

KOMPOSISI DAN KEPADATAN SAMPAH LAUT PADA TIGA BAGIAN DARI PANTAI MANGATASIK KECAMATAN TOMBARIRI KABUPATEN MINAHASA

(Composition and Density of Marine Debris in Three Parts of Mangatasik Beach Tombariri Subdistrict Minahasa Regency)

Samuel L. Opa*, Rama P. Kambey, Roles R. Rumengan,
Bulfrid B. Rajagukguk, Vivi A. Pamikiran

Program Studi Sains Kelautan, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Sains dan Teknologi Esa Trinita, Minahasa Selatan

* Penulis Korespondensi : samuelopa@esatrinita.ac.id

ABSTRACT

Marine debris is solid material from anthropogenic activities which then ends up in the coastal and marine environment. Mangatasik Beach is a tourist attraction that is often visited by visitors to enjoy the beauty of nature and beautiful scenery, these tourism activities along with other human and natural activities are thought to be a source of marine debris. This study aims to determine the composition and density of meso and macro marine debris in Mangatasik Beach in three areas, namely the upper, middle and lower parts of the beach. Three observation transects with one replicate were stretched 50 m long and 2 m wide. There were nine types of marine debris materials consisting of plastic, plastic foam, cloth, rubber, metal, glass and ceramics, paper and cardboard, wood, and other materials. The total weight of meso debris was found to be 360.80 g and macro debris was found to be 11,097 g. The heaviest meso debris composition was found at the upper part by the plastic foam material type at 46.62% (53.85 g). The heaviest composition of macro debris was found at the lower part by other types of materials by 60.28% (1,232.80 g). The highest meso debris density in the upper part with the type of plastic foam material with a value of 0.280 items/ m², as well as from the upper part also the highest macro debris density was obtained with the type of plastic material at a value of 0.820 items/ m².

Keywords: Marine Debris, Composition, Density, Mangatasik Beach

ABSTRAK

Sampah laut merupakan material padat dari kegiatan antropogenik yang kemudian berakhir di pesisir dan lingkungan laut. Pantai Mangatasik merupakan objek wisata yang sering dikunjungi oleh pengunjung untuk menikmati keindahan alam dan pemandangan yang asri, aktivitas wisata tersebut bersama aktivitas manusia dan alam lainnya diduga menjadi sumber sampah laut. Penelitian ini bertujuan melihat komposisi dan kepadatan sampah laut meso dan makro di Pantai Mangatasik pada tiga area, yaitu bagian atas, tengah, dan bawah dari pantai. Tiga transek pengamatan dengan satu ulangan dibentangkan sepanjang 50 m dan lebar 2 m. Terdapat sembilan jenis bahan sampah laut terdiri atas plastik, busa plastik, kain, karet, logam, kaca dan keramik, kertas dan kardus, kayu, dan bahan lainnya. Total berat sampah meso didapatkan sebanyak 360,80 gr dan sampah makro didapatkan sebanyak 11.097 gr. Komposisi sampah meso paling berat terdapat pada bagian atas oleh jenis bahan busa plastik sebesar 46,62% (53,85 gr). Komposisi sampah makro yang paling berat terdapat pada bagian bawah oleh jenis bahan lainnya sebesar 60,28% (1.232,80 gr). Kepadatan sampah meso tertinggi di bagian atas dengan jenis bahan busa plastik dengan nilai 0,280 *item*/m², begitu pula dari bagian atas juga kepadatan sampah makro tertinggi didapatkan dengan jenis bahan plastik pada nilai 0,820 *item*/m².

Kata Kunci: Sampah Laut, Komposisi, Kepadatan, Pantai Mangatasik

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir memainkan peran penting dalam produktivitas biologi, geokimia, dan aktivitas manusia, serta sebagai sumber makanan, rekreasi, dan transportasi, yang memainkan peran penting dalam perekonomian global. Namun, ini dikombinasikan dengan berbagai aktivitas manusia yang dapat membahayakan kesehatan lautan. Salah satu hasil dari kegiatan di wilayah pesisir yaitu, sampah laut (Winda *et al.*, 2022).

Sampah laut (*marine debris*) merupakan material padat dari kegiatan antropogenik yang diproses dan dibuang atau ditinggalkan yang kemudian berakhir di pesisir dan lingkungan laut (UNEP, 2021). Dampak dari sampah laut mengancam kelestarian ekosistem, kesehatan manusia dan ekonomi yang signifikan, sehingga sampah laut menjadi masalah lingkungan global yang serius (Bettencourt *et al.*, 2021). Sampah laut dapat berujung di lingkungan laut melalui sungai dan saluran drainase perkotaan oleh karena aktivitas industri, aktivitas pertanian, aktivitas rumah tangga, aktivitas kelautan dan perikanan, serta aktivitas pariwisata di area pesisir dan laut. Kemudian arus, pasang surut, dan ombak juga menjadi faktor pembawa sampah laut dari satu tempat ke tempat lain (Lippiatt *et al.*, 2013; Cordova, 2017).

Sampah laut di Indonesia diperkirakan berkisar antara 0,56 hingga 0,59 MMT (*Million Metric Tons*) per tahun pada 2019. Fakta ini menempatkan Indonesia pada peringkat keenam penyumbang sampah laut tertinggi di dunia, dibandingkan sebelumnya pada tahun 2015 yang menduduki peringkat kedua (Jambeck *et al.*, 2015; Ulfa *et al.*, 2023). Dalam Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 83 Tahun 2018 tentang

Penanganan Sampah Laut, Pemerintah Indonesia mengambil tindakan tegas yang bertujuan untuk menetapkan strategi, program, dan kegiatan untuk penanganan sampah laut dalam bentuk 'Rencana Aksi Nasional Penanganan Sampah Laut' dari tahun 2018-2025. Selanjutnya peraturan ini meminta pemerintah daerah untuk membuat kebijakan yang mempercepat pengurangan sampah laut melihat urgensi masalah yang ditimbulkan oleh sampah laut (Riksfardini & Asmara, 2023).

GESAMP (2019) mengategorikan sampah laut menjadi 5 bagian yaitu, Nano (<1 μm); Mikro (1 μm – 0,5 cm); Meso (0,5 – 2,5 cm); Makro (2,5 – 100 cm); dan Mega (>100 cm). Sampah laut yang ditemukan mayoritas berupa plastik (kemasan plastik, kantong plastik, sedotan, tutup botol, tali, popok, busa), logam (kaleng kaleng, cat, tutup botol), peralatan penangkapan ikan (jaring, kail, alat pancing), gelas kaca (bola lampu, botol kaca), kayu olahan, karet, kain, dan sampah elektronik (Pawar *et al.*, 2016; Iswanto *et al.*, 2019). Pantai yang paling dekat dengan pusat aktivitas manusia adalah tempat sampah laut terdampar (Jambeck *et al.*, 2015). Pantai Mangatasik adalah salah satu objek wisata pantai di yang sering dikunjungi oleh pengunjung untuk menikmati keindahan alam dan pemandangan yang asri yang terletak di Desa Ranowanko, Kecamatan Tombariri, Kabupaten Minahasa (Polii *et al.*, 2022). Oleh karena itu, Pantai Mangatasik juga tak luput dari ancaman sampah laut baik dari pengunjung yang datang maupun dari aktivitas pesisir lainnya.

Berkaitan dengan penjelasan di atas, perlu dipertimbangkan untuk melengkapi data dan informasi tentang komposisi dan kepadatan sampah laut lebih khususnya di area pantai, dan sebelumnya belum ada yang meneliti sampah laut di Pantai

Mangatasik. Ancaman keberlangsungan ekosistem perairan dan kehidupan manusia menjadi alasan agar para penentu kebijakan dapat merespon arah yang lebih peduli terhadap lingkungan laut lewat semakin banyaknya penelitian mengenai sampah laut. Mempertimbangkan segala keterbatasan, penelitian ini difokuskan untuk mendata komposisi dan kepadatan sampah laut berukuran makro dan meso di tiga bagian dari Pantai Mangatasik.

METODE PENELITIAN

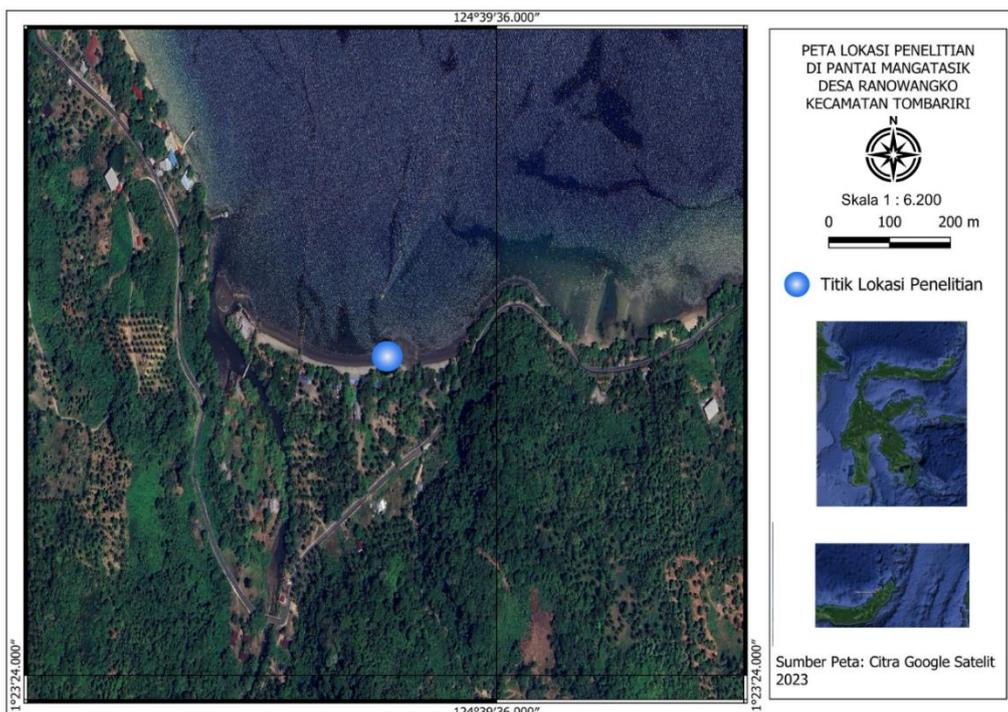
Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bulan November – Desember 2023 dengan pengambilan sampel sampah laut dilakukan pada 29 November 2023. Lokasi pengambilan sampel terletak di Pantai Mangatasik Desa Ranowangko Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa, lebih tepatnya pada titik 1°23'40.5" LU 124°39'30.1" BT. Peta lokasi pengambilan sampel sampah laut dapat dilihat pada

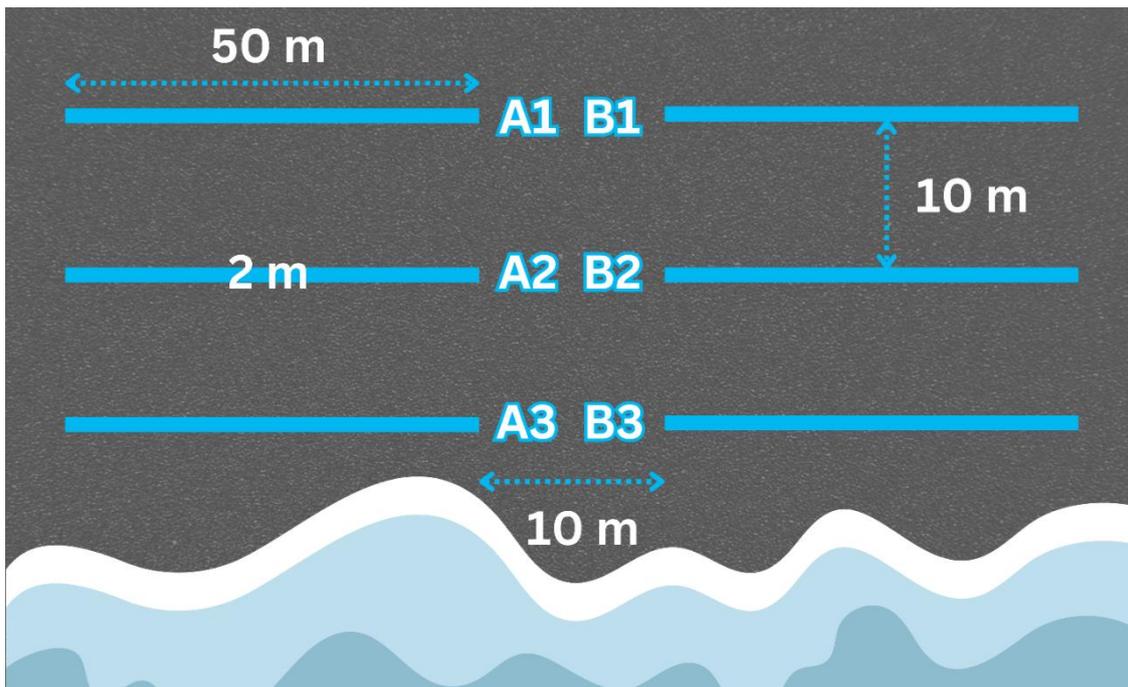
Gambar 1. Pembersihan dan pengeringan sampel serta pengelompokan dan penimbangan sampel dilaksanakan di Laboratorium Biologi Kelautan Fakultas Sains dan Teknologi Institut Sains dan Teknologi Esa Trinita.

Pengambilan Sampel Sampah Laut

Data dikumpulkan secara langsung di lapangan (Data Primer). Data diambil dengan membagi tiga bagian zona intertidal (atas, tengah, dan bawah). Di mana bagian atas merupakan zona pasang tertinggi, bagian tengah merupakan zona terjadinya pasang surut secara rutin, dan bagian bawah merupakan zona surut terendah. Dilakukan 2 transek untuk setiap bagian zona dengan jarak 10 m antar transek A dan transek B. Garis transek yang digunakan sebagai patokan pengambilan data sampah ditarik 50 m untuk tiap transek dengan lebar transek 2 meter dengan luas total setiap transeknnya adalah 100 m² (Gambar 2).



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel sampah laut



Gambar 2. Ilustrasi posisi transek pada saat pengambilan data sampah laut

Kemudian pengambilan data sampah laut dilakukan dengan berjalan di dalam transek dan dimasukkan ke dalam kantong sampah, proses yang sama dilakukan untuk setiap transek. Selanjutnya sampah dikeringkan, kemudian diklasifikasikan berdasarkan standar NOAA (Lippiat *et al.*, 2013). Sampah yang sudah diklasifikasikan jenisnya dan ukurannya kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital. Parameter yang diambil yaitu jumlah (*item*) dan bobot (gr), kemudian hasil yang didapatkan dimasukkan ke dalam tabel data dalam *spreadsheet Excel*.

Analisis Data

Dengan menggunakan panduan KLHK (2017), data yang telah dimasukkan ke dalam *spreadsheet Excel* yang menunjukkan jumlah dan berat sampah laut dari tiap jenis yang ditemukan dianalisis untuk menghasilkan komposisi dan kepadatan sampah laut meso dan makro dengan penghitungan sebagai berikut:

- Komposisi sampah laut didapatkan dari persentase (%) berat sampah per jenis (x) per total sampah transek pengamatan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Komposisi Sampah Laut} = \frac{x}{\sum_{i=1}^n xi} \times 100\%$$

- Kepadatan sampah laut didapatkan dari membagikan jumlah sampah per jenis (*item*) dengan luas transek pengamatan (m²) dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kepadatan Sampah Laut} = \frac{\text{Jumlah Sampah}}{\text{Panjang} \times \text{Lebar}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Sampah Laut

Hasil penelitian di Pantai Mangatasik menunjukkan bahwa ada sembilan jenis bahan terdiri atas plastik (PL), busa plastik (FP), kain (CL), karet (RB), logam (ME), kaca dan keramik (GC), kertas dan kardus (PC), kayu (WD), dan bahan lainnya (OT). Sampah laut seperti plastik, kaca, keramik,

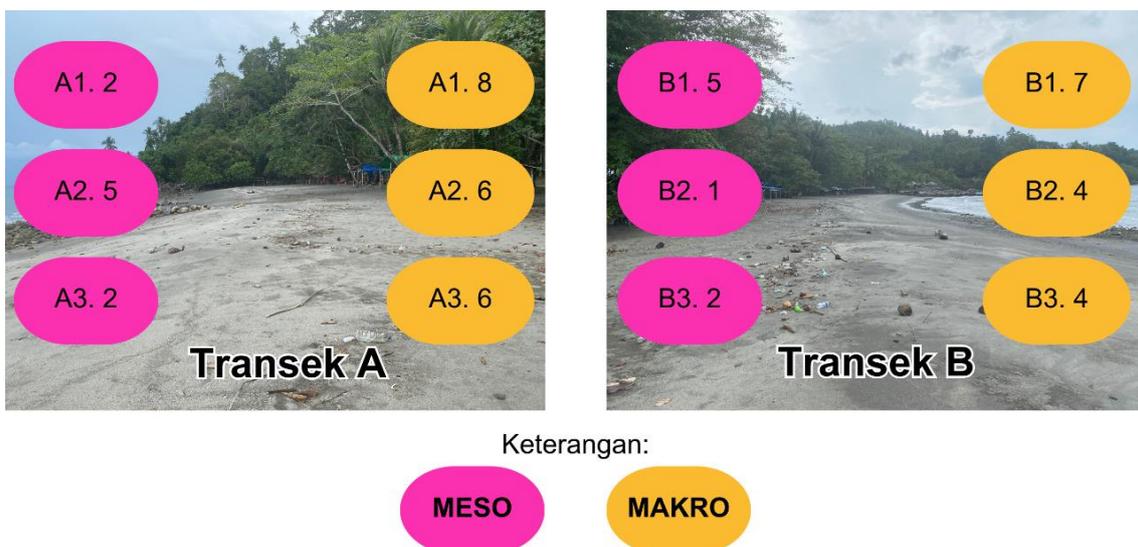
busa, logam, karet, kayu, kertas, dan styrofoam adalah sampah laut yang umum ditemui dan membutuhkan waktu yang lama untuk terurai (Lippiat *et al.*, 2013). Jenis sampah laut yang ditemukan di Pantai Mangatasik adalah yang paling umum dijumpai pada lingkungan laut di seluruh dunia. Gambar 3 menunjukkan jenis bahan sampah laut yang ditemukan pada transek pengamatan penelitian ini.

Pada penelitian ini dari semua jenis bahan yang terkumpul pada kedua transek untuk sampah berukuran meso didapatkan sebanyak 360,80 gr dan sampah berukuran makro didapatkan sebanyak 11.097 gr. Jumlah sampah sebelumnya terbagi ke 6 transek pengamatan yang kemudian dalam penelitian ini dibahas untuk melihat komposisi mereka pada tiga bagian di area pantai yaitu atas, tengah, dan bawah.

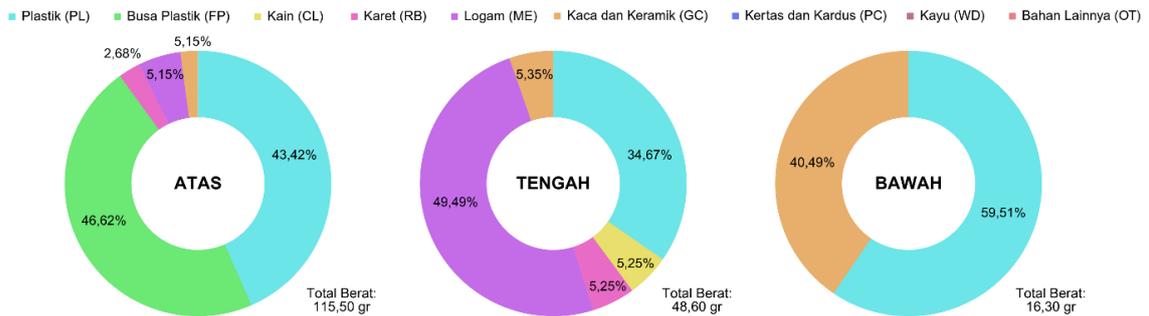
Untuk sampah meso, pada area bagian atas dengan total berat 115,50 gr didominasi oleh jenis bahan Busa Plastik (FP) dan Plastik (PL) dengan komposisi 46,62% (53,85 gr) dan 43,42% (50,15 gr) kemudian diikuti oleh Logam (ME), Karet (RB), serta Kaca dan Keramik (GC) dengan

total persentase dari ketiganya hampir mencapai 10%. Sedangkan, untuk area bagian tengah dengan total berat 48,60 gr didominasi oleh jenis bahan Logam (Me) dengan komposisi 49,49% (24,05 gr) diikuti oleh Plastik (PL) 34,67% (16,85 gr), Kaca dan Keramik 5,35% (2,60 gr), Kain (CL) dan Karet (RB) dengan persentase yang sama 5,25% (2,55 gr). Selanjutnya, area bagian bawah dengan dengan total berat 16,30 gr yang hanya terdiri dari dua jenis bahan yaitu Plastik (PL) dengan komposisi 59,51% (9,70 gr), kemudian Kaca dan Keramik (GC) dengan komposisi 40,49% (6,60 gr). Secara keseluruhan data sampah meso pada ketiga bagian pantai dapat dilihat pada Gambar 4.

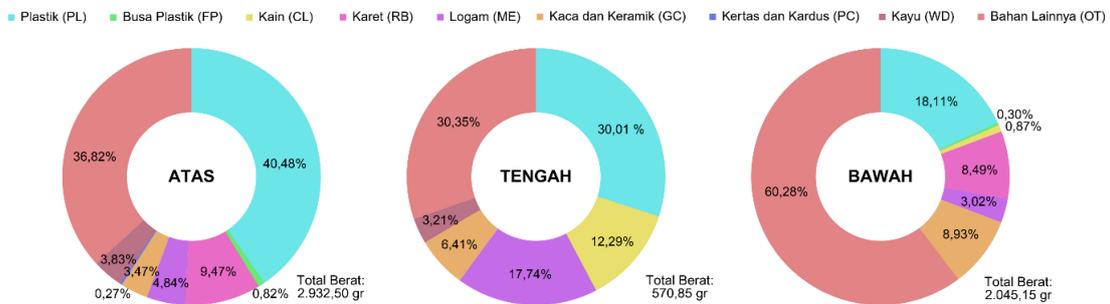
Untuk sampah makro, pada area bagian atas dengan total berat 2.932,50 gr didominasi oleh jenis bahan Plastik (PL) dan Bahan Lainnya (OT) dengan komposisi 40,48% (1187,15 gr) dan 36,82% (1079,65 gr) serta diikuti oleh Karet (RB), Logam (ME), Kayu (WD), Kaca dan Keramik (GC), Busa Plastik (FP), dan yang terendah merupakan Kertas dan Kardus (PC).



Gambar 3. Jumlah jenis bahan sampah laut meso dan makro di Pantai Mangatasik



Gambar 4. Komposisi sampah laut meso pada bagian atas, tengah, dan bawah dari Pantai Mangatasis



Gambar 5. Komposisi sampah laut makro pada bagian atas, tengah, dan bawah dari Pantai Mangatasis

Sedangkan, pada area bagian tengah dengan total berat 570,85 gr jenis bahan yang mendominasi adalah Kayu (WD) dan Plastik (PL) dengan komposisi 30,35 % (173,25 gr) dan 30,01% (171, 30 gr) diikuti bahan Logam (ME), Kain (CL), Kaca dan Keramik (GC), dan Kayu (WD). Untuk area bagian bawah dengan total berat 2.045,15 gr sampah jenis Bahan Lainnya (OT) yang mendominasi dengan komposisi 60,28% (1.232,80 gr) dan nilai komposisi terkecil ditemukan pada jenis bahan Busa Plastik (FP) dengan 0,30% (6,15 gr). Secara keseluruhan data sampah makro pada ketiga bagian pantai dapat dilihat pada Gambar 5.

Komposisi sampah laut meso dan makro di atas menunjukkan bahwa sangat jelas perbedaan dalam total berat sampah

yang ditemui, hal ini diakibatkan ukuran sampah meso yang lebih kecil dibanding dengan sampah makro yang kemudian membuat total berat dari sampah ukuran meso juga lebih kecil. Kemudian total sampah meso dan makro yang terdapat di bagian atas pantai jauh lebih banyak dibandingkan dengan bagian tengah dan bawah, walau terdapat perbedaan untuk sampah meso sampah pada bagian tengah lebih banyak daripada bagian bawah sedangkan untuk sampah makro sampah pada bagian bawah lebih banyak daripada bagian tengah. Kondisi ini disebabkan oleh densitas jenis bahan sampah yang ditemukan. Di area pantai, sampah dengan densitas rendah dapat lebih mudah tersangkut atau mengapung, sedangkan sampah dengan densitas tinggi dapat

terendap pada sedimen pantai karena aktivitas pasang surut.

Hasil berat sampah yang ditemukan dalam penelitian ini tidak dapat mempresentasikan jumlah sampah di suatu lokasi secara konkret dikarenakan komposisi jenis bahan sampah berdasarkan berat belum tentu menjadi jenis bahan terbanyak yang ditemukan pada suatu lokasi (berkenaan dengan jumlah). Secara keseluruhan terlihat jelas bahwa jenis bahan plastik mendominasi dari semua jenis bahan yang ditemui, penggunaannya yang berkelanjutan menyebabkan plastik terakumulasi di lautan. Diperkirakan bahwa pembuangan dari kapal laut saja akan menyumbang 6,5 juta ton plastik selama tiga tahun (Lebreton *et al.*, 2017). Sekitar 50% dari seluruh plastik yang diproduksi di dunia memiliki densitas yang lebih kecil dibandingkan air laut, sebab itu plastik lebih mudah untuk terapung di laut dan menyebar juga dengan mudah di perairan laut (Zink *et al.*, 2017).

Kepadatan Sampah Laut

Sebelum mendapatkan nilai kepadatan sampah laut di Pantai Mangatasik, berikut merupakan data jumlah *item* sampah laut baik meso dan makro dari ketiga bagian Pantai Mangatasik (Tabel 1 dan Tabel 2). Secara keseluruhan, data menunjukkan bahwa sampah makro lebih banyak daripada sampah meso. Situasi yang sama juga disampaikan oleh Bangun *et al.* (2019); Pane *et al.* (2020); Lasut *et al.* (2021); Andakke & Tarya (2022) bahwa sampah makro merupakan sampah terbanyak yang dapat ditemukan pada pantai-pantai di Sulawesi Utara. Produksi sampah ukuran makro jauh lebih banyak dibandingkan sampah meso, dan mengubah sampah ukuran makro menjadi bagian yang lebih

kecil memakan banyak waktu dan proses yang panjang. Sampah berukuran kecil seperti sampah meso cenderung tenggelam sebelum tersebar ke lingkungan perairan laut. Oleh karena itu, kesempatan sampah berukuran meso untuk terdampar sangat sedikit (Fazey dan Ryan, 2016).

Kemudian, berdasarkan hasil perhitungan kepadatan dengan membagi rata-rata *item* yang didapatkan dengan luas dari transek pengamatan, didapatkan kepadatan sampah laut ukuran meso di area bagian atas oleh jenis bahan Busa Plastik (FP) dengan 0,280 *item/m*² kemudian diikuti oleh Plastik (PL) dengan 0,125 *item/m*² kemudian Karet (RB), Logam (ME), serta Kaca dan Keramik (GC) dengan masing-masing 0,005 *item/m*². Kepadatan tertinggi sampah meso dari ketiga bagian yaitu pada bagian tengah oleh jenis bahan Plastik (PL) dengan kepadatan 0,030 *item/m*² begitu pula mendominasi bagian bawah dengan 0,025 *item/m*² hal ini menjelaskan pada kategori sampah meso jenis bahan plastik sangat mendominasi pada ketiga bagian. Pada kategori sampah makro untuk semua bagian kepadatan tertinggi pun didapatkan dari jenis bahan Plastik (PL) dengan 0,820 *item/m*² pada bagian atas, 0,120 *item/m*² pada bagian tengah, dan 0,180 *item/m*² pada bagian bawah. Secara keseluruhan data kepadatan sampah laut di Pantai Mangatasik dapat dilihat pada Gambar 6.

Andakke & Tarya (2022) meneliti kepadatan sampah laut di salah satu pantai wisata juga yang terdapat di Kecamatan Tombariri, Kabupaten Minahasa yaitu Pantai Tasik Ria dan didapati bahwa untuk sampah berukuran meso kepadatan sampah secara keseluruhan sebanyak 0,36 *item/m*² pasang dan 0,52 *item/m*² saat surut sedangkan secara keseluruhan untuk kategori makro kepadatan sampah di

Pantai Mangatasik di bagian atas sebanyak 1,105 *item/m²*, bagian bawah sebanyak 0,200 *item/m²*, dan bagian bawah sebanyak 0,280 *item/m²*. Kemudian untuk sampah berukuran makro kepadatan sampah secara keseluruhan sebanyak 0,68 *item/m²* pasang dan 0,88 *item/m²* saat surut, sedangkan secara keseluruhan untuk kategori makro kepadatan sampah di bagian atas Pantai Mangatasik sebanyak 1,11 *item/m²*, bagian bawah sebanyak 0,20

item/m², dan bagian bawah sebanyak 0,28 *item/m²*. Keduanya merupakan tempat wisata, namun perbedaan struktur pantai dan juga cuaca serta musim saat pengambilan data menghasilkan perbedaan pada kepadatan yang didapatkan. Faktor selanjutnya adalah sungai, dalam hal ini Pantai Mangatasik sangat terpengaruh oleh beberapa sungai kecil dan satu sungai besar, Sungai Ranowanko. Sungai menjadi salah

Tabel 1. Jumlah sampah laut meso yang ditemukan di Pantai Mangatasik

Jenis Bahan Sampah Laut (Meso)	Transek Bagian Atas			Transek Bagian Tengah			Transek Bagian Bawah		
	A1	B1	Rata-rata	A2	B2	Rata-rata	A3	B3	Rata-rata
Plastik (PL)	15	10	12,5	3	3	3,0	4	1	2,5
Busa Plastik (FP)	41	15	28,0	0	0	0,0	0	0	0,0
Kain (CL)	0	0	0,0	1	0	0,5	0	0	0,0
Karet (RB)	0	1	0,5	1	0	0,5	0	0	0,0
Logam (ME)	0	1	0,5	2	0	1,0	0	0	0,0
Kaca dan Keramik (GC)	0	1	0,5	1	0	0,5	2	1	1,5
Kertas dan Kardus (PC)	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0
Kayu (WD)	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0
Bahan lainnya (OT)	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0
Total	56	28	42,0	8	3	5,5	6	2	4,0

Tabel 2. Jumlah sampah laut makro yang ditemukan di Pantai Mangatasik

Jenis Bahan Sampah Laut (Makro)	Transek Bagian Atas			Transek Bagian Tengah			Transek Bagian Bawah		
	A1	B1	Rata-rata	A2	B2	Rata-rata	A3	B3	Rata-rata
Plastik (PL)	81	83	82,0	14	10	12,0	16	1	18,0
Busa Plastik (FP)	15	6	10,5	0	0	0,0	1	0	0,5
Kain (CL)	3	0	1,5	2	1	1,5	0	0	0,5
Karet (RB)	3	3	3,0	0	0	0,0	3	0	1,5
Logam (ME)	5	4	4,5	4	0	2,0	2	0	1,0
Kaca dan Keramik (GC)	1	0	0,5	2	2	2,0	4	1	3,0
Kertas dan Kardus (PC)	0	1	0,5	0	0	0,0	0	0	0,0
Kayu (WD)	5	4	4,5	1	1	1,0	0	0	0,0
Bahan lainnya (OT)	4	3	3,5	3	0	1,5	6	0	3,5
Total	117	104	110,5	26	14	20,0	32	2	28,0



Gambar 6. Kepadatan sampah laut meso (kiri) dan makro (kanan) pada bagian atas, tengah, dan bawah dari Pantai Mangatasic

satu sumber sampah laut terbesar; debit air sungai meningkat selama musim hujan, membawa sampah dari daratan ke pantai terdekat (Pelamatti *et al.*, 2019).

Pada data yang didapatkan juga menjelaskan bahwa pada bagian tengah pantai jumlah dan kepadatan sampah laut lebih sedikit dibandingkan pada bagian atas dan tengah, hal ini dikaitkan dengan peristiwa pasang surut air laut yang membawa sampah yang mudah terapung ke bagian atas pantai serta mengendapkan beberapa sampah di bagian bawah pantai dengan kondisi area yang sedikit berbatu.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, di Pantai Mangatasic di awal musim penghujan ditemukan 6 jenis bahan sampah laut meliputi Plastik, Busa Plastik, Kain, Karet, Logam serta Kaca dan Keramik untuk ukuran meso. Sedangkan untuk ukuran makro terdapat 9 jenis bahan sampah laut meliputi Plastik, Busa Plastik, Kain, Karet, Logam, Kaca dan Keramik, Kertas dan Kardus, Kayu, dan Bahan Lainnya. Komposisi terbesar untuk ukuran meso, pada bagian atas adalah jenis bahan busa plastik, pada bagian tengah jenis bahan logam, dan pada bagian bawah jenis bahan plastik. Pada ukuran makro,

komposisi terbesar pada bagian atas adalah jenis bahan plastik dan jenis bahan lainnya mendominasi pada bagian tengah dan bawah. Kepadatan terbesar untuk ukuran meso, pada bagian atas adalah jenis bahan busa plastik kemudian pada bagian tengah dan bawah jenis bahan plastik mendominasi. Hal yang sama untuk sampah makro pada ketiga bagian didapatkan kepadatan tertinggi dari jenis bahan plastik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andakke, N. J., Tarya, A. 2022. Variasi Sampah Laut di Teluk Manado dan Sekitarnya. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(2), 224–238.
- Bangun, S., Sangari, J., Tilaar, F., Pratasik, S., Salaki, M., Pelle, W. 2019. Marine Debris Composition on Tasik Ria Beach, Tombariri, Minahasa Regency. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 7(1), 320-328.
- Bettencourt, S., Costa, S., Caeiro, S. 2021. Marine litter: A Review of Educative Interventions. *Marine Pollution Bulletin*, 168, 1-17.
- Cordova, M.R. 2017. Pencemaran Plastik di Laut. *OSEANA*, 42(3), 21 – 30.
- Fazey M. F. C., Ryan, P. G. 2016. Debris Size and Buoyancy Influence The Dispersal Distance of Stranded Litter. *Marine Pollution Bulletin*, 110(1), 371-377.
- GESAMP. 2019. Guidelines or The Monitoring and Assessment of Plastic Litter and Microplastics in The Ocean (Kershaw P.J., Turra A. and Galgani F. editors), (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). *Rep. Stud. GESAMP* 99. p 130.
- Iswanto, Sudarmadji, Wahyuni, E.T., Sutomo, A.H. 2019. Household Hazardous Solid Waste (HHSW) Management Schemes in Sleman Regency for Future. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 256, 1-9.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K. L. 2015. Plastic Waste Inputs from Land Into the Ocean. *Science*, 347(6223), 768–771.
- KLHK. 2017. Pedoman Pemantauan Sampah Pantai. Jakarta: Dirjen Pengendalian Pencemaran Dan Kerusakan Pesisir Dan Laut, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 46 hal.
- Lasut, M. T., Pane, L. R., Doda, D. V. D., Kumurur, V. A., Warouw, V., Mamuaja, J. M. 2021. Seasonal variation of marine debris at Manado Bay (North Sulawesi, Indonesia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences*, 744(012038), 1-10.
- Lebreton, L. C. M., van der Zwet, J., Damsteeg, J.-W., Slat, B., Andrady, A., Reisser, J. 2017. River Plastic Emissions to The World's Oceans. *Nature Communications*, 8, 15611.
- Lippiatt, S., Opfer, S., Arthur, C. 2013. Marine Debris Monitoring and Assessment. *NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46*. p 82.
- Pane, L. R., Pelle, W. E., Undap, S. J., Rumampuk, N. D. C., Warouw, V., Mamuaja, J. M., Lasut, M.T. 2020. Jenis, Komposisi, dan Kepadatan Sampah Laut di Teluk Manado, Sulawesi Utara, pada Musim Hujan. *Aquatic Sciences and Management*, 8(1), 1–7.
- Pawar, P.R., Shirgaonkar, S.S., Patil, R.B. 2016. Plastic Marine Debris: Sources, Distribution and Impacts on Coastal and Ocean Biodiversity. *Oceanography*, 3, 40–54.
- Pelamatti, T., Fonseca-Ponce, I.A., Rios-Mendoza, L.M., Stewart, J.D., Marin-Enriquez, E., Marmolejo-Rodrigu-Ez, A.J., Hoyos-Padilla, E.M., Gal-Van-Magana, F., Gonza-Lesar-Mas, R. 2019. Seasonal Variation In The Abundance Of Marine Plastic Debris In Banderas Bay Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 145, 604-610.
- Polii, L. T. F., Laloma, A., Londa, V. Y. 2022. Pengembangan Objek Wisata Pantai Mangatasik sebagai Salah Satu Potensi Perekonomian Masyarakat Kecamatan Tombariri

- Kabupaten Minahasa. *Jurnal Administrasi Publik*, 8(116), 1-9.
- Riksfardini, M., Asmara, Q. 2023. Analisis Implementasi Kebijakan Penanganan Sampah Laut di Wilayah Pesisir Muara Angke Jakarta Utara. *Pentahelix*, 1(2), 217-236.
- Ulfah, U. M., Widodo, W., Said, B. D., Widodo, P., Saragih, H. J. R., Suwarno, P. 2023. Indonesia's Policy in Addressing Marine Debris. *International Journal of Humanities Education and Social Sciences*, 3(3),1398-1405.
- UNEP. 2021. From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution. *United Nations Environment Programme* Nairobi. p 146.
- Winda, S., Sulkifli, Hasanah, M. N., Nadya, Dzulkarnain, M. A., Nurtika, S. K. 2022. Pengelolaan Limbah Plastik Menjadi Biogas di Pesisir Pantai Galesong. *Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, 5(1), 67-70.
- Zink, T., Geyer, R., Startz, D. 2017. Toward Estimating Displaced Primary Production from Recycling: A Case Study Of U.S. Aluminum. *Journal of Industrial Ecology*, 22, 314-326.