

## Karakteristik dan Distribusi Sampah Laut Makro di Pesisir Teluk Ambon

Fahrul Rozy Fakaubun<sup>1\*</sup>, Muhammad Fahrul Barcinta<sup>1</sup>, Milyan Uli Latue<sup>1</sup>, Eva S. Ratuluhain<sup>1</sup>, Imanuel V. T. Soukotta<sup>1</sup>, Valentine D. Saleky<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia, 97233

\* Korespondensi: [fahrulrozyf@gmail.com](mailto:fahrulrozyf@gmail.com)

Received: 22 April 2026

Revised: 10 July 2026

Accepted: 17 June 2026

### Citation:

Fakaubun, F. R. ., Barcinta, M. F. ., Latue, M. U., Ratuluhain, E. S. ., Soukotta, I. V. T. ., & Saleky, V. D. . (2026). Karakteristik dan Distribusi Sampah Laut Makro di Pesisir Teluk Ambon. *Qomaruna: Journal of Multidisciplinary Studies*, 3(2), 231–240.  
<https://doi.org/10.62048/qjms.v3i2.166>



**Copyright:** © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

### ABSTRACT

*Marine debris has become a major environmental concern in coastal areas, particularly in semi-enclosed waters such as Ambon Bay. This study aimed to analyze the characteristics of macro marine debris based on material composition, quantity, mass, and density across four coastal monitoring stations in Ambon Bay. Field surveys were conducted in December 2025 using the shoreline transect method in accordance with the national marine debris monitoring guidelines. Macro debris larger than 2.5 cm was collected, classified by material type, counted, and weighed. Variations in material composition were assessed using the Shannon–Wiener diversity index ( $H'$ ), while differences in debris mass among stations were analyzed using the non-parametric Kruskal–Wallis test. The results showed that plastic was the dominant material at all stations, resulting in low material diversity. Significant spatial differences in macro marine debris mass were also observed among the stations, with Poka exhibiting the highest debris accumulation, whereas Lateri showed a relatively more diverse material composition than the other stations. These findings indicate that the characteristics of macro marine debris vary spatially across Ambon Bay, highlighting the need for site-specific management strategies to support more effective coastal marine debris control.*

**Keywords:** macro marine debris, material composition, plastic debris, spatial distribution, Ambon Bay

### ABSTRAK

Sampah laut merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin mendapat perhatian di wilayah pesisir, terutama pada perairan semi-tertutup seperti Teluk Ambon. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik sampah laut makro berdasarkan komposisi material, jumlah, massa, dan kepadatan pada empat stasiun pengamatan di pesisir Teluk Ambon. Survei lapangan dilakukan pada Desember 2025 menggunakan metode transek garis pantai sesuai pedoman pemantauan nasional. Sampah berukuran lebih dari 2,5 cm diklasifikasikan berdasarkan jenis material, kemudian dihitung jumlah dan diukur massanya. Variasi komposisi material dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman Shannon–Wiener ( $H'$ ), sedangkan perbedaan massa sampah antar stasiun diuji menggunakan uji non-parametrik Kruskal–Wallis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa plastik merupakan material yang paling dominan di seluruh stasiun sehingga menghasilkan tingkat keragaman material yang rendah. Selain itu, terdapat perbedaan massa sampah laut makro yang signifikan antar stasiun, dengan Stasiun Poka menunjukkan akumulasi sampah tertinggi, sedangkan Stasiun Lateri memiliki komposisi material yang relatif lebih beragam dibandingkan stasiun lainnya. Temuan ini menunjukkan bahwa karakteristik sampah laut makro di Teluk Ambon bervariasi secara spasial, sehingga pengelolaan sampah laut perlu

mempertimbangkan karakteristik spesifik masing-masing wilayah pesisir untuk mendukung upaya pengendalian yang lebih efektif.

**Kata kunci:** sampah laut makro, komposisi material, sampah plastik, distribusi spasial, Teluk Ambon

## Pendahuluan

Sampah laut merupakan permasalahan lingkungan global yang semakin mendapat perhatian karena berpotensi menurunkan kualitas ekosistem pesisir dan laut serta mengganggu keseimbangan ekologis di dalamnya. Berbagai jenis material ditemukan sebagai penyusun sampah laut, dengan plastik dilaporkan sebagai salah satu material yang paling sering dijumpai di berbagai lingkungan perairan. Menurut Andrady et al., (2022), dan Dimassi et al., (2022), plastik memiliki sifat fisik dan kimia yang menyebabkan material ini bersifat persisten dan tahan terhadap proses degradasi alami, sehingga dapat bertahan dalam jangka waktu panjang di lingkungan laut. Selama berada di perairan, material plastik mengalami proses pelapukan (*weathering*) yang dipengaruhi oleh paparan radiasi ultraviolet (UV), oksidasi, gaya mekanik, serta faktor lingkungan lainnya.

Proses fragmentasi tersebut memiliki implikasi ekologis yang penting. Barnes et al. (2009) melaporkan bahwa fragmentasi plastik meningkatkan jumlah partikel plastik berukuran kecil di lingkungan laut. Cole et al. (2011) menunjukkan bahwa partikel tersebut dapat berinteraksi dengan organisme laut dan berpotensi masuk dalam jaring makanan. Meskipun fokus kajian ini adalah sampah laut makro, pemahaman mengenai fragmentasi penting karena sampah makro merupakan sumber utama pembentukan mikroplastik di lingkungan pesisir.

Analisis global mengenai masukan sampah plastik dari daratan ke laut menunjukkan bahwa beberapa negara pesisir berkontribusi besar terhadap total plastik yang memasuki lingkungan laut. Berdasarkan estimasi kuantitatif yang disusun oleh Jambeck et al. (2015), Indonesia termasuk dalam kelompok negara dengan nilai masukan sampah plastik ke laut yang tinggi secara global. Besarnya kontribusi tersebut dalam model Jambeck et al. (2015) terutama dipengaruhi oleh kombinasi jumlah penduduk pesisir dan proporsi sampah plastik yang tidak terkelola dengan baik.

Kondisi fisik perairan pesisir berperan penting dalam mengontrol transport dan akumulasi sampah plastik di lingkungan laut. Melalui pendekatan pemodelan numerik, Critchell dan Lambrechts (2016) menunjukkan bahwa proses hidrodinamika pesisir, termasuk arus dekat pantai dan interaksi dengan geometri garis pantai, menyebabkan partikel plastik cenderung terakumulasi di zona pesisir. Hasil pemodelan tersebut mengindikasikan bahwa sistem pesisir semi-tertutup, seperti teluk dan estuari, berfungsi sebagai zona retensi yang memperpanjang waktu tinggal plastik dibandingkan perairan laut terbuka. Perbedaan mekanisme transport dan akumulasi ini menegaskan bahwa karakteristik distribusi dan beban sampah laut di kawasan pesisir tidak dapat disamakan dengan sistem laut lepas, sehingga kajian sampah laut di lingkungan teluk perlu dilakukan dengan pendekatan yang mempertimbangkan kondisi fisik dan dinamika lokal perairan (Critchell & Lambrechts, 2016).

Teluk Ambon merupakan salah satu kawasan pesisir penting di Provinsi Maluku yang mendukung berbagai aktivitas manusia, termasuk pemukiman, transportasi laut, dan kegiatan ekonomi pesisir. Aktivitas tersebut berpotensi berkontribusi terhadap masuknya sampah laut ke lingkungan pesisir teluk. Meskipun sejumlah penelitian telah melaporkan keberadaan sampah laut di berbagai wilayah perairan Indonesia, kajian yang secara khusus mengkaji karakteristik dan variasi kuantitatif sampah laut makro berdasarkan komposisi material, jumlah, dan berat di pesisir Teluk Ambon masih terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik sampah laut makro berdasarkan komposisi material, jumlah, berat, dan kepadatan, serta membandingkan variasi karakteristik tersebut antar stasiun pengamatan di pesisir Teluk Ambon. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk mendukung pengelolaan sampah laut yang lebih efektif dan berbasis data di kawasan pesisir.

## Tinjauan Pustaka

### Sampah Laut Makro di Wilayah Pesisir

Sampah laut (*marine debris*) merupakan material padat hasil aktivitas manusia yang masuk ke lingkungan pesisir dan laut melalui jalur daratan maupun aktivitas di laut. Dalam beberapa tahun terakhir, sampah laut menjadi perhatian global karena dapat menurunkan kualitas lingkungan, mengganggu biota laut, serta mengancam keberlanjutan sumber daya pesisir. Plastik dilaporkan sebagai komponen dominan dalam sampah laut karena sifatnya ringan, tahan lama, dan sulit terdegradasi sehingga mudah terakumulasi dalam jangka panjang di lingkungan pesisir (Purba et al., 2019; United Nations Environment Programme, 2021).

Di Indonesia, peningkatan jumlah penduduk pesisir dan lemahnya pengelolaan limbah domestik menjadi faktor utama tingginya beban sampah laut. Penelitian di Teluk Jakarta menunjukkan bahwa sampah dari daratan mengalami peningkatan signifikan pada musim hujan akibat limpasan sungai yang membawa material padat menuju laut (Cordova & Nurhati, 2019). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kawasan pesisir tropis memiliki kerentanan tinggi terhadap akumulasi sampah laut yang bersumber dari aktivitas manusia di daratan.

### Karakteristik Kuantitatif Sampah Laut Makro

Karakteristik kuantitatif sampah laut makro umumnya dievaluasi melalui jumlah item, berat total, dan kepadatan per satuan luas. Parameter jumlah item digunakan untuk menunjukkan intensitas keberadaan sampah, sedangkan berat total menggambarkan besarnya beban pencemaran fisik pada suatu lokasi (Syakti et al., 2017). Dalam beberapa penelitian, jumlah item yang tinggi tidak selalu berbanding lurus dengan berat total karena dipengaruhi oleh ukuran dan jenis material penyusun sampah (Garcés-Ordóñez et al., 2020).

Kepadatan sampah laut yang dinyatakan dalam item/m<sup>2</sup> atau g/m<sup>2</sup> memungkinkan perbandingan antar lokasi secara objektif. Penelitian di pesisir Bali menunjukkan bahwa kepadatan sampah meningkat pada lokasi yang berdekatan dengan muara sungai dan kawasan aktivitas masyarakat yang padat (Kurniawan & Imron, 2019). Oleh karena itu, kombinasi parameter jumlah, berat, dan kepadatan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai tingkat pencemaran sampah laut pada suatu wilayah pesisir.

### Komposisi Material Sampah Laut

Komposisi material sampah laut penting untuk mengidentifikasi sumber pencemar utama. Berbagai penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa plastik mendominasi komposisi sampah laut dengan proporsi lebih tinggi dibanding material lain seperti kaca, logam, karet, dan kayu (Purba et al., 2019; Syakti et al., 2017). Dominasi plastik berkaitan dengan tingginya penggunaan plastik sekali pakai serta rendahnya tingkat pengelolaan sampah pada wilayah pesisir.

Selain plastik, material berat seperti kaca dan logam meskipun jumlahnya relatif kecil dapat memberikan kontribusi besar terhadap total massa sampah (Garcés-Ordóñez et al., 2020). Penelitian di kawasan tropis menunjukkan bahwa variasi komposisi material antar lokasi dapat mencerminkan perbedaan sumber pencemar dan aktivitas manusia di sekitarnya (Kurniawan & Imron, 2019). Dengan demikian, analisis komposisi material tidak hanya menggambarkan jenis sampah dominan tetapi juga membantu memahami karakteristik sumber pencemaran pada suatu ekosistem pesisir.

### Faktor yang Mempengaruhi Distribusi Sampah Laut

Distribusi sampah laut di wilayah pesisir dipengaruhi oleh kombinasi faktor antropogenik dan kondisi oseanografi. Sungai diketahui sebagai jalur utama transportasi sampah plastik dari daratan menuju laut. Secara global diperkirakan jutaan ton sampah plastik memasuki lautan setiap tahun melalui sistem sungai besar di dunia (Lebreton et al., 2017). Di wilayah Indonesia, sumber pencemar utama berasal dari kawasan pemukiman, pasar, pelabuhan, dan daerah aliran sungai yang bermuara langsung ke kawasan pesisir (Cordova & Nurhati, 2019; Purba et al., 2019).

Selain sumber pencemar, faktor fisik perairan seperti arus, gelombang, pasang surut, dan bentuk garis pantai turut memengaruhi pola akumulasi sampah laut. Pemodelan numerik menunjukkan bahwa kawasan teluk semi-tertutup memiliki kemampuan menahan sampah lebih lama karena sirkulasi air yang terbatas sehingga material terapung cenderung terperangkap di sepanjang garis pantai (Critchell & Lambrechts, 2016). Penelitian di pesisir tropis Indonesia juga menunjukkan bahwa perubahan musim memengaruhi arah distribusi sampah akibat perubahan pola arus dan angin musiman (Kurniawan & Imron, 2019).

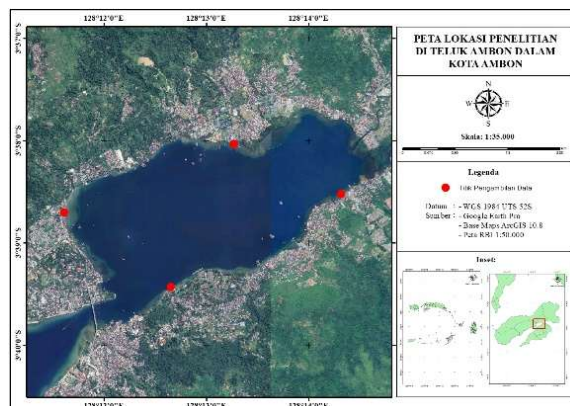
### Celah Penelitian dan Kebaruan Studi

Penelitian mengenai sampah laut di Indonesia masih didominasi oleh kajian identifikasi jenis sampah dan estimasi kelimpahan pada pantai terbuka (Purba et al., 2019). Kajian yang mengintegrasikan analisis jumlah, berat, kepadatan, serta komposisi material pada kawasan perairan semi-tertutup masih relatif terbatas. Padahal, karakteristik hidrodinamika pada sistem teluk berbeda dengan pantai terbuka sehingga pola distribusi sampah dapat menunjukkan karakteristik yang khas (Critchell & Lambrechts, 2016).

Laporan global terbaru menekankan pentingnya penelitian berbasis lokasi untuk mendukung kebijakan pengelolaan sampah laut yang lebih efektif (United Nations Environment Programme, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan karena mengkaji karakteristik kuantitatif dan distribusi spasial sampah laut makro berdasarkan jumlah, berat, kepadatan, serta komposisi material pada kawasan pesisir Teluk Ambon.

### Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2025 di kawasan pesisir Teluk Ambon, Provinsi Maluku. Pengambilan data dilakukan pada empat stasiun pengamatan, yaitu Waiheru, Poka, Lateri, dan Halong. Pemilihan stasiun didasarkan pada pertimbangan representasi kondisi pesisir dengan tingkat aktivitas manusia yang berbeda, sehingga memungkinkan diperolehnya gambaran variasi karakteristik sampah laut makro antar unit pengamatan.

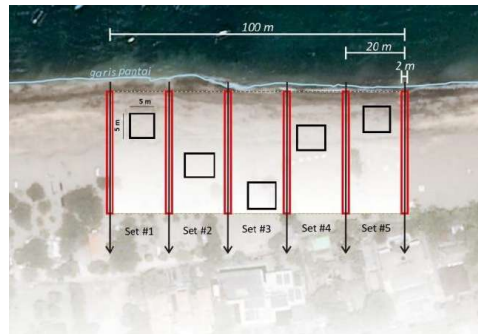


Gambar 1. Peta Lokasi penelitian

### Pengambilan Sampel Sampah Laut Makro

Pengambilan sampel sampah laut makro dilakukan menggunakan metode transek garis pantai mengacu pada pedoman survei sampah laut oleh KLHK (2017). Pada setiap stasiun pengamatan, ditetapkan satu transek sepanjang 100 m yang diletakkan sejajar dengan garis pantai. Transek tersebut dibagi menjadi lima lajur pengamatan. Setiap lajur selanjutnya dibagi menjadi beberapa kotak sub-transek berukuran 5 x 5 m dengan jarak antar transek sebesar 20 m. Seluruh sampah laut makro dengan ukuran lebih besar dari 2,5 cm yang terdapat di dalam area sub-transek dikumpulkan secara

menyeluruh dan dicatat. Skema pembagian transek dan sub-transek pengamatan disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Skema Pengambilan Sampah

### Klasifikasi dan Pengukuran Sampah Laut

Sampah diklasifikasikan berdasarkan jenis material: plastik, logam, kaca, karet, kayu, dan lainnya. Untuk setiap kategori dilakukan penghitungan jumlah item dan pengukuran berat. Kepadatan dinyatakan dalam item/m<sup>2</sup>, dan berat dinyatakan dalam g/m<sup>2</sup>.

### Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-komparatif berbasis data hasil pengukuran lapangan. Analisis data dilakukan untuk menggambarkan karakteristik sampah laut makro berdasarkan jumlah, berat, dan kepadatan pada setiap stasiun pengamatan. Berat sampah per meter persegi ( $M$ ) dihitung untuk mengetahui beban massa total pada setiap luasan kotak transek. Data berat sampah per meter persegi ( $M$ ) dilaporkan dalam satuan gram per meter kuadrat (g/m<sup>2</sup>) dengan rumus sebagai berikut (Lippiatt *et al.*, 2013):

$$M = \frac{W}{A} \quad (1)$$

Di mana  $W$  adalah total berat sampah dalam kotak transek (g) dan  $A$  adalah luas kotak transek (m<sup>2</sup>).

Selanjutnya, komposisi material sampah laut dihitung dalam bentuk persentase untuk menunjukkan kontribusi relatif masing-masing jenis material terhadap total sampah laut makro yang ditemukan. Persentase (%) dihitung berdasarkan berat sampah per jenis per keseluruhan sampah dalam kotak transek (KLHK, 2017) menggunakan rumus:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{x}{W} \times 100\% \quad (2)$$

Di mana  $x$  adalah berat sampah per jenis material (g) dan  $W$  adalah berat total keseluruhan sampah (g).

Untuk mengevaluasi variasi komposisi jenis material sampah antar stasiun, digunakan Indeks Keanekaragaman Shannon–Wiener ( $H'$ ), yang umum diterapkan untuk menilai keragaman komposisi kategori dalam suatu komunitas atau sistem berdasarkan proporsi relatif setiap unit penyusunnya (Shannon & Weaver, 1949; Magurran, 2004). Nilai indeks ini dihitung dengan rumus:

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i \ln p_i) \quad (3)$$

Di mana  $p_i$  merupakan proporsi jumlah item material ke- $i$  terhadap total item ( $n_i/N$ ).

Selain itu, analisis statistik non-parametrik Kruskal–Wallis digunakan sebagai analisis pendukung untuk mengevaluasi variasi kuantitatif berat sampah laut makro antar stasiun pengamatan. Pemilihan uji Kruskal–Wallis didasarkan pada karakteristik data yang tidak memenuhi asumsi statistik parametrik, khususnya asumsi normalitas data, serta ukuran sampel yang relatif terbatas. Uji Kruskal–

Wallis merupakan metode statistik non-parametrik berbasis peringkat yang digunakan sebagai alternatif ANOVA satu arah dan tidak mensyaratkan distribusi normal, sehingga sesuai untuk membandingkan tiga kelompok atau lebih (Fauzy, 2018).

Statistik uji  $H$  dihitung berdasarkan peringkat data dengan rumus:

$$H = \left[ \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} \right] - 3(N+1) \quad (4)$$

Di mana  $N$  adalah total jumlah seluruh sampel,  $R_j$  adalah jumlah peringkat pada stasiun ke- $j$ , dan  $n_j$  adalah jumlah sampel pada stasiun tersebut.

## Hasil dan Pembahasan

### Karakteristik Kuantitatif Sampah Laut Makro di Pesisir Teluk Ambon

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik kuantitatif sampah laut makro di pesisir Teluk Ambon, yang ditinjau berdasarkan jumlah item, berat, dan kepadatan, menunjukkan variasi yang jelas antar stasiun pengamatan. Stasiun Poka memiliki nilai tertinggi baik dari segi jumlah item maupun berat total sampah laut makro, sedangkan nilai terendah tercatat pada Stasiun Waiheru. Perbedaan ini mencerminkan adanya heterogenitas akumulasi sampah laut pada skala lokal di dalam satu sistem perairan teluk. Berikut ini adalah profil sampah makro dari keempat lokasi. Data nilai jumlah item, berat total, kepadatan (item/m<sup>2</sup>), dan berat per satuan luas (g/m<sup>2</sup>) pada masing-masing stasiun pengamatan disajikan secara rinci pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Jumlah, Berat, dan Kepadatan Sampah Laut Makro pada Setiap Stasiun Pengamatan di Pesisir Teluk Ambon

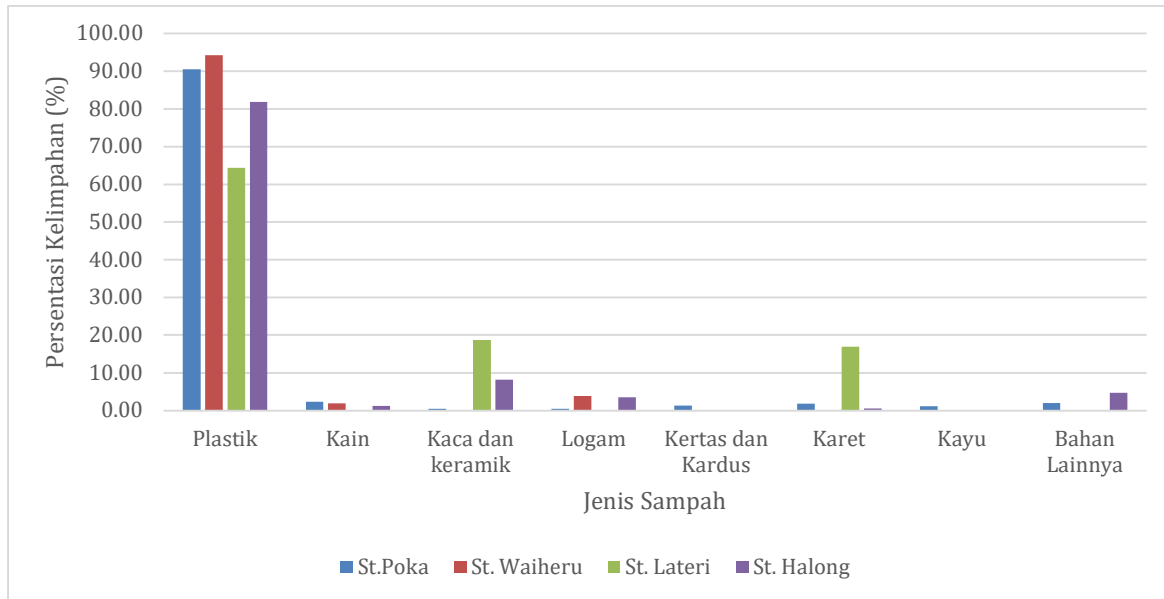
No	Stasiun Pengamatan	Jumlah Item (item)	Berat Total (g)	Kepadatan (item/m <sup>2</sup> )	Berat/Luas (g/m <sup>2</sup> )
1	Waiheru	52	445,24	0,42	3,56
2	Poka	638	12.416,70	5,10	99,33
3	Lateri	59	1.507,90	0,47	12,06
4	Halong	171	4.503,10	1,37	36,03

Perbandingan antara jumlah item dan berat total sampah laut makro pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kedua parameter tersebut tidak selalu berbanding lurus. Pada beberapa stasiun, jumlah item yang relatif rendah dapat disertai dengan berat total yang tinggi, yang mengindikasikan dominasi sampah berukuran besar dan bermassa tinggi. Temuan ini menegaskan bahwa evaluasi pencemaran sampah laut sebaiknya mempertimbangkan kedua parameter tersebut untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif terhadap tekanan fisik sampah laut di lingkungan pesisir.

Kepadatan sampah laut makro yang dinyatakan dalam satuan item per meter persegi (item/m<sup>2</sup>), sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1, menunjukkan pola distribusi yang serupa dengan jumlah item, namun memberikan konteks spasial yang lebih eksplisit. Nilai kepadatan yang lebih tinggi pada stasiun tertentu menunjukkan adanya kecenderungan akumulasi sampah laut dalam area terbatas, yang berpotensi meningkatkan intensitas interaksi antara sampah dan komponen ekosistem pesisir.

### Komposisi Material dan Variasi Keragaman Sampah Laut Makro

Analisis komposisi material menunjukkan bahwa sampah plastik merupakan komponen dominan pada seluruh stasiun pengamatan, dengan persentase berkisar antara 64,41% hingga 94,23% dari total sampah laut makro yang ditemukan. Komposisi persentase jenis material sampah laut makro pada masing-masing stasiun pengamatan disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Diagram Komposisi Persentase Jenis Sampah Makro.

Dominasi plastik yang terlihat pada Gambar 3 konsisten dengan pemahaman umum dalam studi polusi laut bahwa plastik adalah komponen utama marine debris, sebagian karena karakteristiknya yang ringan, tahan lama, dan sangat lambat terdegradasi di lingkungan laut. Sifat-sifat ini menyebabkan plastik terakumulasi dalam berbagai habitat laut dalam jangka panjang (*persistence*), sebagaimana dijelaskan dalam literatur mikroplastik dan marine debris global (Andrady, 2011). Selain itu, studi global mengenai aliran plastik ke laut menunjukkan besarnya kontribusi limbah plastik dari daratan ke laut setiap tahunnya (Jambeck et al., 2015). Material lain seperti logam, kaca, karet, dan kayu biasanya ditemukan dalam proporsi yang lebih kecil dalam sebagian besar survei marine litter.

Indeks keanekaragaman Shannon–Wiener ( $H'$ ) digunakan untuk menggambarkan variasi komposisi jenis material sampah laut antar stasiun dengan memperlakukan setiap kategori material sebagai unit analisis yang setara. Nilai indeks Shannon–Wiener ( $H'$ ) untuk masing-masing stasiun pengamatan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon–Wiener ( $H'$ ) Komposisi Material Sampah Laut Makro pada Setiap Stasiun

Stasiun Pengamatan	Indeks Shannon–Wiener ( $H'$ )	Kategori Keragaman*
Waiheru	0,26	Rendah
Poka	0,49	Rendah
Lateri	0,90	Rendah-Sedang
Halong	0,71	Rendah

*Note:* Keterangan:  $H'$  dihitung berdasarkan proporsi jumlah item setiap kategori material sampah laut makro. \*Kategori keragaman mengacu pada interpretasi umum indeks Shannon–Wiener:  $H' < 1$  = rendah,  $1 \leq H' \leq 3$  = sedang,  $H' > 3$  = tinggi.

Seluruh stasiun pengamatan menunjukkan nilai indeks Shannon–Wiener ( $H'$ ) yang tergolong rendah ( $H' < 1$ ), namun memiliki variasi nilai yang cukup lebar antara 0,26 hingga 0,90. Nilai terendah tercatat di Stasiun Waiheru ( $H' = 0,26$ ), sedangkan nilai tertinggi ditemukan di Stasiun Lateri ( $H' = 0,90$ ). Rendahnya nilai  $H'$  pada seluruh stasiun mengindikasikan bahwa komposisi material sampah laut makro didominasi oleh jenis material tertentu, terutama plastik. Namun, nilai  $H'$  di Stasiun Lateri yang mendekati ambang batas kategori sedang ( $H' \approx 1$ ) menunjukkan bahwa distribusi material di lokasi tersebut jauh lebih heterogen dibandingkan stasiun lainnya.

Dominasi plastik yang sangat tinggi, terutama di Waiheru dan Poka, menyebabkan proporsi material lain menjadi tidak signifikan, yang pada akhirnya menekan nilai indeks keragaman. Kondisi

ini mencerminkan karakteristik sumber pencemar yang sangat dipengaruhi oleh aktivitas domestik dan konsumsi harian masyarakat yang didominasi kemasan plastik tunggal. Sebaliknya, nilai  $H'$  yang lebih tinggi di Lateri dan Halong menunjukkan adanya kontribusi jenis material lain seperti kaca, keramik, dan karet dalam proporsi yang lebih nyata. Hal ini menegaskan bahwa peningkatan nilai  $H'$  tidak berkorelasi dengan total berat sampah; sebagai contoh, meskipun Stasiun Poka memiliki berat sampah tertinggi, keragaman materialnya lebih rendah dibanding Lateri karena dominasi plastik yang ekstrem.

Penting untuk ditegaskan bahwa penerapan indeks Shannon–Wiener dalam penelitian ini berfungsi sebagai indikator variasi dan heterogenitas komposisi material sampah laut makro, bukan keanekaragaman biologis. Adaptasi pendekatan ekologis ini relevan untuk menggambarkan karakteristik ragam sampah di wilayah pesisir (Tudor & Williams, 2004; Bravo et al., 2009).

Selanjutnya, evaluasi perbedaan berat sampah laut makro antar stasiun pengamatan dilakukan secara kuantitatif menggunakan uji statistik non-parametrik Kruskal–Wallis. Sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 3**, median berat sampah laut makro berbeda antar stasiun pengamatan. Median terendah ditemukan di Stasiun Waiheru (27,08 g), kemudian meningkat pada Lateri (263,90 g) dan Halong (612,00 g), sedangkan median tertinggi terdapat di Stasiun Poka (1158,60 g). Nilai *mean rank* juga menunjukkan kecenderungan yang sama, yaitu meningkat dari Waiheru (4,00) hingga Poka (17,00).

**Tabel 3.** Variasi berat sampah laut makro dan hasil uji signifikansi antar stasiun.

Stasiun	N	Median Berat (g)	Mean Rank
Waiheru	5	27,08	4,00
Lateri	5	263,90	9,40
Halong	5	612,00	11,60
Poka	5	1158,60	17,00

Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan bahwa perbedaan berat sampah laut makro antar stasiun tersebut signifikan secara statistik ( $H = 12,41$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,006$ ), sehingga distribusi berat sampah tidak seragam di seluruh lokasi pengamatan. Namun, karena uji Kruskal–Wallis hanya menunjukkan adanya perbedaan secara keseluruhan antar kelompok, analisis ini belum dapat mengidentifikasi pasangan stasiun yang berbeda secara signifikan.

Perbedaan tersebut kemungkinan berkaitan dengan variasi kondisi lingkungan dan tekanan antropogenik di masing-masing lokasi, seperti masukan limbah dari daratan maupun proses akumulasi akibat dinamika arus di kawasan pesisir. Temuan ini sejalan dengan laporan sebelumnya yang menunjukkan bahwa distribusi sampah laut dipengaruhi oleh kombinasi sumber pencemar dan proses oseanografi pesisir (UNEP, 2016; Lebreton et al., 2017). Meskipun demikian, penelitian ini tidak mengukur secara langsung parameter oseanografi maupun intensitas aktivitas manusia pada setiap stasiun, sehingga hubungan tersebut masih bersifat dugaan dan memerlukan penelitian lanjutan untuk dikonfirmasi.

### Implikasi Lingkungan dan Pengelolaan Sampah Laut

Dominasi sampah plastik yang ditemukan di seluruh lokasi penelitian, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, mempertegas bahwa plastik merupakan polutan utama di pesisir Teluk Ambon. Secara statistik, rendahnya nilai Indeks Shannon–Wiener ( $H'$ ) di Stasiun Waiheru (0,26) dan Poka (0,49) mencerminkan homogenitas material yang sangat tinggi, di mana plastik mendominasi hampir seluruh komposisi sampah. Akumulasi plastik yang masif ini tidak hanya merusak estetika, tetapi berpotensi mengalami fragmentasi menjadi mikroplastik yang meningkatkan risiko masuknya polutan ke dalam rantai makanan melalui interaksi dengan organisme laut (Barnes, et al., 2009).

Di sisi lain, variasi berat sampah yang signifikan secara statistik ( $H = 12,42$ ,  $p < 0,05$ ) menunjukkan bahwa beban pencemaran tidak tersebar merata secara spasial. Stasiun Poka, dengan *mean rank* tertinggi (17,00) dan nilai median berat mencapai 1158,60 g, mengindikasikan adanya tekanan antropogenik yang jauh lebih besar dibandingkan stasiun lainnya. Temuan menarik pada Stasiun Lateri, yang memiliki nilai  $H'$  tertinggi (0,90), menunjukkan bahwa selain plastik, keberadaan material berat seperti kaca dan karet (masing-masing 18,6% dan 16,9% dari jumlah item) memberikan kontribusi nyata

terhadap kompleksitas material sampah. Kehadiran sampah non-plastik berukuran besar ini, meskipun secara jumlah lebih sedikit, memberikan kontribusi signifikan terhadap beban massa (berat) total dan berpotensi menimbulkan gangguan fisik langsung terhadap habitat dasar perairan dan biota pesisir.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa strategi pengelolaan sampah laut di kawasan Teluk Ambon tidak dapat disamaratakan. Di wilayah dengan dominasi plastik ekstrem seperti Waiheru dan Poka, intervensi harus difokuskan pada pengurangan sumber sampah daratan melalui pengetatan regulasi plastik sekali pakai. Sementara itu, di wilayah dengan karakteristik sampah yang lebih beragam seperti Lateri dan Halong, diperlukan penguatan sistem pengangkutan sampah padat yang lebih terintegrasi. Secara keseluruhan, peningkatan efektivitas pengelolaan sampah di wilayah pesisir melalui pendekatan berbasis data kuantitatif merupakan langkah strategis yang mendesak untuk menekan laju akumulasi sampah laut di kawasan teluk yang semi-tertutup seperti Teluk Ambon.

## Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik sampah laut makro di pesisir Teluk Ambon bervariasi antar stasiun pengamatan, baik berdasarkan berat maupun komposisi material. Material plastik merupakan komponen yang paling dominan di seluruh stasiun sehingga keragaman jenis material sampah tergolong rendah. Analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan berat sampah laut makro antar stasiun, dengan Stasiun Poka memiliki akumulasi sampah tertinggi, Stasiun Waiheru terendah, sedangkan Stasiun Lateri memperlihatkan komposisi material yang relatif lebih beragam. Temuan ini menunjukkan bahwa distribusi sampah laut di Teluk Ambon tidak seragam sehingga pengelolannya perlu mempertimbangkan karakteristik spesifik setiap wilayah pesisir.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena pengambilan data hanya dilakukan pada satu periode pengamatan serta belum mengukur faktor-faktor yang berpotensi memengaruhi distribusi sampah, seperti kondisi oseanografi dan aktivitas antropogenik. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengamatan pada musim yang berbeda dengan cakupan lokasi yang lebih luas serta mengintegrasikan parameter oseanografi dan aktivitas manusia untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang memengaruhi distribusi sampah laut makro.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh tim lapangan yang telah membantu dalam proses pengambilan sampel dan pengolahan data di kawasan pesisir Teluk Ambon. Selain itu, penulis menghargai kontribusi rekan sejawat yang telah memberikan masukan ilmiah, koreksi, dan telaah terhadap naskah sehingga artikel ini dapat disusun dengan lebih baik.

## Pernyataan Konflik Kepentingan (*Declaration of Conflict of Interest*)

Para penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan terkait dengan penelitian, penulisan, dan/atau publikasi dari artikel ini.

## Daftar Pustaka

- Andrady, A. L., Barnes, P. W., Bornman, J. F. (2022). Oxidation and fragmentation of plastics in a changing environment: From UV-radiation to biological degradation. *Science of the Total Environment*, 851, Article 158022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158022>
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985–1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>
- Bravo, M., Gallardo, M. A., Luna-Jorquera, G., Núñez, P., Vásquez, N., & Thiel, M. (2009). Anthropogenic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): Results from a national survey supported by volunteers. *Marine Pollution Bulletin*, 58(11), 1718–1726. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.06.017>

- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588–2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Cordova, M. R., & Nurhati, I. S. (2019). Major sources and monthly variations in the release of land-derived marine debris from the Greater Jakarta area, Indonesia. *Scientific Reports*, 9, Article 18730. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55065-2>
- Critchell, K., & Lambrechts, J. (2016). Modelling accumulation of marine plastics in the coastal zone: What are the dominant physical processes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 171, 111–122. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.01.036>
- Dimassi, S. N., Hahladakis, J. N., Yahia, M. N. D., Ahmad, M. I., Sayadi, S., & Al-Ghouti, M. A. (2022). Degradation-fragmentation of marine plastic waste and their environmental implications: A critical review. *Arabian Journal of Chemistry*, 15(11), Article 104262. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.104262>
- Fauzy, A. (2018). *Pengantar statistika nonparametrik*. UII Press.
- Garcés-Ordóñez, O., Castillo-Olaya, V. A., Granados-Briceño, A. F., Blandón, L. M., & Espinosa Díaz, L. F. (2020). Plastic litter pollution along sandy beaches in the Colombian Pacific. *Marine Pollution Bulletin*, 151, Article 110826. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110826>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A. L., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2017). *Pedoman pemantauan sampah pantai*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Kurniawan, S. B., & Imron, M. F. (2019). Seasonal variation of marine debris accumulation in the estuary and coastal area of Bali, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 149, Article 110641. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110641>
- Lebreton, L. C. M., van der Zwet, J., Damsteeg, J.-W., Slat, B., Andrady, A. L., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, 8, Article 15611. <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>
- Lippiatt, S., Opfer, S., & Arthur, C. (2013). *Marine debris monitoring and assessment: Recommendations for monitoring debris trends in the marine environment (NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46)*. National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing.
- Purba, N. P., Handyman, D. I. W., Pribadi, T. D., Syakti, A. D., Pranowo, W. S., Harvey, A., & Ihsan, Y. N. (2019). Marine debris in Indonesia: A review of research and status. *Marine Pollution Bulletin*, 146, 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.057>
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press.
- Syakti, A. D., Hidayati, N. V., Jaya, Y. V., Siregar, S. H., Yude, R., & Suhendy. (2017). Beach macro-litter monitoring and floating microplastic in a coastal area of Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 122(1–2), 217–225. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.046>
- Tudor, D. T., & Williams, A. T. (2004). Development of a 'matrix scoring technique' to determine litter sources at a Bristol Channel beach. *Journal of Coastal Conservation*, 9(1), 119–127. [https://doi.org/10.1652/1400-0350\(2004\)009\[0119:DOAMST\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1652/1400-0350(2004)009[0119:DOAMST]2.0.CO;2)
- United Nations Environment Programme. (2016). *Marine plastic debris and microplastics: Global lessons and research to inspire action and guide policy change*. United Nations Environment Programme.
- United Nations Environment Programme. (2021). *From pollution to solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution*. United Nations Environment Programme.