

KARAKTERISTIK SAMPAH LAUT DI PERAIRAN PANTAI TIWUDE PULAU BEENG DARAT KABUPATEN KEPULAUAN SANGIHE PROVINSI SULAWESI UTARA

(Characteristics of Marine Debris in the Coastal Waters of Tiwude, Land Beeng Island, Sangihe Islands District, North Sulawesi Province)

**Andrew M. Sadue¹, Natalie D.C. Rumampuk^{1*}, Markus T. Lasut²
Rosita A.J. Lintang¹, Erly Y. Kaligis¹, Jane M. Mamuja¹**

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

2. Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara

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

ABSTRACT

Marine debris is waste from land, water bodies and coastal areas that flows into the sea, or waste from activities at sea. Marine debris is found in all parts of the sea, from densely populated areas to remote locations untouched by humans, from coastal and shallow water areas to deep sea troughs. The purpose of this study was to quantify the size (weight and amount), composition and density of marine debris at Tiwude Beach, Beeng Darat Island, Sangihe Islands Regency, North Sulawesi Province. In this study, the beach litter monitoring method was used. It was collected using the line transect method following the guidelines on beach litter monitoring by the Indonesian Ministry of Environment and Forestry. The method of collection, in brief, is done by pulling a line transect along 100 m parallel to the coastline, and dividing it into 5 sections with a distance of 20 m, in which there are sub-transects with a size of 5 x 5 m, which are then divided into 25 boxes with a size of 1 x 1 m. The results showed that there were types of macro litter in the beach. The results showed that there were macro-waste and meso-waste types in the transect, totaling 83 items with a total weight of 485.8 grams. Plastic waste was found with the highest amount, followed by metal waste, cloth, and other materials. The conclusion of this study is that the types of marine debris found at the research site are generally in the form of plastic waste, plastic foam, metal, cloth, glass and ceramics, as well as other materials.

Key words: plastic waste, marine debris, Tiwude Beach, Sangihe.

ABSTRAK

Sampah laut adalah sampah yang berasal dari daratan, badan air, dan pesisir yang mengalir ke laut, atau sampah yang berasal dari kegiatan di laut. Sampah laut terdapat di seluruh bagian di laut, mulai dari kawasan-kawasan padat penduduk hingga lokasi-lokasi terpencil yang tak terjamah manusia dari pesisir dan kawasan air dangkal hingga palung-palung laut dalam. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkuantifikasi ukuran (berat dan jumlah), komposisi, dan kepadatan sampah laut di Pantai Tiwude, Pulau Beeng Darat, Kabupaten Kepulauan Sangihe, Provinsi Sulawesi Utara. Dalam penelitian ini, digunakan metode pemantauan sampah pantai (*beach litter*). Pengambilannya menggunakan metode *line transek* mengikuti panduan/pedoman tentang pemantauan sampah pantai oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. Cara pengambilannya, secara singkat, dilakukan dengan menarik line transek sepanjang 100 m sejajar garis pantai, dan membagi menjadi 5 bagian dengan jarak 20 m, yang di dalamnya terdapat sub traksek dengan ukuran 5 x 5 m, yang kemudian dibagi menjadi 25 kotak dengan ukuran 1 x 1 m. Hasil penelitian menunjukkan, terdapat jenis sampah makro dan sampah meso pada transek, yang berjumlah sebanyak 83 item dengan berat total 485,8 gram. Sampah plastik ditemukan dengan jumlah terbanyak, yang diikuti oleh sampah logam, kain, dan bahan lainnya. Kesimpulan penelitian ini adalah jenis sampah laut yang ditemukan di lokasi penelitian umumnya berupa sampah plastik, busa plastik, logam, kain, kaca dan keramik, juga bahan lainnya.

Kata kunci: sampah plastik, sampah laut, Pantai Tiwude, Sangihe

PENDAHULUAN

Sampah laut merupakan bahan padat yang sulit terurai, hasil pabrikan, atau olahan yang dicampakkan, dibuang, atau dibiarkan di lingkungan laut dan pesisir seperti yang disampaikan oleh *United Nations Environment Programme* (UNEP) dalam buku Laporan Tahunan 2009. Menurut Peraturan Presiden Nomor 83 Tahun 2018 tentang penanganan sampah laut, sampah laut adalah sampah yang berasal dari daratan, badan air, dan pesisir yang mengalir ke laut atau sampah yang berasal dari kegiatan di laut. Sampah laut terdapat di seluruh habitat laut, mulai dari kawasan-kawasan padat penduduk hingga lokasi-lokasi terpencil yang tak terjangkau manusia dari pesisir dan kawasan air dangkal hingga palung-palung laut dalam.

Kepadatan sampah laut beragam dari satu lokasi ke lokasi lain, dipengaruhi oleh kegiatan-kegiatan manusia, kondisi perairan atau cuaca, struktur dan perilaku permukaan bumi, titik masuk, dan karakteristik fisik dari materi sampah. Sampah laut terdiri dari beberapa jenis, misalnya, sampah plastik, busa plastik, logam, gelas, kayu olahan, kertas dan kardus, karet dan pakaian dan tekstil (KKP, 2016).

Keseluruhan sampah laut paling banyak ditemukan di wilayah pesisir pantai seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk yang berada di kawasan pesisir, yang dalam keseharian, masyarakat tidak dapat menghindari sampah, terutama jenis anorganik. Sampah anorganik semakin meningkat sejalan dengan konsumsi dan produksi modern. Akibatnya, jumlah sampah anorganik yang sulit terurai menjadi tantangan serius bagi lingkungan

dan kesehatan manusia serta dapat mencemari ekosistem.

Marliani (2014) mengungkapkan sampah anorganik termasuk sampah yang tidak dapat diurai oleh bakteri secara alami dan memiliki rantai karbon yang panjang, sehingga penguraiannya membutuhkan waktu yang sangat lama. Sampah anorganik terbuat dari bahan-bahan non hayati yang berupa produk sintetik maupun produksi hasil proses teknologi pengolahan bahan-bahan tambang yang tidak dapat diperbaharui. Dalam data *Plactic Europe* (2016), jenis sampah anorganik yang paling banyak ditemui di pesisir yaitu sampah anorganik berjenis plastik.

Permasalahan sampah laut dari hari ke hari menjadi semakin tak terbendung di mana menimbulkan dampak kerusakan luar biasa pada kehidupan laut. Selain mengotori lautan, sampah juga termakan dan meracuni hewan-hewan laut yang diakibatkan oleh sampah laut organik maupun anorganik. Sampah berada diberbagai tempat, termasuk di laut. Sampah laut yang terdegradasi menjadi partikel mikro dan nano yang berbahaya yang dapat masuk ke rantai makanan laut, mengancam kesehatan manusia yang mengonsumsi hasil perikanan selain itu dapat menyebabkan pengurangan keanekaragaman hayati di mana peningkatan sampah laut berpotensi mengurangi keanekaragaman dan keragaman hayati juga mempengaruhi produktivitas perikanan Sari *et al.* (2023).

Pantai Tiwude yang terletak di Pulau Beeng Darat merupakan kawasan pesisir yang berpotensi mengalami dampak akumulasi sampah laut, baik dari aktivitas masyarakat yang berada di darat maupun aktifitas masyarakat di laut. Berkaitan dengan penjelasan di atas, penelitian

mengenai karakteristik sampah laut di Perairan Pantai Tiwude ini menjadi penting dilakukan untuk memahami keberadaan komposisi dan kepadatan dari sampah laut.

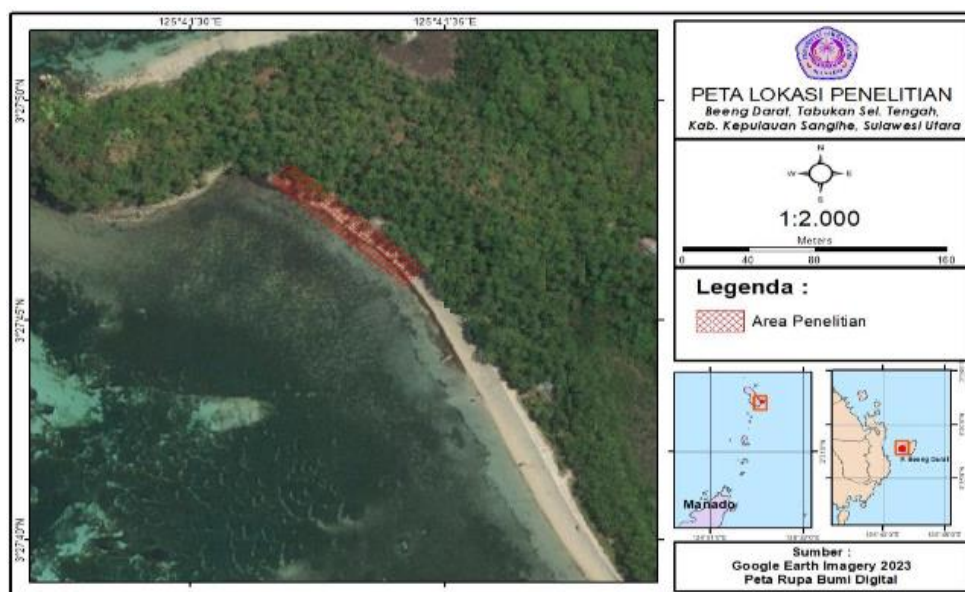
Rumusan masalah dalam penelitian adalah belum adanya informasi mengenai karakteristik sampah laut di Pesisir Pantai Tiwude Pulau Beeng Darat, Kabupaten Kepulauan Sangihe, Provinsi Sulawesi Utara. Untuk menjawab permasalahan yang dirumuskan, maka penelitian ini dilakukan untuk mencapai tujuan sebagai berikut :

1. Mengkuantifikasi komposisi sampah pantai berukuran makro dan meso berdasarkan berat jenis bahan dan jumlah jenis bahan.
2. Mengkuantifikasi kepadatan sampah pantai berukuran makro dan meso berdasarkan jenis bahan dan spesifikasi jenis bahan

Penelitian ini bermanfaat untuk menambah khasanah ilmu pengetahuan dan memberikan informasi tentang karakteristik sampah laut serta dapat digunakan untuk melakukan pemantauan rutin untuk menjaga kondisi daerah tersebut tetap bersih terutama dari sampah laut.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel dilaksanakan di Pantai Tiwude, Pulau Beeng Darat, Kecamatan Tabukan Selatan Tengah, Kabupaten Kepulauan Sangihe dengan titik koordinat $3^{\circ}27'46.8''\text{N}$ $125^{\circ}41'33.8''\text{E}$. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan November 2023. pengambilan sampel sampah laut menggunakan metode pemantauan sampah pantai (*beach litter*). Pengambilannya menggunakan metode *line transek* mengikuti panduan/pedoman Pemantauan Sampah Pantai oleh KLHK (KLHK, 2020).



Gambar 1. Peta lokasi pengambil sampel di pantai Tiwude Pulau Beeng Darat

Penentuan Stasiun Pengambilan Sampel

Sebelum melakukan *sampling*, dilakukan survei lokasi terlebih dahulu dan dipastikan Pantai Tiwude telah memenuhi kriteria menjadi lokasi *sampling* sampah pantai menurut panduan/pedoman pemantauan sampah pantai oleh KLHK (KLHK, 2020), yaitu:

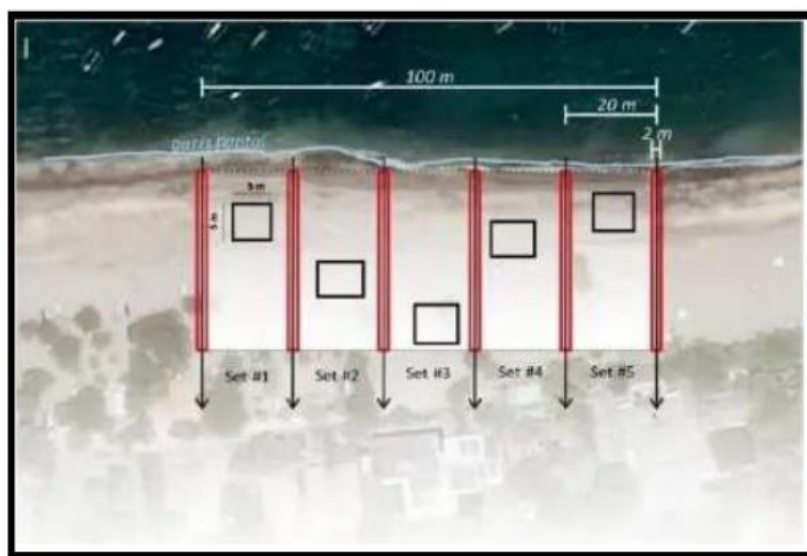
1. Dapat diakses sepanjang tahun atau musiman
2. Berpasir atau berkerikil
3. Tidak terdapat pemecah ombak, *jetties*, dermaga atau bangunan-bangunan lainnya
4. Panjang pantai minimum sepanjang 100 m
5. Tidak ada aktivitas *clean up* (bersih-bersih pantai) pada saat yang berdekatan dengan waktu *sampling* selama 3 bulan (Hal ini terkonfirmasi dari pemerintah Desa Beeng Darat).
6. Tidak ada pengelolaan sampah di lokasi tersebut

7. Bukan merupakan habitat sensitif, atau tidak terdapat spesies yang terancam yang mungkin terganggu akibat *sampling* ini.

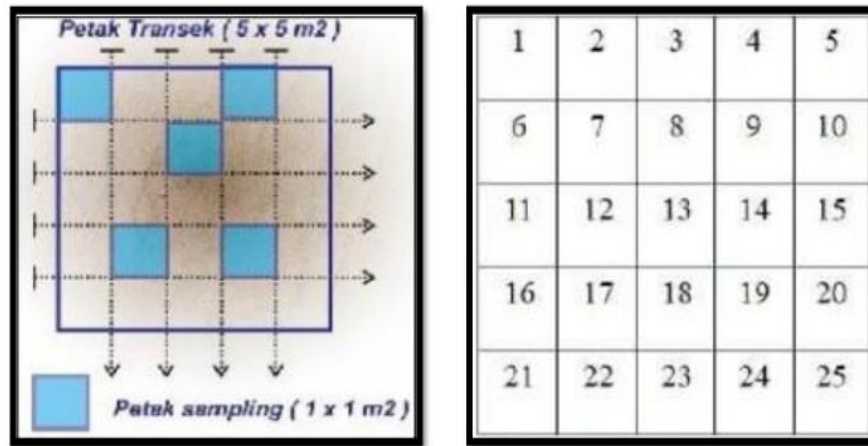
Pembuatan dan Peletakan Transek

Pembuatan line transek dilakukan pada saat air surut, dengan menarik garis lurus sepanjang 100 meter, yang dibuat sejajar dengan garis pantai, lalu dibagi menjadi 5 lajur dengan masing-masing sepanjang 20 meter. Pada tiap lajur ditempatkan sub transek berukuran 5x5 m² yang telah dibagi menjadi 25 bagian dengan ukuran 1x1 m² sebagai sub sub transek, yang diletakkan secara acak pada masing-masing bagian lajur (Gambar 2).

Pada setiap sub sub transek ukuran 1x1 m² diberikan penomoran 1 – 25, kemudian dipilih 5 kotak dari 25 kotak sub-sub transek dengan sistem random sampling. Penentuan random sampling menggunakan bantuan website *research randomizer* untuk menentukan kotak mana saja yang terpilih untuk digunakan (Gambar 3).



Gambar 2. Sketsa pembuatan kotak sub transek (KLHK, 2020)



S

Gambar 3. Pembagian sub-sub transek (KLHK ,2020)

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel sampah dilakukan setelah 4 titik koordinat lokasi transek bagian terluar ditentukan menggunakan GPS. Koordinat yang dicatat, yaitu

A1: 03°,27.8079N/125°,41,5337E;

A2: 03°,27,8057N/125°,41,5337E;

E1: 03°,27,7644N/25°,41,5721E;

E2: 03°,27,7689N/125°,41,5760E.

Kemudian, sampel sampah dikumpulkan dalam 5 lajur area transek. Sampah makro dikumpulkan pada setiap sub transek dalam setiap lajur sedangkan untuk sampah meso dikumpulkan dalam sub – sub transek yang telah terpilih secara acak. Cara mengumpulkan sampah makro, yaitu sampah dari masing-masing sub transek diletakkan pada ayakan dan diayak menggunakan ayakan ukuran lubang 2,5 cm. Kemudian, sampah makro dimasukkan ke dalam kardus sampah dan diberikan penomoran sesuai sub trasnek di mana sampah tersebut diambil. Sedangkan untuk sampah meso, diambil pada setiap kotak sub sub transek yang telah terpilih sebanyak 5 kotak dari 25 kotak berdasarkan pengacakan yang telah dilakukan. Pengambilannya membutuhkan bantuan serokan dengan cara menyerok pasir ke dalam ayakan dengan ukuran lubang

ayakan (5 mm). Setelah itu, sampel sampah meso yang terkumpul dimasukkan ke dalam plastik sampel dan diberi penomoran sesuai dengan sub sub trasnek. Sampah yang didapat dibersihkan dari sisa pasir menggunakan air setelah itu dikeringkan dan diklasifikasikan. Klasifikasikan dilakukan berdasarkan panduan UNEP (*United Nation Environment Programme*) dalam Panduan KLHK (KLHK, 2020).

Analisis Data

Analisis dilakukan untuk mengetahui komposisi dan kepadatan sampah laut. Analisis sampel menggunakan rumus, sebagai berikut (KLHK, 2020):

1) Komposisi (K):

$$K(\%) = \frac{\text{Berat/Jumlah jenis Sampah Laut (g)}}{\text{Berat/Jumlah Sampah Laut}} \times 100$$

2) Kepadatan (D)

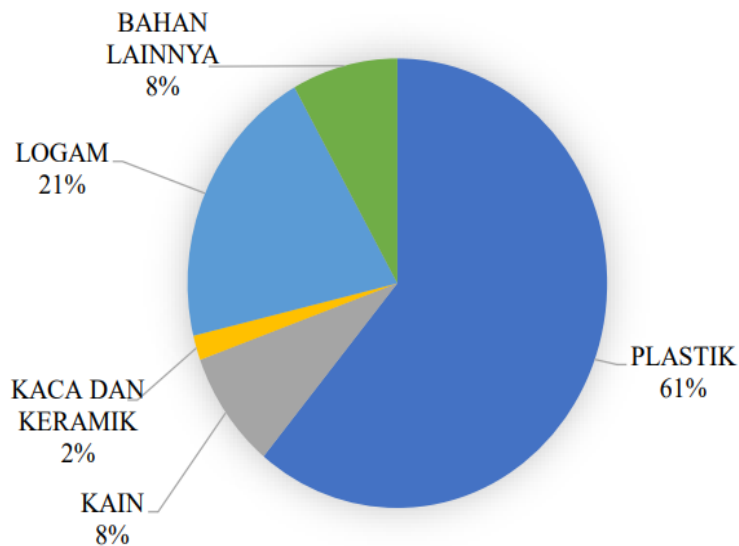
$$D = \frac{\text{Jumlah Sampah Per Jenis/Spesifikasi Sampah}}{\text{Panjang (m) x Lebar (m)}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

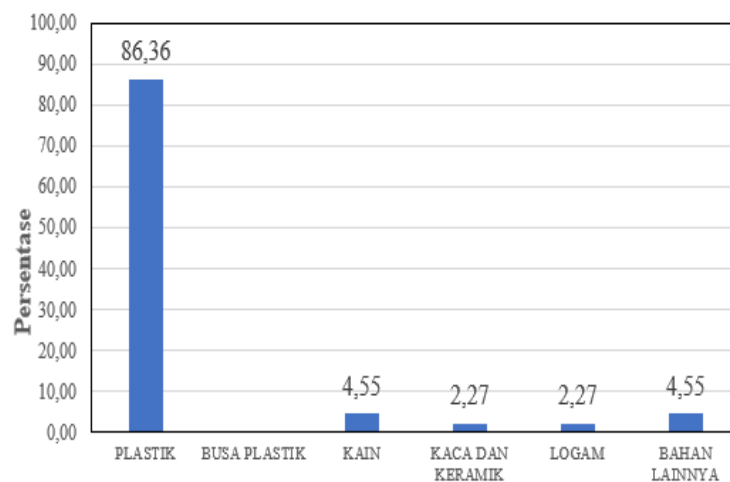
Komposisi Sampah Makro

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, diperoleh bahwa komposisi sampah yang berukuran makro (2,5 cm – 100 cm) yang berada di Perairan Pantai Tiwude, Pulau Beeng Darat, Kabupaten Kepulauan Sangehe, berdasarkan berat jenis bahan

menunjukkan, bahwa sampah jenis plastik sebesar 61%, logam sebesar 21%, kain sebesar 8%, kaca dan keramik sebesar 2%, dan sampah bahan lainnya sebesar 8% (Gambar 4). Berdasarkan jumlah, jenis sampah terbanyak yaitu sampah plastik sebesar 86,36%; sedangkan kain dan bahan lainnya sebesar 4,55% (Gambar 5). Hasil ini diperoleh dari olahan data *sheet* yang telah dibuat.



Gambar 4. Komposisi sampah pantai berukuran makro (2,5 cm – 100 cm), berdasarkan berat jenis bahan

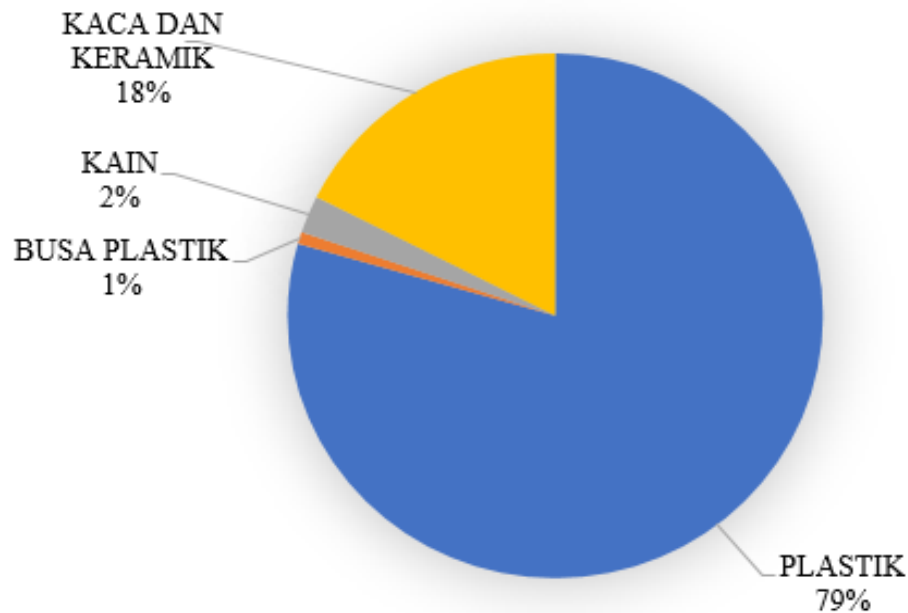


Gambar 5. Komposisi sampah pantai berukuran makro (2,5 cm – 100 cm), berdasarkan jumlah jenis bahan

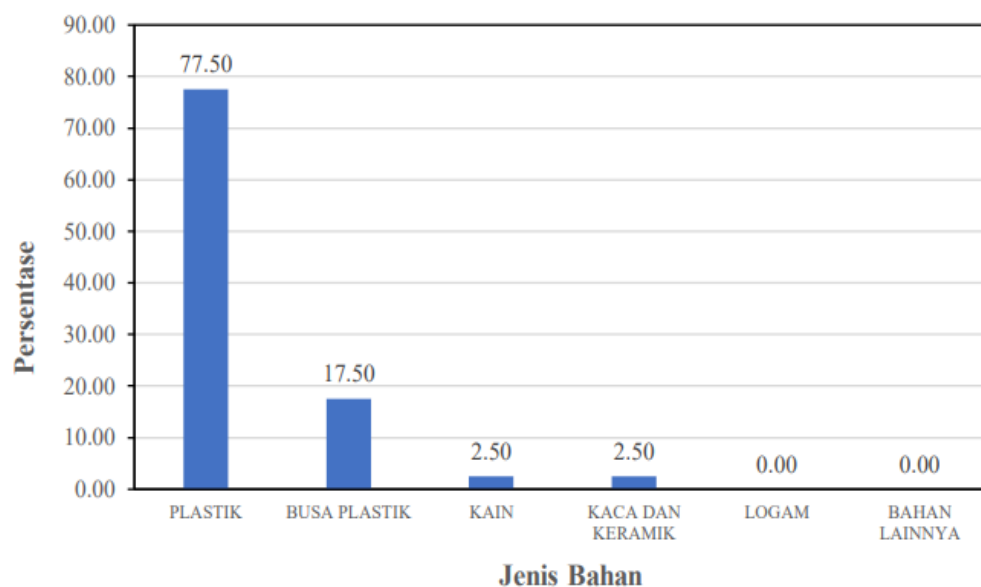
Komposisi Sampah Meso

Komposisi sampah yang berukuran meso (5 mm – 2,5 cm), yang berada di Perairan Pantai Tiwude Pulau Beeng Darat Kabupaten Kepulauan Sangihe, berdasarkan berat jenis bahan, menunjukkan sampah jenis plastik sebesar

79%, kaca dan keramik sebesar 18%, kain sebesar 2%, busa plastik sebesar 1% (Gambar 6). Berdasarkan jumlah, jenis sampah terbanyak adalah plastik sebesar 77,50 %, kemudian busa plastik sebesar 17,50 %, kain, kaca dan keramik sebesar 2,50 % (Gambar 7)



Gambar 6. Komposisi sampah pantai berukuran meso (5 mm – 2,5 cm) berdasarkan berat jenis bahan

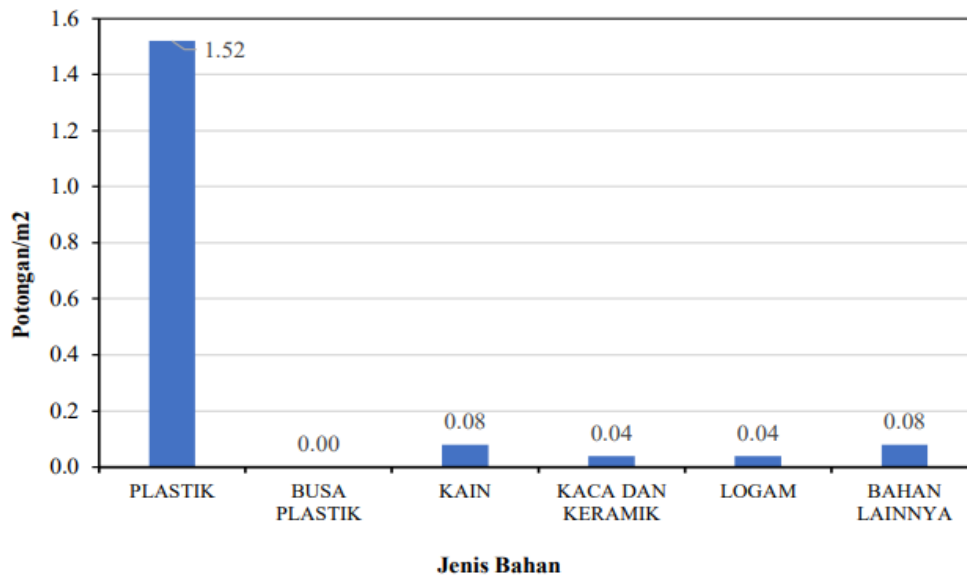


Gambar 7. Komposisi sampah pantai berukuran meso (5 mm – 2,5 cm) berdasarkan jumlah jenis bahan

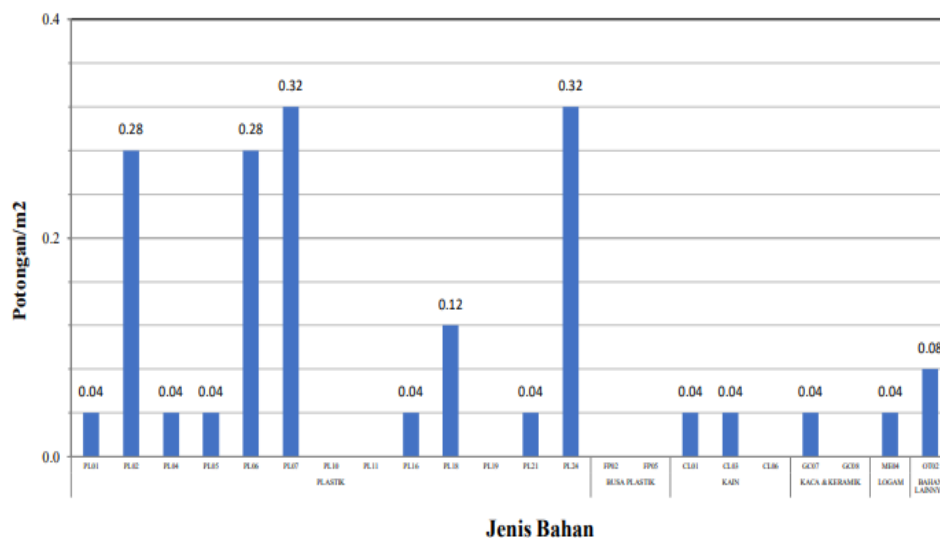
Kepadatan Sampah Makro

Berdasarkan jumlah, kepadatan sampah berukuran makro di Perairan Pantai Tiwude Pulau Beeng Darat, berdasarkan jenis bahan, menunjukkan plastik merupakan jenis sampah terpadat ($1,52 \text{ potongan/m}^2$), dan diikuti oleh sampah kain, dan bahan lainnya dengan

kepadatan sebesar $0,08 \text{ potongan/m}^2$ (Gambar 8). Selain itu, kepadatan berdasarkan spesifikasi jenis bahan yang tertinggi dari jenis sampah plastik adalah kantong plastik buram/bening (PL 07) dan plastik lainnya (PL24) sebesar $0,32 \text{ potongan/m}^2$ (Gambar 9).



Gambar 8. Kepadatan sampah pantai berukuran makro (2,5 Cm – 100 Cm) berdasarkan jenis bahan

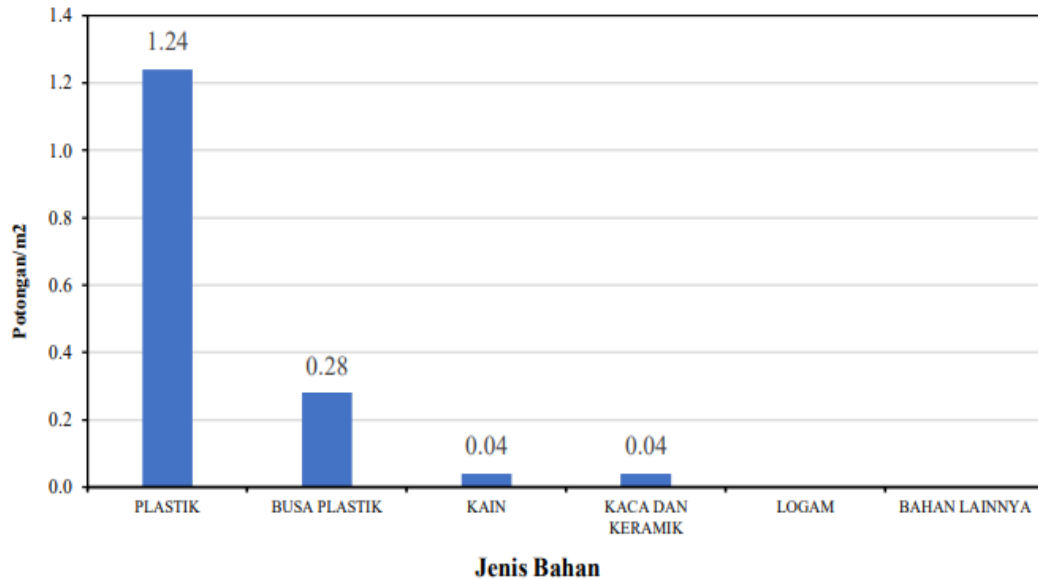


Gambar 9. Kepadatan sampah pantai berukuran makro (2,5 cm – 100 cm) berdasarkan spesifikasi jenis bahan

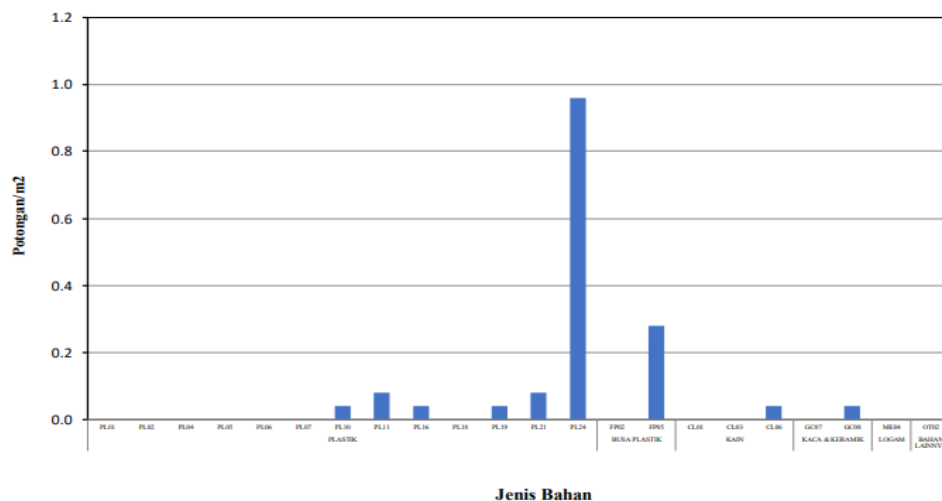
Kepadatan Sampah Meso

Kepadatan sampah berukuran meso di Perairan Pantai Tiwude Pulau Beeng Darat, berdasarkan jenis bahan, menunjukkan yang tertinggi adalah bahan plastik (1,24 potongan/m²) dan diikuti oleh

busa plastik (0,28 potongan/m²) (Gambar 10). Sedangkan berdasarkan spesifikasi jenis bahan, kepadatan tertinggi adalah jenis bahan plastik lainnya (PL 24) (Gambar 11). Hasil ini diperoleh dari olahan data *sheet* yang telah dibuat.



Gambar 10. Kepadatan sampah pantai berukuran makro (2,5 cm – 100 cm) berdasarkan jenis bahan



Gambar 11. Kepadatan sampah pantai berukuran makro (2,5 cm – 100 cm) berdasarkan spesifikasi jenis bahan

Sampah laut yang umum ditemukan di perairan pantai memiliki karakteristik yang beragam, mulai dari plastik, logam, kaca, hingga kayu dan tekstil. Sampah jenis plastik mendominasi sampah laut, termasuk botol plastik, dan styrofoam. Sampah jenis logam terdiri dari kaleng, peralatan perikanan, dan logam lainnya, yang merupakan sampah laut yang sering ditemukan. Sampah jenis kaca terdiri dari botol kaca, serpihan kaca, dan peralatan rumah tangga dari kaca. Jenis bahan plastik adalah sampah yang paling banyak ditemukan di lokasi penelitian, baik berukuran makro maupun meso (Gambar 4 dan 6). Hal ini diduga, disebabkan karena plastik memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan sampah laut lainnya seperti kaca, logam.

NOAA (2023) mengemukakan sampah laut terdapat di seluruh perairan di dunia, jenis sampah plastik termasuk jenis yang paling umum dan banyak dijumpai serta paling berisiko memberikan dampak yang cukup serius bagi organisme laut. Lebih lanjut dikemukakan oleh Muharlis (2014) dalam Johan (2019), bahwa sampah laut plastik dianggap memiliki potensi terbesar untuk mengubah lingkungan, berdampak buruk pada biota dan manusia, karena mengapung di permukaan, banyak diangkut oleh arus laut, bertahan dalam lingkungan selama bertahun-tahun, dan tidak mudah dicerna bila dikonsumsi.

Plastik termasuk polimer organik sintesis yang tersusun dari monomer-monomer serta memiliki karakteristik bahan yang cocok untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini yang menjadi penyebab penggunaan plastik oleh aktivitas manusia semakin meningkat, sebagai pemberi kontribusi terbesar sampah plastik yang berada di lautan.

Stevenson (2011) dalam Patuwo *et al.* (2020) menjelaskan bahwa sampah laut berasal dari dua sumber utama, yaitu: 1) sampah yang dibuang dari aktivitas manusia, dan 2) sampah dari darat melalui saluran sungai.

Keberadaan sampah laut terhadap ekosistem pesisir memiliki dampak negatif yang luas, termasuk kerusakan habitat, polusi, dan ancaman terhadap kehidupan laut. Dari segi kerusakan habitat, sampah laut dapat merusak habitat laut, seperti terumbu karang dan padang lamun. Dari segi polusi, sampah laut dapat mencemari air dan tanah serta melepaskan bahan kimia berbahaya. Ancaman terhadap kehidupan laut di mana hewan laut dapat terjat, tertelan atau tercekik oleh sampah laut bahkan hingga mati.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Andakke dan Tarya (2022) tentang variasi sampah laut di Teluk Manado menunjukkan bahwa jumlah sampah laut yang ditemukan saat kondisi surut lebih banyak dibanding saat kondisi pasang, dan jumlah sampah ukuran makro lebih banyak dibandingkan sampah ukuran meso. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil yang dilakukan sebelumnya, di Pantai Tiwude Pulau Beeng Darat, dengan jumlah sampah makro sebanyak 43 jenis bahan dan sampah meso sebanyak 40 jenis; sehingga ditemukan sampah plastik mencapai 86,36 %. Hal ini sama juga yang ditemukan oleh Zahra *et al.* (2024) di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Perikanan Pondokdadap di Kabupaten Malang Jawa Timur di mana menunjukkan sampah plastik mendominasi sebanyak 73,25 % di Pantai Sendang Biru dan 84,28% di Pelabuhan Pondokdadap. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Lasut (2021), bahwa komposisi sampah laut di pantai Molas, berdasarkan jenis bahan, baik berukuran

meso maupun makro, tertinggi berasal dari jenis bahan plastik meso sebanyak 52,41% dan makro sebanyak 34,77%. Dalam penelitian di Pantai Tiwude juga menemukan hal serupa yakni sampah plastik adalah jenis bahan dengan komposisi tertinggi, yakni 61% untuk makro (Gambar 4) dan 79 % untuk meso.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Pane *et al.* (2020) tentang jenis, komposisi, dan kepadatan sampah laut di Teluk Manado, Sulawesi Utara menjelaskan, bahwa pada musim hujan, berbagai jenis bahan sampah laut berada di Teluk Manado, baik berukuran makro maupun meso. Komposisi terbesar untuk ukuran makro dan meso ialah jenis bahan kaca & keramik. Namun, kepadatan tertinggi untuk ukuran makro dan meso ialah sampah jenis bahan plastik. Hal yang sama ditemukan di Pantai Tiwude Pulau Beeng Darat, bahwa kepadatan sampah jenis bahan plastik adalah yang tertinggi pada ukuran makro dan meso dengan tingkat kepadatan, masing-masing sebesar 1.52 m² untuk makro (Gambar 8) dan 1.24 m² untuk meso (Gambar 10).

Aktivitas dan kegiatan masyarakat yang sering membuang sampah sembarangan memungkinkan penyebab banyaknya sampah di laut dan terbawa gelombang. Menurut NOAA (2023), sebagian besar sampah laut berasal dari aktivitas manusia di daratan, dan akhirnya masuk ke laut. Sampah laut yang berasal dari daratan ini dapat berasal dari pembuangan sampah sehari-hari, baik yang disengaja maupun tidak, dan pembuangan di sungai, anak sungai, dan laut. Sampah dapat juga terbawa ke lingkungan laut melalui air hujan yang mengalir ke sungai, anak sungai, dan akhirnya bermuara di laut.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi sampah, ukuran makro berdasarkan berat yang tertinggi yakni sampah jenis plastik yakni sebesar 61% dan yang terendah adalah sampah jenis kaca dan keramik sebesar 2%. Komposisi berdasarkan jumlah jenis bahan, sampah plastik merupakan jenis bahan terbanyak yakni sebesar 86,36%, sedangkan jenis bahan paling sedikit terdiri dari kaca dan keramik serta logam masing-masing sama banyak sebesar 2,27%. Ukuran meso berdasarkan berat menunjukkan bahwa sampah jenis plastik merupakan yang terberat yakni sebesar 79%, dan sampah jenis busa plastik memiliki berat sebesar 1%. Untuk komposisi berdasarkan jumlah jenis bahan, sampah plastik merupakan jenis bahan terbanyak yakni sebesar 77,50%, sedangkan jenis bahan paling sedikit berupa kain sebesar 2,50%.
2. Kepadatan sampah, berdasarkan jenis bahan, baik ukuran makro berdasarkan jenis bahan menunjukkan bahwa sampah bahan plastik merupakan jenis sampah terpadat dimana sebanyak 1,52 potongan/m² dan yang paling sedikit terdapat kaca dan keramik serta logam masing-masing 0,04 potongan/m². Dari kepadatan berdasarkan spesifikasi jenis bahan yang paling tinggi adalah bahan plastik lainnya (PL 24). Kepadatan sampah ukuran meso berdasarkan jenis bahan, plastik merupakan jenis sampah terpadat yaitu sebesar 1,24 potongan/m², dan

yang paling sedikit terdapat kaca dan keramik serta kain sebesar 0.04 potongan/m² untuk kepadatan berdasarkan pesifikasi jenis bahan yang paling tinggi yaitu bahan plastik lainnya (PL 24).

DAFTAR PUSTAKA

- Andakke, J.N., Tarya, A .2022. Variasi Sampah Laut di Teluk Manado dan Sekitarnya. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(2), 224-238.
- Johan, Y., Renta, P. P., Purnama, D., Muksit, A., Hariman, O .2019.. Jenis dan Bobot Sampah Laut (Marine Debris) Pantai Panjang Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano*, 4(2), 243-256.
- KKP .2016. UPI-Menengah-Besar. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Diakses: 06 April 2024. <http://kkp.go.id/wp-content/uploads/2016/09/UPI-MENENGAH-BESAR.pdf>.
- KLHK .2020. Laporan Kinerja 2019 Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, Jakarta.
- KLHK .2020. Pedoman Pemantauan Sampah Laut : Sampah Pantai, Sampah Terapung, dan Sampah Dasar Laut. Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Peisisir dan Laut. 5 - 21
- Lasut, M. T .2021. Sampah Laut: Keberadaan dan Upaya Pengelolaannya di Kota Manado. Lppm Unsrat.
- Marliani, N .2014. Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga (Sampah Anorganik) Sebagai Bentuk Implementasi dari Pendidikan Lingkungan Hidup. *Jurnal Formatif* 4(2), 124-132.
- NOAA .2013. Programmatic Environmental Assessment (PEA) for the NOAA Marine Debris Program (MDP). Maryland (US): NOAA.168.
- NOAA .2023. Where Does Marine Debris From?. Marine Debris Program. <https://marinedebris.noaa.gov/discover-marine-debris/where-does-marine-debris-come>, Diakses: 25 Juni 2024.
- Pane, L. R., Pelle, W. E., Undap, S. J., Rumampuk, N. D., Warouw, V., Mamuaja, J. M., Lasut, M. T. 2020. Jenis, Komposisi, dan Kepadatan Sampah Laut di Teluk Manado, Sulawesi Utara, pada Musim Hujan (Type, Composition, and Density of Marine Litter in Manado Bay During Rainy Season). *Aquatic Science & Management*, 8(1), 1-7.
- Patuwo, N. C., Pelle, W. E., Manengkey, H. W., Schadu, J. N., Manembu, I., Ngangi, E. L .2020. Karakteristik Sampah Laut di Pantai Tumpaan Desa Tateli Dua Kecamatan Mandolang Kabupaten Minahasa. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 8(1), 70-83.
- Peraturan Presiden Nomor 83 Tahun 2018 tentang penanganan Sampah Laut
- Plastics Europe, E. P. R. O .2016. Plastics—the facts 2019. An analysis of European plastics production, demand and waste data, 1-15.
- Sari, M. N., Rudiyanto, R., Legowo, E., Widodo, P., Herlina, J., Suwarno, P .2023. Penanganan Pencemaran Plastik Sebagai Sampah Laut (Marine Debris) Melalui Perspektif Keamanan Maritim. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 10(4), 1664-1675.
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2009. Marine Litter: A Global Challenge., Nairobi: UNEP. p 232.
- Zahra, N. N. A., Dewanti, A. K., Yona, D., Aliviyan, D., Dewi, C. S. U., Yamindago, A .2024. Analisis Karakteristik Sampah Laut dan Tingkat Kebersihan di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Perikanan Pondokdadap, Kabupaten Malang, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 852-860.