis distribusi spasial dan kepadatan sampah laut di zona intertidal; (3) menghitung berat dan karakteristik kuantitatif sampah per kategori material; dan (4) menganalisis faktor yang mempengaruhi heterogenitas distribusi spasial. Penelitian ini diharapkan memberikan baseline data kuantitatif pertama untuk Teluk Ambon Dalam yang mendukung pengembangan strategi pengelolaan sampah laut adaptif berbasis kondisi ekosistem kepulauan Indonesia Timur.

II. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2025 di kawasan pesisir Pantai Poka, Desa Poka, Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon, Provinsi Maluku. Lokasi penelitian berada di

bagian selatan Teluk Ambon Dalam dengan koordinat geografis 3°42'30"S - 3°42'45"S dan 128°18'15"E - 128°18'30"E (WGS 84) (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Pantai Poka, Desa Poka, Kecamatan Teluk Ambon, Teluk Ambon Dalam. Kuadran 1-5 menunjukkan posisi petak pengamatan ukuran 5×5 meter. Skala 1:10.000."

2.1. Penetapan Lokasi

Penentuan lokasi penelitian mengacu pada Pedoman Pemantauan Sampah Laut [14] melalui metode survei dan pengamatan langsung di lapangan. Kriteria pemilihan lokasi meliputi: (1) aksesibilitas pantai untuk kegiatan sampling, (2) panjang garis pantai minimal 100 meter, (3) keterwakilan karakteristik pesisir untuk area Teluk Ambon Dalam, dan (4) tidak adanya aktivitas pembersihan rutin dalam periode minimal 30 hari sebelum pengambilan sampel (KLHK, 2020). Pesisir Desa Poka dipilih karena memiliki karakteristik representatif dengan substrat berpasir-berkerikil, kemiringan pantai 20-35° (kategori landai-moderat), dan menghadapi tekanan antropogenik tinggi dari aktivitas pemukiman dan pariwisata local.

Stasiun penelitian ditetapkan menggunakan satu garis transek utama sepanjang 100 meter yang dibagi menjadi lima kuadran pengamatan berukuran 5×5 meter yang ditempatkan secara acak dalam area transek. Pemilihan lokasi mengacu pada Pedoman Pemantauan Sampah Laut yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (17) dengan kriteria spesifik meliputi substrat berpasir atau berkerikil, tidak adanya struktur buatan seperti pemecah ombak, jetty, dermaga atau bangunan lainnya, memiliki panjang minimal 100 meter searah garis pantai, kemiringan pantai berkisar antara 15°-45° dengan kategori landai hingga moderat, tidak terdapat aktivitas pembersihan pantai selama periode pengambilan sampel, tidak adanya sistem pengelolaan sampah di area tersebut, serta bukan merupakan habitat spesies terancam yang berpotensi terganggu oleh aktivitas sampling.

Pengamatan lapangan dilakukan melalui observasi kondisi pesisir Desa Poka selama periode pasang surut untuk memahami dinamika distribusi sampah laut di zona intertidal.

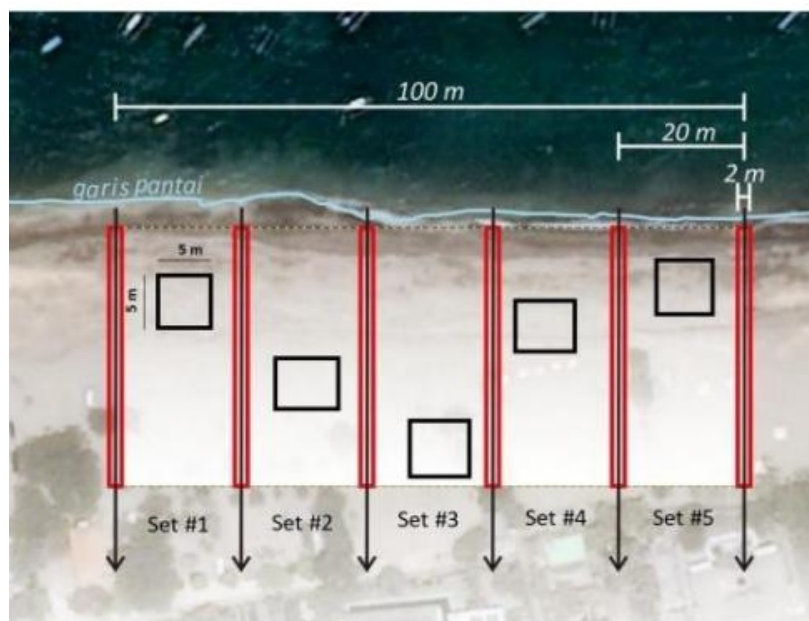
Pendekatan ini memungkinkan karakterisasi sampah laut yang lebih komprehensif dengan mempertimbangkan pengaruh dinamika pasang surut terhadap akumulasi dan distribusi sampah di kawasan pesisir.

2.2. Desain dan Pengambilan Sampel

Prosedur pengambilan sampel menggunakan teknik purposive sampling yang disesuaikan dengan Pedoman Pemantauan Sampah Laut KLHK [14]. Objek penelitian berupa sampah laut makro dengan dimensi 2,5 cm hingga 1 meter.

Pada stasiun yang telah ditetapkan, dipasang garis transek utama sepanjang 100 meter dengan posisi paralel terhadap garis pantai pada zona intertidal. Lebar transek disesuaikan dengan batas belakang pantai berdasarkan karakteristik topografi lapangan dengan lebar minimum 5 meter. Penandaan batas area sampling menggunakan kombinasi tali rafia dan patok kayu sebagai marker permanen.

Garis transek utama dibagi menjadi lima segmen dengan panjang masing-masing 20 meter. Pada setiap segmen, ditempatkan satu kuadran pengamatan berukuran 5×5 meter (25 m^2) secara acak untuk memastikan representasi kondisi sampah pantai. Dengan demikian, total terdapat lima kuadran pengamatan (Kuadran 1-5) dengan total area sampling 125 m^2 . Pembuatan kuadran pengamatan menggunakan tali rafia yang diperkuat dengan patok kayu pada setiap sudutnya untuk memastikan dimensi tetap presisi selama pengambilan sampel (**Gambar 2**).



Gambar 2. Pembuatan Kuadran Pengamatan Berukuran (5x5) m dalam Setiap Lajur

Aktivitas sampling dilakukan secara sistematis dan bertahap, dimulai dari segmen pertama hingga segmen kelima dengan interval waktu yang konsisten. Penempatan kuadran pengamatan dilakukan secara random sampling untuk memastikan obyektivitas dan representasi kondisi sampah pantai di seluruh area penelitian. Sebelum pelaksanaan pengambilan sampel, dilakukan tahap persiapan dan penetapan stasiun penelitian sesuai dengan protokol standar yang ditetapkan dalam Pedoman Pemantauan Sampah Laut KLHK (17).

2.3. Identifikasi dan Klasifikasi Sampel

Sampel sampah laut yang telah terkumpul dikelompokkan ke dalam kategori berdasarkan jenis material sesuai dengan klasifikasi GESAMP (*Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*) dan Pedoman Pemantauan Sampah

Laut KLHK (2020) yang mencakup kategori: plastik, busa plastik, kaca dan keramik, logam, karet, kayu, kertas/kardus, dan bahan lainnya. Setiap sampel yang diperoleh didokumentasikan secara visual dengan menggunakan kamera digital untuk keperluan verifikasi dan analisis lebih lanjut.

Proses identifikasi dan klasifikasi sampel dilakukan di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Kehutanan Universitas Muhammadiyah Maluku dengan kondisi terkontrol untuk memastikan akurasi pengelompokan. Setiap kategori sampah ditimbang menggunakan timbangan digital dengan akurasi 0,1 gram dan dihitung jumlah itemnya berdasarkan kategori pengelompokan yang telah ditetapkan. Pengukuran dimensi sampel dilakukan untuk sampel dengan ukuran signifikan menggunakan mistar dengan tingkat akurasi 1 milimeter.

2.4. Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengumpulan sampel dianalisis secara deskriptif menggunakan pendekatan kuantitatif sesuai dengan pedoman pemantauan sampah laut yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2020. Analisis data meliputi tiga parameter utama yaitu komposisi sampah, kepadatan sampah, dan berat jenis sampah untuk setiap kategori material.

Perhitungan persentase komposisi sampah dilakukan menggunakan formula:

$$\text{Komposisi (\%)} = \frac{\text{Jumlah Item Sampah per Kategori}}{\text{Total Jumlah Item Sampah}} \times 100\%$$

Parameter kepadatan sampah dihitung berdasarkan jumlah item sampah per satuan luas area sampling dengan formula:

$$\text{Kepadatan (item/m}^2\text{)} = \frac{\text{Total Jumlah Item Sampah}}{\text{Luas Area Sampling}}$$

Berat jenis sampah untuk setiap kategori material dihitung menggunakan formula:

$$\text{Berat Jenis (g/m}^2\text{)} = \frac{\text{Total Berat Sampah per kategori}}{\text{Luas Area Sampling}}$$

Pola distribusi spasial sampah laut antar kuadran dianalisis menggunakan *Coefficient of Variation* (CV) untuk mengukur tingkat heterogenitas:

$$\text{CV (\%)} = (\sigma / \mu) \times 100\%$$

Dimana:

- σ = standar deviasi kepadatan sampah
- μ = rata-rata kepadatan sampah

Klasifikasi heterogenitas berdasarkan nilai CV:

- - CV < 30%: Distribusi homogen
- - CV 30-60%: Distribusi moderat heterogen
- - CV > 60%: Distribusi sangat heterogen [12]

Seluruh perhitungan dilakukan menggunakan menggunakan Microsoft Excel 2019 untuk tabulasi data dan IBM SPSS Statistics 26 untuk analisis statistik deskriptif dan Analisis korelasi. Data disajikan dalam bentuk tabel dan diagram untuk memudahkan interpretasi hasil penelitian. Analisis deskriptif dilengkapi dengan pembahasan komparatif terhadap hasil penelitian sejenis di kawasan lain untuk memberikan konteks yang lebih luas terhadap temuan penelitian.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Umum Sampah Laut di Pesisir Pantai Poka

Total sampah laut yang berhasil dikumpulkan dari lima kuadran Pengamatan adalah 581 item dengan total berat 7.098,62 gram. Distribusi sampah menunjukkan pola yang tidak merata antar kuadran dengan kuadran 2 menunjukkan akumulasi tertinggi sebanyak 220 item (37,9% dari total), diikuti oleh kuadran 1 dengan 135 item (23,2%), kuadran 3 dengan 98 item (16,9%), kuadran 5 dengan 83 item (14,3%), dan kuadran 4 dengan akumulasi terendah 45 item (7,7%). Kepadatan sampah laut bervariasi antar lokasi sampling dengan rentang 1,8-8,8 item/m². Kepadatan tertinggi ditemukan di kuadran 2 (8,8 item/m²), sedangkan kepadatan terendah terdapat di kuadran 4 (1,8 item/m²).

Table 1. Distribusi Sampah Laut Berdasarkan kuadran Pengamatan

Kuadran	Total Item	Total Berat (g)	Kepadatan (item/m ²)	Berat/Item (g)	Material Dominan	% Mat Dom. (%)
Kuadran 1	135	1969.5	5,4	14.59	Plastik	66.7
Kuadran 2	220	2935.7	8,8	13.34	Plastik	54.5
Kuadran 3	98	1096.0	3,9	11.18	Plastik	57.1
Kuadran 4	45	428.7	1,8	9.53	Plastik	73.3
Kuadran 5	83	668.8	3,3	8.06	Plastik	69.9
Total	581	7098.62	4.64	12.22	Plastik	61.4

3.2. Komposisi Material Sampah Laut

Analisis komposisi material sampah laut menunjukkan dominasi plastik sebagai komponen utama sampah laut di lokasi penelitian. Data komposisi lengkap material sampah disajikan dalam Tabel 3. Plastik mendominasi komposisi dengan 357 item (61,4% dari total item) dan berkontribusi 3.382,56 gram (47,7% dari total berat). Dominasi plastik ini konsisten di seluruh kuadran, dengan persentase berkisar antara 54,5% hingga 73,3% dari total item di setiap kuadran (Tabel 3).

Tabel 3. Komposisi Material Sampah Laut Berdasarkan Jenis Bahan

Jenis Material	Total Item	Persentase Item (%)	Total Berat (g)	Persentase Berat (%)
Plastik	357	61,4	3.382,56	47,7
Busa Plastik	185	31,8	219,03	3,1
Kayu	9	1,5	1.862,21	26,2
Karet	13	2,2	1.080,33	15,2
Kaca dan Keramik	9	1,5	487,95	6,9
Kertas Kardus	5	0,9	58,34	0,8
Logam	1	0,2	1,44	0,0
Bahan Lainnya	2	0,3	6,76	0,1
Total	581	100,0	7.098,62	100,0

Busa plastik menempati posisi kedua dalam hal jumlah item dengan 185 item (31,8%), namun kontribusi terhadap total berat hanya 3,1% (219,03 gram), mengindikasikan karakteristik material yang ringan dengan volume besar. Sebaliknya, kayu meskipun hanya ditemukan 9 item (1,5% dari total) memiliki kontribusi berat yang

signifikan yaitu 1.862,21 gram (26,2% dari total berat), menunjukkan massa jenis material yang tinggi. Pola serupa ditunjukkan oleh karet dengan 13 item (2,2%) tetapi berkontribusi 15,2% terhadap total berat (1.080,33 gram).

Dominasi plastik (61,4% dari total item; 47,7% dari total berat) yang ditemukan di Pesisir Pantai Poka konsisten dengan pola global distribusi sampah laut. Temuan ini sejalan dengan penelitian akumulasi plastik di Great Pacific Garbage Patch [5] dan di Teluk Jakarta yang menunjukkan dominasi plastik mencapai 55-70% dari total sampah laut [15]. Perbandingan dengan penelitian lokal menunjukkan pola serupa di Desa Rumah Tiga, Kota Ambon dengan dominasi plastik sebesar 58,3% [13], sedikit lebih rendah dibandingkan temuan penelitian ini

Karakteristik plastik yang persisten dan sulit terdegradasi [6] menjelaskan akumulasi tinggi material ini di lingkungan pesisir. Peningkatan produksi plastik global dari 234 juta ton (2000) menjadi 460 juta ton (2019) [7] berkontribusi terhadap peningkatan pencemaran plastik di perairan. Material logam menunjukkan frekuensi kemunculan terendah dengan hanya 1 item yang ditemukan di Kuadran 2, berkontribusi 0,2% dari total item dan 0,0% dari total berat. Kertas kardus ditemukan dalam jumlah terbatas (5 item, 0,9%) dengan berat total 58,34 gram (0,8%), kemungkinan karena karakteristik material yang mudah terdegradasi di lingkungan laut. Kaca dan keramik ditemukan dalam jumlah yang sama dengan kayu (9 item, 1,5%) namun dengan kontribusi berat 6,9% (487,95 gram)

3.3. Persentase Dominan Sampah Laut Per Kuadran

Analisis Presentase Dominan sampah laut menunjukkan heterogenitas yang signifikan antar Kuadran sampling. Data Persentase Dominan secara komprehensif disajikan dalam Tabel 4. Kuadran 2 menunjukkan karakteristik sebagai zona akumulasi tertinggi akumulasi sampah laut dengan kepadatan tertinggi 8,8 item/m² dan total berat 2.935,73 gram. Kondisi ini kontras dengan kuadran 4 yang menunjukkan akumulasi terendah dengan kepadatan 1,8 item/m² dan total berat 428,67 gram.

Plastik mendominasi di semua Kuadran dengan persentase bervariasi antara 54,5% hingga 73,3%. Persentase tertinggi plastik ditemukan di kuadran 4 (73,3%) meskipun kuadran ini memiliki total item terendah, mengindikasikan selektivitas akumulasi material tertentu di lokasi ini. Sebaliknya, kuadran 2 meskipun memiliki kepadatan tertinggi menunjukkan diversitas material yang lebih tinggi dengan persentase plastik relatif lebih rendah (54,5%). Gradient kepadatan sampah menunjukkan pola Kuadran 2 > Kuadran 1 > Kuadran 3 > Kuadran 5 > Kuadran 4.

3.4. Analisis Kepadatan dan Berat Sampah

Analisis kepadatan sampah laut menunjukkan rata-rata kepadatan 4,64 item/m² dengan standar deviasi 2,87, mengindikasikan variabilitas spasial yang tinggi. Kepadatan minimum 1,8 item/m² di Kuadran 4 dan maksimum 8,8 item/m² di Kuadran 2, menunjukkan rasio 4,9:1, yang berarti kepadatan sampah di Kuadran 2 hampir 5 kali lipat lebih tinggi dibandingkan Kuadran 4.

Berat total sampah laut mencapai 7.098,62 gram dengan rata-rata 1.419,72 gram per Kuadran. Distribusi berat menunjukkan korelasi positif dengan distribusi jumlah item ($r = 0,94$, $p < 0,01$), mengindikasikan bahwa lokasi dengan akumulasi item tinggi cenderung memiliki berta tinggi pula. Namun, rasio berat per item bervariasi signifikan antar Kuadran, dengan Kuadran 4 menunjukkan rasio tertinggi 9,53 gram/item dibandingkan Kuadran 5 dengan rasio terendah 8,06 gram/item.

Analisis kontribusi berat per kategori material menunjukkan bahwa meskipun plastik mendominasi dalam jumlah item, kontribusinya terhadap total berat hanya 47,7%. Kayu dengan frekuensi rendah (1,5% item) berkontribusi signifikan terhadap berat (26,2%), diikuti karet (15,2% berat dari 2,2% item). Pola ini mengindikasikan pentingnya

mempertimbangkan baik jumlah maupun berat dalam penilaian dampak sampah laut terhadap ekosistem pesisir.

Perbedaan antara kelimpahan jumlah dan kontribusi berat mencerminkan variasi densitas material yang mempengaruhi perilaku transportasi dan dampak ekologis di lingkungan laut [18]. Material dengan berat tinggi dapat menimbulkan gangguan fisik terhadap habitat dasar perairan meskipun jumlahnya sedikit, sementara material ringan cenderung tersebar lebih luas dan meningkatkan risiko interaksi dengan biota [20]. Pendekatan pengukuran ganda yang mempertimbangkan kedua parameter ini telah terbukti memberikan gambaran yang lebih lengkap untuk evaluasi risiko ekologis dan penentuan prioritas pengelolaan [17,19].

3.5. Karakteristik Distribusi Material Dominan

Plastik sebagai material dominan menunjukkan distribusi yang ubiquitous di seluruh Kuadran sampling dengan variasi kepadatan 1,3-4,8 item/m². Distribusi plastik tertinggi ditemukan di kuadran 2 (120 item, 4,8 item/m²) dan terendah di kuadran 4 (33 item, 1,3 item/m²). Berat plastik bervariasi antara 272,39 gram hingga 1.024,5 gram per Kuadran, dengan kontribusi terhadap total berat kuadran berkisar 25,1% hingga 63,6% (Tabel 4).

Tabel 4. Distribusi Material Dominan Berdasarkan Kuadran Pengamatan

Kuadran	Platik (Item)	Plastik (g)	Kepadatan Plastik (item/m ²)	Busa Palstik (item)	Busa Plastik (g)
Kuadran 1	90	856,34	3,6	35	45,12
Kuadran 2	120	1.024,5	4,8	84	98,67
Kuadran 3	56	498,72	2,2	28	32,45
Kuadran 4	33	272,39	1,3	8	18,56
Kuadran 5	58	730,61	2,3	30	24,23
Total	357	3.382,56	14,2	185	219,03

Busa plastik menunjukkan pola distribusi yang berbeda dengan konsentrasi tertinggi di kuadran 2 (84 item) dan relatif merata di Kuadran lainnya (8-35 item). Karakteristik low-density material busa plastik (density 0,02-0,04 g/cm³) menghasilkan rasio biomassa per item yang rendah (1,18 gram/item), konsisten dengan temuan yang melaporkan expanded polystyrene memiliki density 15-30 kali lebih rendah dibandingkan plastik konvensional [16]. Kondisi ini kontras dengan material seperti kayu (density 0,4-0,9 g/cm³) dengan rasio 206,91 gram/item dan karet (density 0,9-1,2 g/cm³) dengan rasio 83,10 gram/item [17,18].

Material dengan berat tinggi seperti kayu dan karet menunjukkan distribusi yang lebih terlokalisasi, kemungkinan terkait dengan karakteristik buoyancy dan transport properties yang berbeda. Kayu dengan specific gravity 0,4-0,9 cenderung mengapung dan terdistribusi mengikuti pola arus permukaan [18], sementara karet dengan density lebih tinggi (0,9-1,2) cenderung terakumulasi di zona energi rendah [19]. Pola ini juga dipengaruhi oleh proximity terhadap sumber emisi, dimana aktivitas antropogenik seperti perbaikan kapal nelayan dan penggunaan ban karet dapat berkontribusi pada akumulasi lokal di kuadran tertentu [11]. Heterogenitas distribusi spasial (CV = 61,9%) yang ditemukan dalam penelitian ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh karakteristik hidrodinamika Teluk Ambon Dalam. Pola ini konsisten dengan temuan yang menyatakan bahwa topografi pantai dan pola sirkulasi lokal merupakan faktor dominan dalam akumulasi sampah laut pesisir [10].

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian identifikasi dan karakteristik sampah laut di Pesisir Pantai Poka, Teluk Ambon dapat disimpulkan:

1. Plastik mendominasi komposisi sampah laut dengan kontribusi 61,4% dari total item (357 item) dan 47,7% dari berat total (3.382,56 gram), diikuti oleh busa plastik 31,8% (185 item). Material berdensitas tinggi seperti kayu dan karet meskipun frekuensi rendah (1,5% dan 2,2%) berkontribusi signifikan terhadap berat total (26,2% dan 15,2%).
2. Sampah laut terdistribusi tidak merata dengan kepadatan bervariasi 1,8-8,8 item/m² (rata-rata $4,64 \pm 2,87$ item/m²). Kuadran 2 menunjukkan akumulasi tertinggi (220 item; 8,8 item/m²) sedangkan Kuadran 4 terendah (45 item; 1,8 item/m²), mengindikasikan pengaruh faktor hidrodinamika lokal dan kedekatan sumber pencemaran.
3. Total sampah laut yang teridentifikasi mencapai 581 item dengan berat total 7.098,62 gram, menunjukkan tingkat pencemaran yang signifikan di kawasan pesisir semi-tertutup Teluk Ambon Dalam.
4. Variabilitas spasial tinggi (CV=57,63%) mengindikasikan distribusi moderate heterogen, menunjukkan pentingnya pendekatan pengelolaan adaptif yang disesuaikan dengan kondisi hidrodinamika lokal ekosistem kepulauan.

4.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan pendekatan multi-temporal 4 musim sampling (musim barat, timur, dan periode transisi) untuk memahami variabilitas musiman akumulasi sampah yang dipengaruhi oleh pola angin monsun di Maluku (periode barat: Desember-Februari; periode timur: Juni-Agustus)
2. Ekspansi spasial penelitian ke berbagai tipe habitat pesisir (pantai berpasir, berbatu, mangrove) untuk pemahaman komprehensif variabilitas ekosistem terhadap akumulasi sampah laut.
3. Penelitian lanjutan tentang sumber dan jalur transportasi sampah laut menggunakan pendekatan particle tracking model untuk mendukung strategi mitigasi yang efektif.
4. Pengembangan program pengelolaan sampah laut berbasis masyarakat dengan memanfaatkan baseline data penelitian ini sebagai referensi monitoring dan evaluasi.

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan serta LLDIKTI XII atas pendanaan hibah penelitian 2025 Skema Penelitian Dosen Pemula dengan nomor kontrak:133/C3/DT.05.00.PL/2025. Ini merupakan bagian dari Penelitian Identifikasi dan Karakteristik Sampah Laut di Teluk Ambon Dalam.

Daftar Pustaka

- [1] Galgani L, Tsapakis M, Pitta P, Tsiola A, Tzempelikou E, Kalantzi I, et al. Microplastics increase the marine production of particulate forms of organic matter. *Environ Res Lett.* 2019;14(12):124085. doi: 10.1088/1748-9326/ab59ca

- [2] Beaumont NJ, Aanesen M, Austen MC, Börger T, Clark JR, Cole M, et al. Global ecological, social and economic impacts of marine plastic. *Mar Pollut Bull.* 2019;142:189-95. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.03.022
- [3] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Data timbulan sampah nasional 2024. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) [Internet]. Jakarta: KLHK; 2024 [cited 2025 Aug 20]. Available from: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan>
- [4] Direktorat Pengelolaan Sampah, Limbah dan Bahan Beracun Berbahaya. Laporan kinerja 2020 direktorat pengelolaan pesisir dan laut. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan; 2020. 156 p.
- [5] Lebreton L, Slat B, Ferrari F, Sainte-Rose B, Aitken J, Marthouse R, et al. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Sci Rep.* 2018;8(1):4666. doi: 10.1038/s41598-018-22939-w
- [6] Chamas A, Moon H, Zheng J, Qiu Y, Tabassum T, Jang JH, et al. Degradation rates of plastics in the environment. *ACS Sustainable Chem Eng.* 2020;8(9):3494-511. doi: 10.1021/acssuschemeng.9b06635
- [7] Organisation for Economic Co-operation and Development. Global plastics outlook: economic drivers, environmental impacts and policy options [Internet]. Paris: OECD Publishing; 2022 [cited 2025 Aug 2]. Available from: https://www.oecd.org/en/publications/global-plastics-outlook_de747aef-en.html
- [8] Waring RH, Harris RM, Mitchell SC. Plastic contamination of the food chain: a threat to human health? *Maturitas.* 2018;115:64-8. doi: 10.1016/j.maturitas.2018.06.015
- [9] Noya YA, Tuahatu JW. Kepadatan dan pola transport sampah laut terapung di pesisir barat perairan Teluk Ambon Luar. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.* 2021;23(1):19-28. doi: 10.29244/jpsl.23.1.19-28
- [10] Critchell K, Lambrechts J. Modelling accumulation of marine plastics in the coastal zone; what are the dominant physical processes? *Estuar Coast Shelf Sci.* 2016;171:111-22. doi: 10.1016/j.ecss.2016.01.036
- [11] Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science.* 2015;347(6223):768-71. doi: 10.1126/science.1260352
- [12] Krebs CJ. *Ecological methodology.* 2nd ed. Menlo Park (CA): Benjamin Cummings; 1999. 620 p.
- [13] Tuhumury NC, Kaliky I. Identifikasi sampah pesisir di Desa Rumah Tiga Kota Ambon. *Triton.* 2019;15(1):30-9. doi: 10.30862/triton.v15i1.85
- [14] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Pedoman pemantauan sampah laut. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, KLHK; 2020. 87 p.
- [15] Cordova MR, Nurhati IS. Major sources and monthly variations in the release of land-derived marine debris from the Greater Jakarta area, Indonesia. *Sci Rep.* 2019;9(1):18730. doi: 10.1038/s41598-019-55065-2
- [16] Andrady AL. Microplastics in the marine environment. *Mar Pollut Bull.* 2011;62(8):1596-605. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030

- [17] Hidalgo-Ruz V, Gutow L, Thompson RC, Thiel M. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environ Sci Technol.* 2012;46(6):3060-75. doi: 10.1021/es2031505
- [18] Ryan PG. A brief history of marine litter research. In: Bergmann M, Gutow L, Klages M, editors. *Marine anthropogenic litter*. Cham: Springer; 2015. p. 1-25. doi: 10.1007/978-3-319-16510-3_1
- [19] Browne MA, Chapman MG, Thompson RC, Amaral Zettler LA, Jambeck J, Mallos NJ. Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines. *Environ Sci Technol.* 2015;49(16):10084-92. doi: 10.1021/acs.est.5b02368
- [20] Kühn S, Bravo Rebolledo EL, van Franeker JA. Deleterious effects of litter on marine life. In: Bergmann M, Gutow L, Klages M, editors. *Marine anthropogenic litter*. Cham: Springer; 2015. p. 75-116. doi: 10.1007/978-3-319-16510-3_4