

**Variasi Sampah Laut di Teluk Manado dan Sekitarnya***(Variations of Marine Debris In Manado Bay and its Environs)***Jeszy Novianti Andakke<sup>1</sup> dan Ayi Tarya<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Program Studi Sains Kebumihan, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan ITB, Bandung*<sup>2</sup>*Keahlian Oseanografi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan ITB, Bandung*\*Corresponding author: [22420011@mahasiswa.itb.ac.id](mailto:22420011@mahasiswa.itb.ac.id)**Abstract**

Nowadays, Indonesia is facing an increasing crisis of debris pollution. Through rivers, city drainage, marine activities, and tourists, garbage can enter the sea. The existence of this debris is a new threat that has a terrible impact on the marine ecosystem and the socio-economic sustainability of the community. Based on this, the Government of Indonesia has issued a regulation in Presidential Regulation no. 83 of 2018 concerning Marine Debris Management. One of the achievement points is the compilation of baseline data and publication of marine debris in all coastal areas of Indonesia every year. This study aimed to identify the types of marine debris found in macro and meso sizes and to analyze the composition and density of marine debris on the coast of Manado Bay and its environs during ebb and flood tide. Sampling was carried out on five beaches in Manado Bay and its environs using the Marine Debris Monitoring Guidelines by the Ministry of Environment and Forestry (KLHK) 2020. Based on the data collection, it was found that nine types of marine waste materials and types of plastic waste were the most dominant types of waste found (about 70-86%). Of the five research sites, Sindulang Beach is the location with the highest solid waste density of 8.28 items/m<sup>2</sup> (during flood tide) and 15.31 items/m<sup>2</sup> (during ebb tide). Overall, the amount of marine debris found during ebb tide conditions was more than during flood tide conditions, and the amount of macro-sized trash was more than meso-size. White and transparent colors were the dominant color.

*Keywords: Composition; Density; Macro and Meso-Marine debris; Manado Bay; Color of debris*

**Abstrak**

Saat ini Indonesia sedang menghadapi krisis pencemaran sampah yang kian meningkat. Sampah dapat masuk ke laut melalui aliran sungai, drainase kota, aktivitas laut maupun dari para wisatawan. Keberadaan sampah tersebut menjadi ancaman baru yang sangat berdampak buruk terhadap ekosistem laut dan keberlangsungan sosial ekonomi masyarakat. Berdasarkan hal tersebut, Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan suatu regulasi dalam Peraturan Presiden No. 83 Tahun 2018 tentang Penanganan Sampah Laut. Salah satu poin capaiannya yaitu tersusunnya baseline data dan publikasi sampah laut di seluruh wilayah pesisir Indonesia setiap tahunnya. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi jenis sampah laut ukuran makro dan ukuran meso yang ditemukan dan menganalisis komposisi serta kepadatan sampah laut di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya saat kondisi pasang dan surut. Pengambilan sampel dilakukan pada 5 pantai di Teluk Manado dan Sekitarnya dengan menggunakan Pedoman Pemantauan Sampah Laut oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) Tahun 2020. Berdasarkan hasil pendataan, didapatkan 9 jenis bahan sampah laut dan jenis sampah plastik merupakan jenis sampah yang paling dominan ditemukan (sekitar 70-86%). Dari kelima lokasi penelitian, Pantai Sindulang merupakan lokasi dengan kepadatan sampah tertinggi yaitu sebesar 8,28 item/m<sup>2</sup> (saat kondisi pasang) dan 15,31 item/m<sup>2</sup> (saat kondisi surut). Secara keseluruhan, 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. Warna putih dan bening merupakan warna sampah yang dominan.

Kata kunci: Kepadatan; Komposisi; Sampah laut makro dan meso; Teluk Manado; Warna sampah.

## PENDAHULUAN

Keberadaan sampah laut di wilayah pesisir merupakan suatu permasalahan di seluruh dunia termasuk di Indonesia. National Plastic Action Partnership (2020) melaporkan bahwa pada tahun 2017 terdapat 6,8 juta ton timbunan sampah plastik di Indonesia dan sekitar 9% (0,62 juta ton) sampah yang masuk ke laut, sungai dan danau. Jika tidak segera diatasi, sampah yang masuk ke perairan laut diproyeksikan dapat meningkat dari 0,62 juta ton per tahun menjadi sekitar 0,78 juta ton setiap tahunnya. Sampah dapat masuk ke laut melalui aliran sungai, drainase kota, aktivitas laut maupun dari para wisatawan. Perpindahan sampah laut dari satu tempat ke tempat lainnya disebabkan oleh faktor arus, pasang surut dan gelombang. Keberadaan sampah tersebut menjadi ancaman baru yang sangat berdampak buruk terhadap ekosistem laut dan keberlangsungan sosial ekonomi masyarakat (Lippiatt *et al.*, 2013).

Berdasarkan masalah kebocoran dan dampak sampah tersebut, Pemerintah Indonesia telah mengatur dalam Peraturan Presiden No. 83 Tahun 2018 tentang Penanganan Sampah Laut. Salah satu poin yang ingin dicapai yaitu penyusunan baseline data sampah dan publikasi sampah laut sehingga diperlukan penelitian terkait jumlah sampah laut setiap tahunnya. Permasalahan sampah ini harus segera diatasi mengingat dampak buruk yang ditimbulkan. Dalam upaya penyusunan baseline data sampah laut, penelitian terkait sampah laut telah banyak dilakukan di beberapa daerah pesisir Indonesia. Salah satunya yaitu pantai-pantai sekitar Teluk Manado, Sulawesi Utara (Djaguna *et al.*, 2019; Bangun *et al.*, 2019; Patuwo *et al.*, 2020; Pane *et al.*, 2020; Lasut *et al.*, 2021).

Teluk Manado merupakan sebuah teluk yang berada di semenanjung utara Pulau Sulawesi. Teluk Manado berbatasan dengan Laut Sulawesi di sebelah Barat, Kepulauan Sangihe di sebelah utara dan Kota Manado di sebelah Timur. Wilayah Teluk Manado meliputi daerah pesisir Kota Manado. Menurut data Badan Pusat Statistik (2020), jumlah penduduk Kota

Manado pada tahun 2020 sebanyak 451.916 jiwa. Pertumbuhan jumlah penduduk terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Peningkatan jumlah penduduk juga diikuti dengan peningkatan jumlah sampah di Kota Manado. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (2021) kenaikan jumlah sampah di Kota Manado sejak tahun 2020-2021 yaitu sebesar 2.555 ton. Komposisi sampah terbanyak yaitu sisa makanan (47,7%) kemudian diurutkan kedua yaitu sampah plastik sebesar 19,48%.

Perairan Teluk Manado banyak dimanfaatkan sebagai jalur transportasi kapal, aktivitas nelayan, penelitian dan rekreasi. Kota Manado memiliki beberapa sungai yang bermuara di perairan Teluk Manado dan sekitarnya. Sampah dari pemukiman ini dapat terbawa melalui sungai sehingga dapat menimbulkan tumpukan sampah di perairan sekitar Teluk Manado. Keberadaan sampah tersebut dapat menjadi ancaman bagi ekosistem dan kawasan pariwisata Kota Manado sehingga penelitian terkait sampah laut yang terdampar di pantai sekitar Teluk Manado perlu dilakukan. Penelitian sebelumnya terkait sampah laut di daerah ini hanya dilakukan saat kondisi surut saja sehingga pada penelitian ini akan ditambahkan kondisi pasang.

## METODE

### Daerah Kajian

Penelitian ini dilakukan pada 28 - 31 Agustus 2021 di 5 pantai yang terletak di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya (Tabel 1. dan Gambar 1.). Lokasi tersebut mewakili daerah dekat aliran sungai, tempat rekreasi, aktivitas nelayan dan padat penduduk. Pemilihan lokasi didasarkan pada kriteria lokasi yang telah ditetapkan oleh KLHK, 2020.

### Pelaksanaan Sampling

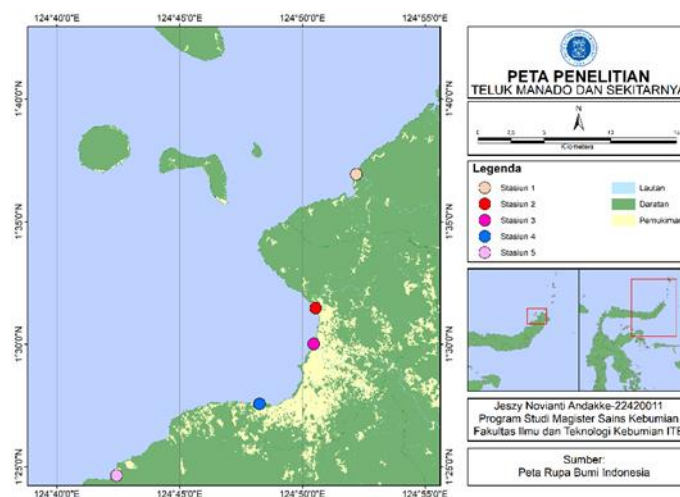
Pelaksanaan pengambilan sampel merujuk pada panduan KLHK (2020). Diawali dengan penentuan area transek sepanjang 100 m sejajar garis pantai dan lebar 20 m. Daerah transek kemudian dibagi menjadi 5 lajur yaitu A, B, C, D, E tegak lurus garis pantai yang masing-

masing berjarak 20 m. Setiap lajur akan diletakkan 1 kuadran ukuran 5x5 m dengan posisi yang berbeda pada setiap lajurnya. Hal ini dimaksudkan agar dapat merepresentasikan kondisi sampah pada daerah kajian. Pada masing-masing kuadran tersebut akan dibuat lagi sub-kuadran ukuran 1x1 m sebanyak 25 bagian. Dari 25 bagian tersebut akan dipilih secara acak melalui bantuan website [www.randomizer.org](http://www.randomizer.org) 5 bagian saja dan diberi kode A1, A2, A3, A4, A5 (mengikuti lajurnya masing-masing). Pelaksanaan sampling akan dilakukan pada kondisi

pasang dan kondisi surut dengan peletakan kuadran yang sama. Sampah berukuran makro diambil dalam area kuadran 5x5 m sedangkan sampah berukuran meso dalam area kuadran 1x1 m pada permukaan substrat sampai kedalaman 3 cm. Selanjutnya sampel tersebut akan disaring menggunakan saringan besi berukuran 2,5 cm di bagian atas dan 0,5 cm untuk memisahkan sampel berdasarkan ukurannya. Sampel kemudian disimpan secara terpisah pada kantong plastik dan diberi label kondisi, jenis makro atau meso, transek dan lokasi.

Tabel 1. Titik koordinat lokasi penelitian

Stasiun	Lokasi	Koordinat
1	Pantai Talawaan Bajo	(01°36.950'LU-124°52.220'BT)
2	Pantai Bailang	(01°31.055'LU-124°50.557'BT)
3	Pantai Sindulang	(01°30.061'LU-124°50.476'BT)
4	Pantai Malalayang	(01°27.619'LU-124°48.270'BT)
5	Pantai Tasik Ria	(01°24.716'LU-124°42.454'BT)



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian

### Identifikasi, Klasifikasi dan Analisis Data

Identifikasi dan klasifikasi terhadap jenis dan ukuran sampel merujuk pada Cheshire dan Adler (2009). Selain identifikasi terhadap jenis sampel, juga dilakukan identifikasi warna dari sampel yang ditemukan Untuk warna sampah terdapat 12 kategori namun untuk memudahkan dalam penentuan warna yang hampir sama maka dilakukan penggabungan warna sehingga kategori

warnanya menjadi (Hidalgo-Rus et al., 2020):

- Warna putih, terdiri atas putih dan abu-abu
- Warna kuning, terdiri atas kuning dan orange
- Warna merah, terdiri atas merah dan pink
- Warna biru, terdiri atas biru dan biru muda
- Warna hijau
- Warna coklat

- g. Warna hitam
- h. Warna ungu
- i. Bening

Komposisi dan kepadatan sampah laut ukuran makro dan meso dihitung berdasarkan panduan KLHK (2020) dengan rumus sebagai berikut:

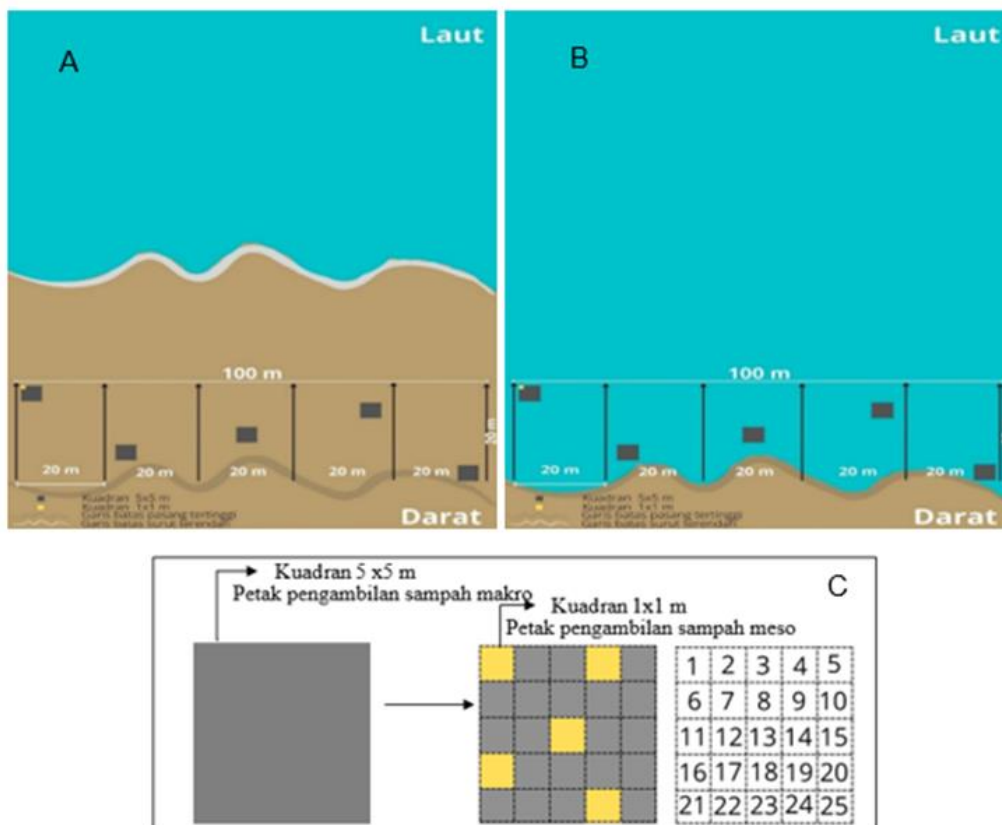
1. Komposisi sampah dihitung persentase (%)

$$\text{Persentase}(\%) = \frac{x}{\sum_{i=1}^n xi} \times 100\%$$

$x = \text{berat sampah per jenis}$

2. Kepadatan sampah (K)

$$K = \frac{\text{jumlah sampah per jenis}}{\text{panjang (m)} \times \text{lebar (m)}}$$



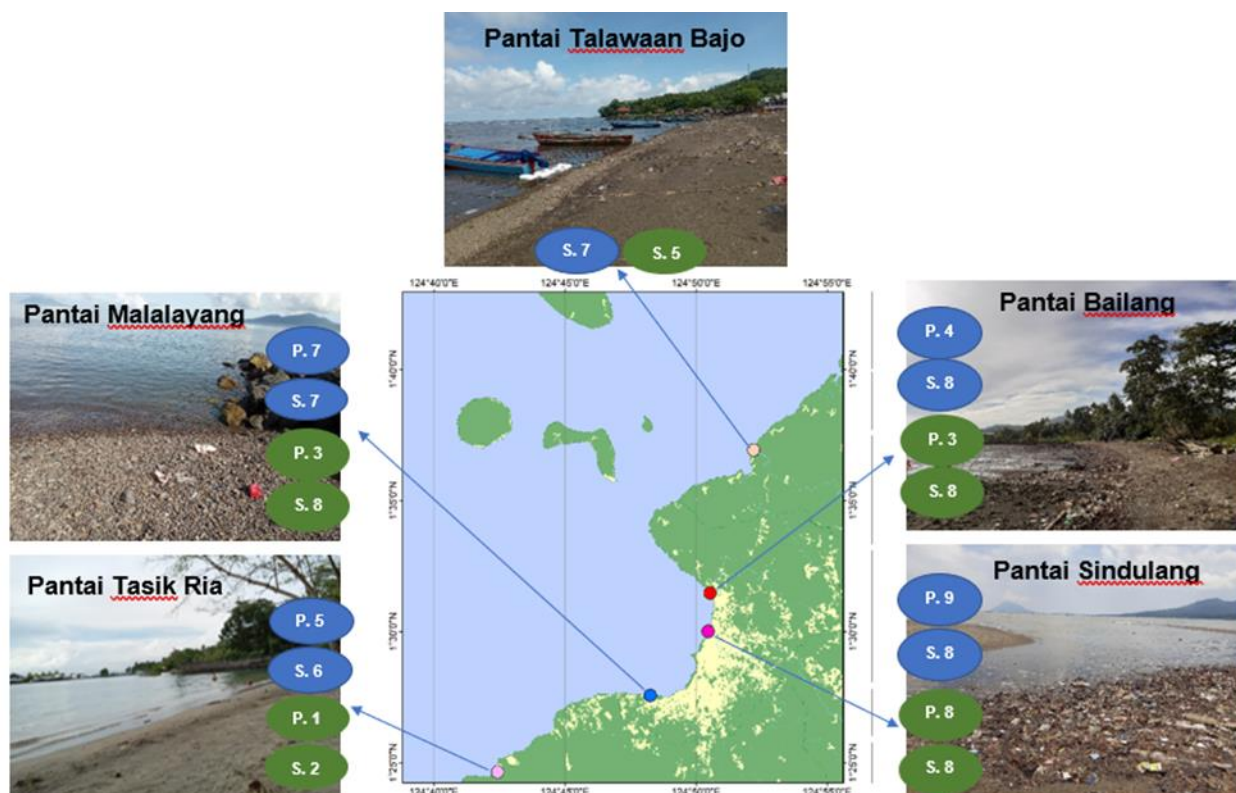
Gambar 2. Desain survei saat kondisi surut (A), kondisi pasang (B) dan keterangan kuadran (C).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Jenis Sampah Laut

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada 5 pantai di Teluk Manado dan sekitarnya didapatkan 9 jenis bahan sampah yang terdiri atas (PL) Plastik, (FP) Busa Plastik, (CL) Kain, (PC) Kertas dan Kardus, (ME) Logam, (RB) Karet, (GC) Kaca dan Keramik, (WD) Kayu dan (OT) Bahan Lainnya. Masing-masing jenis bahan utama tersebut dibedakan lagi dalam beberapa kode sesuai dengan klasifikasi komponen penyusun sampah

yang ditemukan (Cheshire dan Adler, 2009). Sampah laut yang banyak ditemukan yaitu plastik, kaca, keramik, busa, logam, karet, kayu, kertas dan styrofoam yang membutuhkan waktu lama agar terurai (NOAA, 2013). Jenis bahan sampah laut yang ditemukan di Teluk Manado merupakan jenis yang paling umum ditemui di seluruh lingkungan laut secara global. Adapun jenis bahan dan jumlah kode klasifikasi sampah yang di temukan pada kelima lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3., Tabel 2. dan Tabel 3.



Gambar 3. Jenis bahan dan jumlah kode klasifikasi sampah laut di Teluk Manado dan sekitarnya (Biru: sampah makro dan Hijau: sampah meso)

Tabel 2. Jumlah kode klasifikasi sampah ukuran makro yang ditemukan di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya saat kondisi pasang dan kondisi surut.

NO	JENIS BAHANSAMPAH LAUT (MAKRO)	LOKASI PENELITIAN									
		Pantai Talawaan Bajo		Pantai Bailang		Pantai Sindulang		Pantai Malayang		Pantai Tasik Ria	
		P	S	P	S	P	S	P	S	P	S
1	(Pl) Plastik	-	13	10	12	12	14	11	10	8	7
2	(Fp) Busa Plastik	-	2	-	2	1	1	3	2	1	1
3	(Cl) Kain	-	3	2	1	4	4	-	-	-	1
4	(Pc) Kertas Dan Kardus	-	1	-	2	1	1	1	1	-	2
5	(Me) Logam	-	3	-	6	4	6	1	2	1	-
6	(Rb) Karet	-	-	1	4	2	6	1	1	1	-
7	(Gc) Kaca Dan Keramik	-	2	1	4	1	3	1	2	2	2
8	(Wd) Kayu	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
9	(Ot) Bahan Lainnya	-	3	-	4	2	3	2	3	-	2
	<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	<b>14</b>	<b>35</b>	<b>28</b>	<b>38</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>15</b>

Tabel 3. Jumlah kode klasifikasi sampah ukuran meso yang ditemukan di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya saat kondisi pasang dan kondisi surut.

NO	JENIS BAHAN SAMPAH LAUT (MESO)	LOKASI PENELITIAN									
		Pantai Talawaan Bajo		Pantai Bailang		Pantai Sindulang		Pantai Malalayang		Pantai Tasik Ria	
		P	S	P	S	P	S	P	S	P	S
1	(Pl) Plastik	-	7	5	11	14	11	2	9	5	1
2	(Fp) Busa Plastik	-	1	-	1	1	2	1	2	-	-
3	(Cl) Kain	-	1	1	2	2	2	-	-	-	-
4	(Pc) Kertas Dan Kardus	-	1	-	2	1	1	-	1	-	-
5	(Me) Logam	-	-	-	3	2	5	-	-	-	-
6	(Rb) Karet	-	2	-	4	5	1	-	3	-	-
7	(Gc) Kaca Dan Keramik	-	-	1	4	2	1	-	1	-	1
8	(Wd) Kayu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	(Ot) Bahan Lainnya	-	-	-	1	2	1	2	2	-	-
	<b>Total</b>	-	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>24</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>2</b>

### Komposisi Sampah Laut

Berdasarkan pendataan total berat sampah ukuran makro yang dilakukan pada 5 lokasi penelitian, didapatkan total berat sampah pada saat kondisi pasang sebesar 5,18 kg dan saat kondisi surut sebesar 15,65 kg (Tabel 4.). Sedangkan total berat sampah ukuran meso yang dilakukan pada 5 lokasi penelitian, didapatkan total berat sampah pada saat kondisi pasang sebesar 99,9 gr dan saat kondisi surut sebesar 125,3 gr (Tabel 5.). Perbedaan total berat sampah ukuran makro dan meso disebabkan karena ukuran sampah meso yang lebih kecil dibanding dengan sampah makro sehingga berpengaruh terhadap berat sampah ukuran meso. Total berat sampah yang ditemukan saat kondisi surut jauh lebih banyak dibandingkan saat kondisi pasang. Hal ini berkaitan dengan densitas dari jenis sampah yang ditemukan. Pasang surut dapat menimbulkan gerakan massa air yang berperan dalam penyebaran

sampah laut. Sampah yang memiliki densitas rendah dapat lebih mudah terangkut atau mengapung sedangkan sampah dengan densitas tinggi akan terendap pada sedimen pantai.

Sampah yang terkumpul saat kondisi pasang merupakan sampah yang mengapung pada permukaan air sehingga sampah yang terkumpul hanya sampah yang memiliki densitas yang rendah dan berat yang lebih ringan. Berbeda halnya dengan sampah yang dikumpulkan saat kondisi surut merupakan sampah yang terendap pada permukaan sedimen pantai sehingga berat sampah yang ditemukan lebih berat. Dari kelima lokasi, berat total sampah laut yang ditemukan saat kondisi pasang tertinggi pada Pantai Sindulang (2827,20 gr) dan terendah pada Pantai Tasik Ria (348,8 gr) sedangkan saat kondisi surut tertinggi pada Pantai Bailang (8937,38 gr) dan terendah pada Pantai Tasik Ria (288,6 gr) (Tabel 4.).

Tabel 4. Berat total sampah laut ukuran makro yang ditemukan di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya saat kondisi pasang dan kondisi surut.

LOKASI	BERAT (MAKRO) PASANG	BERAT (MAKRO) SURUT
Pantai Talawaan Bajo	-	1875,8 gr
Pantai Bailang	651,1 gr	8937,38 gr
Pantai Sindulang	2827,20 gr	3464,1 gr
Pantai Malalayang	1356,7 gr	1091 gr
Pantai Tasik Ria	348,8 gr	288,6 gr

Tabel 5. Berat total sampah laut ukuran meso yang ditemukan di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya saat kondisi pasang dan kondisi surut.

LOKASI	BERAT (MESO) PASANG	BERAT (MESO) SURUT
Pantai Talawaan Bajo	-	56,7
Pantai Bailang	8,5	40,4
Pantai Sindulang	12,3	11,7
Pantai Malalayang	66,9	15,3
Pantai Tasik Ria	12,2	1,2

Komposisi sampah laut ukuran makro berdasarkan berat (Gambar 3.) di Pantai Sindulang saat kondisi pasang didominasi oleh jenis bahan (PL) Plastik sebesar 40% kemudian diikuti oleh (OT) Bahan Lainnya 19% dan (CL) Kain 13%. Jenis bahan terendah adalah (FP) Busa Plastik 0,1%. Sedangkan saat kondisi surut didominasi oleh jenis bahan (PL) Plastik sebesar 49%, diikuti oleh (GC) Kaca dan Keramik 16% dan (OT) Bahan Lainnya 12% kemudian terendah adalah terendah (FP) Busa Plastik 0,1%. Komposisi sampah laut ukuran meso berdasarkan berat (Gambar 4.) saat kondisi pasang didominasi oleh jenis bahan (GC) Kaca dan Keramik sebesar 48% diikuti (PL) Plastik 44% dan (OT) Bahan Lainnya 8% kemudian terendah (FP) Busa Plastik, (CL) Kain, (PC) Kertas dan Kardus, (RB) Karet dan (ME) Logam masing-masing sebesar 0%. Sedangkan saat kondisi surut didominasi oleh jenis bahan (GC) Kaca dan Keramik sebesar 66% diikuti (OT) Bahan Lainnya 17% dan (ME) Logam 9%.

Komposisi sampah laut ukuran makro (Gambar 3.) di Pantai Bailang saat kondisi pasang didominasi oleh jenis bahan (PL) Plastik sebesar 59% dan diikuti oleh (CL) Kain 41% serta (RB) Karet 0,3%. Jenis bahan terendah adalah (GC) Kaca dan Keramik 0,1%. Sedangkan saat kondisi surut didominasi oleh jenis bahan (RB) Karet 38%, diikuti (PL) Plastik 22% dan (GC) Kaca dan Keramik 17% kemudian terendah adalah terendah (FP) Busa Plastik 0,1%. Komposisi sampah laut ukuran meso (Gambar 4.) berdasarkan berat saat kondisi pasang didominasi oleh jenis bahan (GC) Kaca dan Keramik sebesar 73% diikuti (PL) Plastik 44% dan (OT) Bahan Lainnya 8%. Sedangkan saat kondisi surut didominasi oleh jenis bahan (GC) Kaca dan Keramik

sebesar 66% diikuti (OT) Bahan Lainnya 17% dan (ME) Logam 9%.

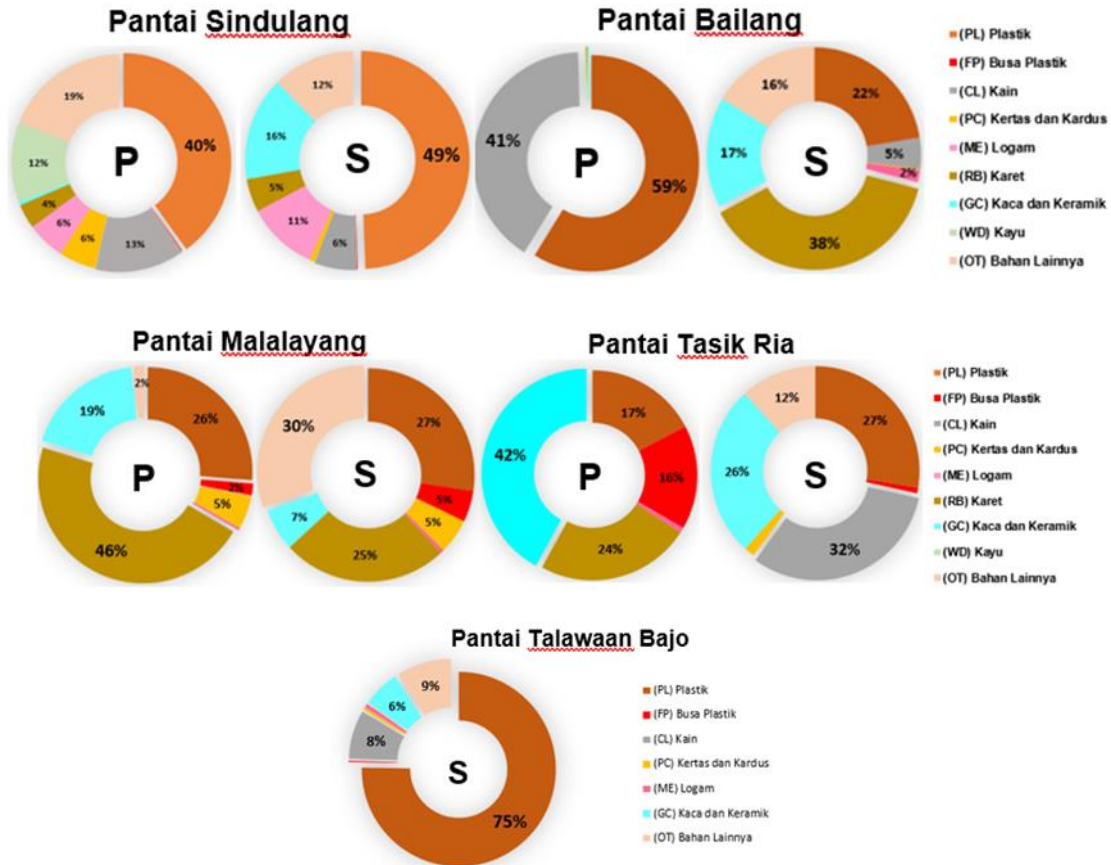
Komposisi sampah laut ukuran makro (Gambar 3.) di Pantai Malalayang saat kondisi pasang didominasi oleh jenis bahan (RB) Karet sebesar 46%, kemudian diikuti (PL) Plastik 26% dan (GC) Kaca dan Keramik 19%, terendah (ME) Logam 0,2%. Sedangkan saat kondisi surut didominasi oleh jenis bahan (OT) Bahan Lainnya sebesar 30%, diikuti oleh (PL) Plastik 27% dan (RB) Karet 25% kemudian terendah (ME) Logam 1%. Komposisi sampah laut ukuran meso (Gambar 4.) berdasarkan berat saat kondisi pasang didominasi oleh jenis bahan (PL) Plastik sebesar 76% diikuti (OT) Bahan Lainnya 24% kemudian terendah (FP) Busa Plastik 0%. Sedangkan saat kondisi surut didominasi oleh jenis bahan (GC) Kaca dan Keramik sebesar 70% dan diikuti oleh (PL) Plastik 30%.

Komposisi sampah laut ukuran makro (Gambar 3.) di Pantai Tasik Ria saat kondisi pasang didominasi oleh jenis bahan (GC) Kaca dan Keramik sebesar 42%, kemudian diikuti oleh (RB) Karet 24%. Jenis bahan terendah adalah (PL) Plastik sebesar 17%. Sedangkan saat kondisi surut didominasi oleh jenis bahan (CL) Kain sebesar 32%, diikuti oleh (PL) Plastik 28% dan (GC) Kaca dan Keramik 27% kemudian terendah (FP) Busa Plastik 0,1%. Komposisi sampah laut ukuran meso (Gambar 4.) berdasarkan berat saat kondisi pasang didominasi oleh jenis bahan (PL) Plastik sebesar 100%. Sedangkan saat kondisi surut didominasi oleh (GC) Kaca dan Keramik sebesar 100%.

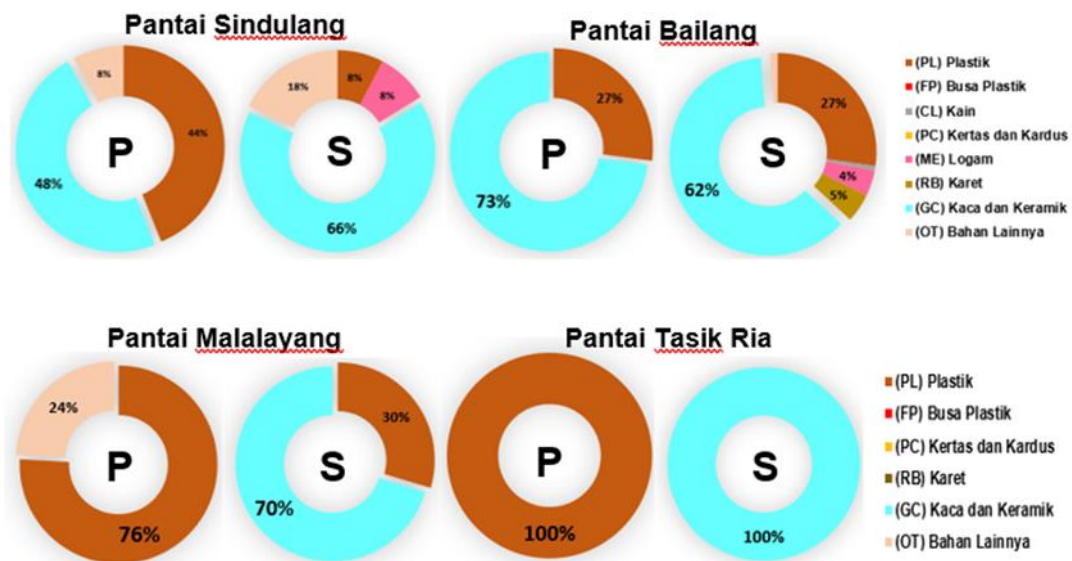
Komposisi sampah laut ukuran makro (Gambar 3.) di Pantai Talawaan Bajo saat kondisi surut didominasi oleh jenis bahan (PL) Plastik sebesar 40% kemudian diikuti

oleh (OT) Bahan Lainnya 19% dan (CL) Kain 13%. Jenis sampah terendah adalah (FP) Busa Plastik 0,1%. Komposisi sampah

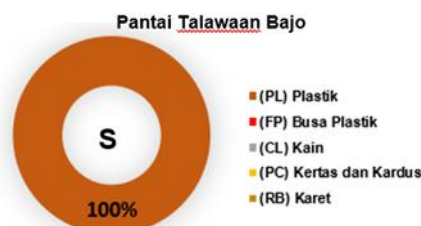
laut ukuran meso (Gambar 4.) berdasarkan berat saat kondisi surut didominasi oleh jenis bahan (PL) Plastik sebesar 100%.



Gambar 3. Komposisi sampah laut ukuran makro yang ditemukan di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya saat kondisi pasang (P) dan kondisi surut (S).







Gambar 4. Komposisi sampah laut ukuran meso yang ditemukan di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya saat kondisi pasang (P) dan kondisi surut (S).

Komposisi sampah makro saat kondisi pasang di Pantai Malalayang dan Pantai Tasik Ria didominasi oleh jenis bahan (RB) Karet dan (GC) Kaca dan Keramik sedangkan saat kondisi surut di Pantai Bailang dan Pantai Tasik Ria didominasi oleh jenis bahan (RB) Karet dan (CL) Kain. Komposisi jenis bahan sampah berdasarkan berat ini belum tentu menjadi jenis bahan terbanyak yang ditemukan pada lokasi tersebut (berkaitan dengan jumlah) sehingga berat sampah yang ditemukan tidak dapat mempresentasikan jumlah sampah suatu lokasi. Secara keseluruhan, komposisi sampah laut ukuran makro berdasarkan berat yang ditemukan di Teluk Manado dan sekitarnya baik pada saat kondisi pasang maupun kondisi surut didominasi oleh sampah plastik. Komposisi sampah plastik saat pasang sebesar 28,4% dan saat surut sebesar 40%. Hal ini karena sampah plastik merupakan jenis sampah yang paling umum diproduksi sehingga dapat terdistribusi ke seluruh perairan (Zhukov, 2017). Zink *et al.* (2017) juga melaporkan bahwa setengah dari seluruh plastik yang diproduksi densitasnya lebih kecil dibandingkan air laut oleh karenanya dapat terapung di laut sehingga lebih mudah dalam penyebarannya.

#### Kepadatan Sampah Laut

Berdasarkan pendataan total jumlah sampah ukuran makro yang dilakukan pada 5 lokasi penelitian, didapatkan total jumlah sampah pada saat kondisi pasang sebanyak 478 item dan saat kondisi surut sebesar 937 (Tabel 6.). Sedangkan total berat sampah ukuran meso yang dilakukan pada 5 lokasi penelitian, didapatkan total berat sampah pada saat kondisi pasang sebesar 205 item dan saat kondisi surut

sebesar 379 item (Tabel 7.). Dari total sampah yang ditemukan pada perairan laut, terdapat sekitar 60-80% sampah plastik di laut (Derraik, 2002). Secara keseluruhan, jumlah sampah makro dan sampah meso baik saat kondisi pasang maupun kondisi surut didominasi oleh jenis bahan (PL) Plastik. Jumlah sampah jenis (PL) Plastik ukuran makro saat kondisi pasang sebanyak 656 item atau sekitar 70% dari total jumlah sampah yang ditemukan sedangkan saat surut sebanyak 413 (86%). Adapun untuk jumlah sampah (PL) Plastik ukuran meso saat kondisi pasang sebanyak 144 item atau sekitar 70% dari total jumlah sampah yang ditemukan sedangkan saat surut sebanyak 270 (71%). Hal ini juga sesuai dengan kondisi sampah pada pemukiman Kota Manado dimana sampah plastik merupakan sampah anorganik yang paling banyak ditemukan (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, 2021). Sehingga diasumsikan bahwa sebagian besar sampah di Teluk Manado bersumber dari daerah sekitar teluk itu sendiri. Sampah yang berada di darat pada akhirnya akan berakhir di laut seiring dengan berjalannya waktu

Jumlah sampah makro yang ditemukan lebih banyak dibandingkan dengan sampah meso. Kondisi yang sama juga dilaporkan oleh Djaguna *et al.* (2019); Bangun *et al.* (2019); Pane *et al.* (2020) dan Lasut *et al.* (2021) bahwa sampah makro merupakan sampah yang paling banyak ditemukan di Teluk Manado dan sekitarnya. Hal ini disebabkan karena produksi sampah ukuran makro jauh lebih banyak dibandingkan ukuran meso dan juga perubahan sampah makro menjadi kepingan yang lebih kecil membutuhkan waktu dan proses yang cukup lama. Sampah dengan ukuran yang kecil

cenderung tenggelam sebelum menyebar jauh ke laut (Fazey dan Ryan, 2016). Sehingga kemungkinan sampah yang

terdampar pada pantai menjadi lebih sedikit.

Tabel 6. Total jumlah sampah laut ukuran makro yang ditemukan di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya saat kondisi pasang dan kondisi surut.

NO	JENIS SAMPAH LAUT (MAKRO)	LOKASI PENELITIAN									
		Pantai Talawaan Bajo		Pantai Bailang		Pantai Sindulang		Pantai Malalayang		Pantai Tasik Ria	
		P	S	P	S	P	S	P	S	P	S
1	(Pl) Plastik	-	155	201	182	171	271	29	39	12	9
2	(Fp) Busa Plastik	-	2	-	4	1	3	4	16	1	1
3	(Cl) Kain	-	17	4	3	9	12	-	-	-	1
4	(Pc) Kertas Dan Kardus	-	6	-	3	1	5	2	3	-	2
5	(Me) Logam	-	4	-	10	6	21	2	2	1	-
6	(Rb) Karet	-	-	1	21	4	21	4	3	1	-
7	(Gc) Kaca Dan Keramik	-	2	1	20	3	19	2	3	3	7
8	(Wd) Kayu	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
9	(Ot) Bahan Lainnya	-	6	-	22	9	31	3	9	-	2
	<b>Total</b>	-	<b>192</b>	<b>207</b>	<b>265</b>	<b>207</b>	<b>383</b>	<b>46</b>	<b>75</b>	<b>18</b>	<b>22</b>

Tabel 7. Total jumlah sampah laut ukuran meso yang ditemukan di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya saat kondisi pasang dan kondisi surut.

NO	JENIS SAMPAH LAUT (MESO)	LOKASI PENELITIAN									
		Pantai Talawaan Bajo		Pantai Bailang		Pantai Sindulang		Pantai Malalayang		Pantai Tasik Ria	
		P	S	P	S	P	S	P	S	P	S
1	(Pl) Plastik	-	21	8	85	124	142	3	19	9	3
2	(Fp) Busa Plastik	-	1	-	1	1	6	2	4	-	-
3	(Cl) Kain	-	2	1	7	10	6	-	-	-	-
4	(Pc) Kertas Dan Kardus	-	5	-	2	6	2	-	1	-	-
5	(Me) Logam	-	-	-	4	17	10	-	-	-	-
6	(Rb) Karet	-	2	-	4	8	5	-	3	-	-
7	(Gc) Kaca Dan Keramik	-	-	4	8	5	8	-	8	-	10
8	(Ot) Bahan Lainnya	-	-	-	1	5	6	2	3	-	-
	<b>Total</b>	-	<b>31</b>	<b>13</b>	<b>112</b>	<b>176</b>	<b>185</b>	<b>7</b>	<b>38</b>	<b>9</b>	<b>13</b>

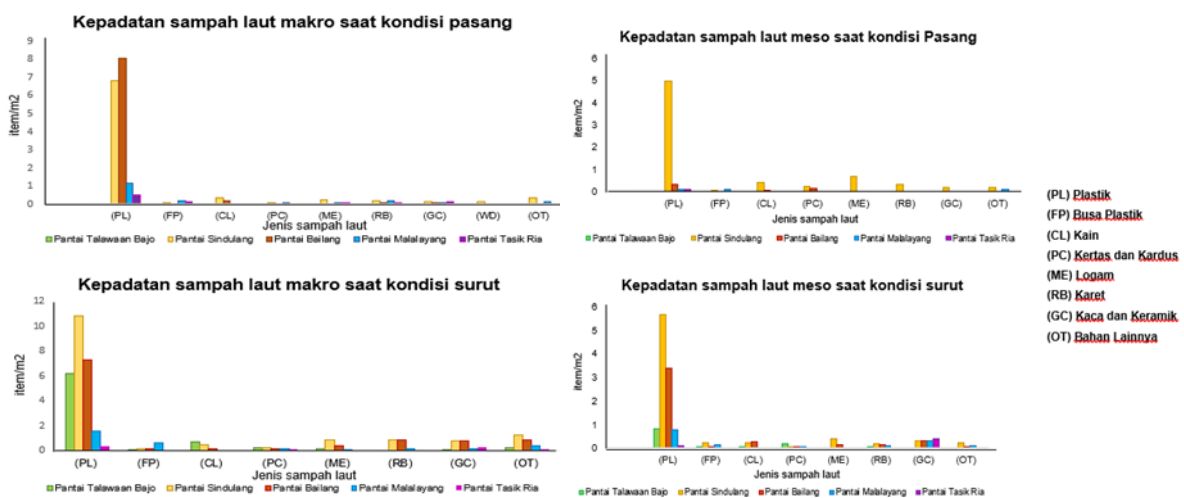
Dari kelima pantai di Teluk Manado dan sekitarnya, didapatkan kepadatan sampah ukuran makro saat kondisi pasang berkisar antara 0,68 item/m<sup>2</sup> – 8,28 item/m<sup>2</sup> sedangkan saat kondisi surut antara 0,88 item/m<sup>2</sup> – 15,31 item/m<sup>2</sup>. Kepadatan sampah laut tertinggi saat kondisi pasang dan kondisi surut ditemukan pada Pantai Sindulang dengan nilai kepadatan sebesar 8,28 item/m<sup>2</sup> dan 15,31 item/m<sup>2</sup> secara berturut-turut. Kemudian diikuti Pantai Bailang sebesar 8,28 item/m<sup>2</sup> dan 10,6 item/m<sup>2</sup>, selanjutnya pada Pantai Talawaan Bajo ditemukan kepadatan sampah laut saat kondisi surut sebesar 7,68 item/m<sup>2</sup>. Kepadatan sampah laut saat kondisi

pasang dan kondisi surut yang ditemukan pada Pantai Malalayang sebesar 1,84 item/m<sup>2</sup> dan 3 item/m<sup>2</sup> secara berturut-turut. Kepadatan terendah ditemukan pada Pantai Tasik Ria sebesar 0,68 item/m<sup>2</sup> saat pasang dan 0,88 item/m<sup>2</sup> saat surut. Pantai Sindulang menjadi lokasi dengan kepadatan karena lokasinya yang berdekatan dengan pemukiman penduduk yang lebih padat dibanding lokasi lainnya. Selain itu, di sekitar pantai ini juga terdapat pelabuhan besar, pasar tradisional, aktivitas nelayan dan ramai wisata kuliner. Kepadatan masing-masing jenis bahan pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.

Adapun kepadatan sampah ukuran meso saat kondisi pasang berkisar antara 0,28 item/m<sup>2</sup> – 7,04 item/m<sup>2</sup> sedangkan saat kondisi surut antara 0,52 item/m<sup>2</sup> – 7,40 item/m<sup>2</sup>. Kepadatan tertinggi ditemukan pada Pantai Sindulang dengan nilai kepadatan sebesar 7,04 item/m<sup>2</sup> saat kondisi pasang dan 7,40 item/m<sup>2</sup> saat kondisi surut kemudian diikuti Pantai Bailang sebesar 0,52 item/m<sup>2</sup> dan 4,48 item/m<sup>2</sup>. Selanjutnya pada Pantai Malalayang ditemukan kepadatan sampah laut saat kondisi pasang sebesar 0,28 item/m<sup>2</sup> dan saat surut 1,52 item/m<sup>2</sup>. Kepadatan sampah laut saat kondisi surut yang ditemukan pada Pantai Talawaan Bajo sebesar 1,84 item/m. Kepadatan terendah ditemukan pada Pantai Tasik Ria sebesar 0,36 item/m<sup>2</sup> saat pasang dan 0,52 item/m<sup>2</sup> saat surut.

Pantai Sindulang, Pantai Bailang dan Pantai Talawaan Bajo memiliki kepadatan sampah yang lebih tinggi dibanding 2 lokasi lainnya. Hal ini karena ketiga lokasi ini berdekatan dengan pemukiman penduduk yang padat, aktivitas kawasan yang ramai dikunjungi dan bersampingan aliran sungai. Menurut Yormie (2019), penyumbang sampah terbanyak di Kota Manado berasal dari pemukiman warga sebesar 65,68%, pasar tradisional 8,12%, pusat perniagaan 5,65%, dan sampah kawasan 2,4%. Hal ini didukung juga dengan penelitian Bergmann *et al.* (2017); Andrades *et al.* (2016) yang

menyatakan bahwa sebagian besar sampah laut berasal dari sumber berbasis lahan terutama pada pemukiman padat penduduk. Sampah yang terdampar di sekitar pantai ini diasumsikan terbawa dari pemukiman warga yang ditandai dengan banyaknya sampah kemasan produk kebutuhan dan peralatan sehari-hari yang ditemukan. Aktifitas manusia berperan penting dalam menyumbang sampah masuk ke lingkungan (Olivatto *et al.*, 2019). Pelamatti *et al.* (2019) menyatakan bahwa sungai memiliki peran yang signifikan dalam menyumbang sampah ke laut sehingga sampah yang ditemukan pada ketiga lokasi dengan kepadatan tertinggi masuk melalui aliran sungai yang berada disamping daerah kajian. Selain itu, juga banyak ditemukan kantong plastik serta kemasan makanan dan minuman yang diasumsikan berasal dari para pengunjung dan pengguna kawasan pantai tersebut. Hal ini juga didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Bangun *et al.* (2019) bahwa aktivitas rekreasi lokal menjadi salah satu sumber kelimpahan sampah pada pantai. Aktivitas laut juga dapat menjadi penyumbang sampah ke laut (Cheshire dan Adler, 2009). Pada ketiga lokasi ini juga ditemukan sampah peralatan pancing sehingga sumber sampah pada lokasi ini tidak hanya berasal dari darat namun juga berasal dari laut meskipun dengan proporsi yang sangat kecil.



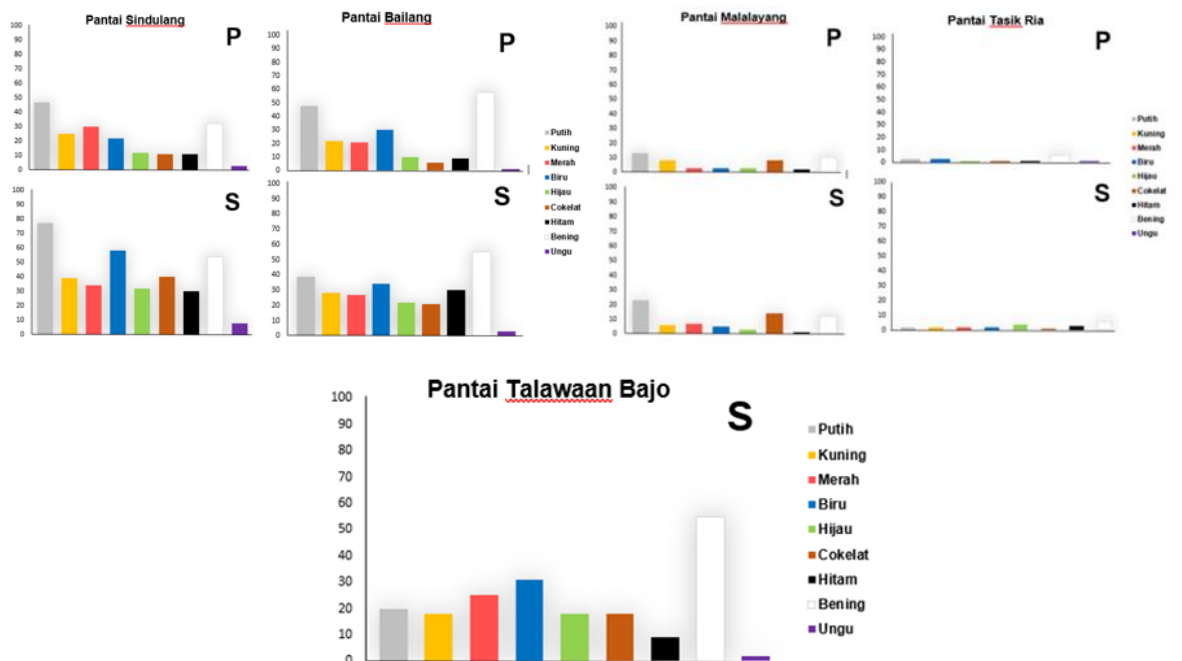
Gambar 5. Kepadatan sampah laut ukuran makro (kanan) dan ukuran meso (kiri) yang ditemukan di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya saat kondisi pasang (P) dan kondisi surut (S).

### Warna Sampah Laut

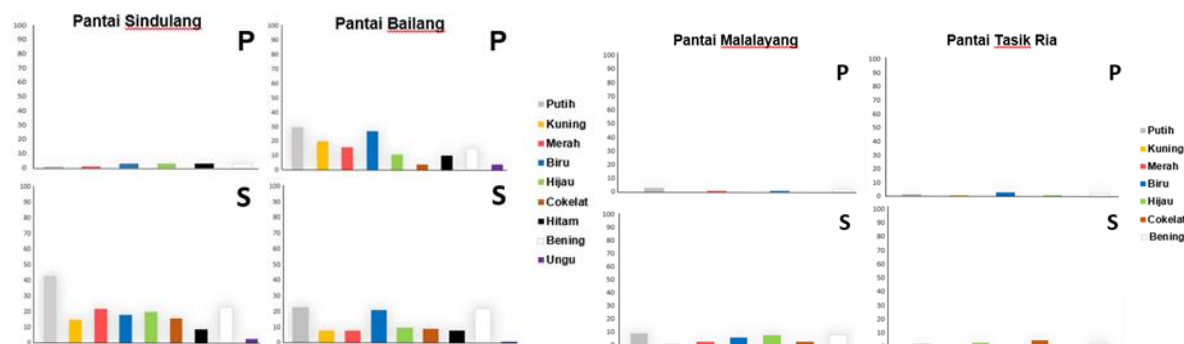
Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada 5 pantai di Teluk Manado dan sekitarnya didapatkan 9 jenis warna sampah yang terdiri atas Putih, Kuning, Merah, Biru, Hijau, Cokelat, Hitam, Bening dan Ungu. Jenis warna sampah laut makro yang ditemukan di 5 lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 6. Sedangkan untuk sampah meso pada Gambar 7.

Secara keseluruhan, warna putih dan warna bening merupakan warna sampah yang paling banyak. Hidalgo-Rus *et al.* (2020) juga melaporkan bahwa sampah berwarna putih lebih mendominasi dibanding warna yang lainnya. Identifikasi

terhadap warna ini diharapkan dapat menjadi data awal warna mikroplastik yang akan ditemukan pada lokasi ini yang selanjutnya akan dianalisis bahan kimia yang terkandung didalamnya. Selain itu, juga dapat dijadikan sebagai bahan analisa terhadap lama sampah tersebut di laut. Perubahan warna pada sampah laut dipengaruhi oleh lama penyinaran matahari dan lama terendap di air. Banyaknya warna putih dan bening yang ditemukan diasumsikan bahwa sampah tersebut telah mengalami fotodegradasi seperti Gambar 8. (selain warna dasar sampahnya memang putih dan bening).



Gambar 6. Warna sampah laut ukuran makro yang ditemukan di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya saat kondisi pasang (P) dan kondisi surut (S).





Gambar 7. Warna sampah laut ukuran meso yang ditemukan di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya saat kondisi pasang (P) dan kondisi surut (S).



Gambar 8. Warna sampah laut yang telah memudar.

## KESIMPULAN

Jenis sampah laut yang ditemukan di pesisir Teluk Manado dan sekitarnya terdiri atas 9 jenis bahan dan 9 jenis warna. Plastik merupakan jenis sampah yang paling dominan yaitu sekitar 70-86% dari total keseluruhan sampah yang diasumsikan bersumber dari pemukiman warga, aktivitas nelayan dan aktivitas kawasan rekreasi (sumber lokal). Secara keseluruhan, sampah laut lebih banyak ditemukan saat kondisi surut dibandingkan saat kondisi pasang. Komposisi jenis bahan sampah berdasarkan berat tidak dapat mempresentasikan kepadatan jumlah sampah suatu pada lokasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Riset ini merupakan bagian dari project "Marine Science & Technology Cooperation between Korea and Indonesia (20180319)" dan "Ocean and Coastal Basic Survey and Capacity Enhancement in

Cirebon, Indonesia (G52440)" yang didanai oleh Kementerian Kelautan Korea. Penelitian ini juga didukung oleh sebagian riset Pengabdian kepada Masyarakat dan Inovasi (PPMI) ITB 2021.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrades, R., Martins S.A., Fardim L.M., Ferreira, J.S., & Santos, R.G. (2016). Origin of marine debris is related to disposable packs of ultra-processed food. *Marine Pollution Bulletin*, 109, 192-195.
- Badan Pusat Statistik, (2020): Kota Manado dalam angka 2020.
- 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. doi:<https://doi.org/10.35800/jip.7.1.2019.23411>

- Bergmann, M., Lutz, B., Tekman, M.B., dan Gutow L. (2017). Citizen scientists reveal: Marine litter pollutes Arctic beaches and effects wildlife, *Marine Pollution Bulletin*, 125, 535-540.
- Cheshire, A.C., & Adler, E. (2009). UNEP/IOC Guidelines on survey and monitoring of marine litter. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 186; IOC Technical Series No. 83.
- Derraik J.G.B. (2002): The pollution of the marine environment by plastic debris: a review, *Marine Pollution Bulletin*, 44, 842-852.
- Djaguna, A., Pelle, W.E., Schadu, J.N.W., Manengkey, H.W.K., Rumampuk, N.D.C., & Ngangi, E.L.A. (2019). Identifikasi sampah laut di Pantai Tongkaina dan Talawaan Bajo, *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 7, 175-182.
- Fazey MFC, & Ryan PG. (2016). Debris Size and Buoyancy Influence The Dispersal Distance of Stranded Litter. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 110(1):371-377
- Hidalgo-Ruz, V., Luna-Jorquera, G., Eriksen, M., Frick, H., Miranda-Urbina, D., Portflitt-Toro, M., Rivadeneira, M.M., Robertson, C.J.R., Scofield, R.P., Serratos, J., Suazo, C.G., & Thiel, M. (2020). Factors (type, colour, density, and shape) determining the removal of marine plastic debris by seabirds from the South Pacific Ocean: Is there a pattern?, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem*, 3, 1-19.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). Pedoman Pemantauan Sampah Pantai. Jakarta: Dirjen Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Pesisir dan Laut, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Lasut, M.T., Pane, L.R., Doda, D.V.D., Kumurur, V.A., Warouw, V., & Mamuja, J.M. (2021). Seasonal variation of marine debris at Manado Bay (North Sulawesi, Indonesia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences*, 744 (2021) 012038.
- Lippiatt, S., Opfer, S., & Arthur, C. (2013). Marine Debris Monitoring and Assessment. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46.
- National Oceanic and Atmospheric Administration.(2013). Programmatic Environmental Assessment (PEA) for the NOAA Marine Debris Program (MDP) NOAA.
- National Plastic Action Partnership. (2020). Radically reducing plastic pollution in Indonesia: A multi stakeholder action plan National Plastic Action Partnership (NPAP).
- Olivatto, G.P., Martins, M.C.T., Montagner, C.C., Henry, T.B., & Carreira, R.S., (2019). Microplastic Contamination in Surface Waters in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*. 139, 157–162.
- Pane, L.R., Pelle, W.E., Undap, S.J., Rumampuk, N.D.C., Warouw, V., Mamuja, J.M., & Lasut, M.T. (2020). Type, composition, and density of marine debris in Manado Bay during rainy season, *Aquatic Sciences and Management*, 8, 1–7.
- Patuwo, N.C., Pelle, W.E., Manengkey, H.W.K., Schadu, J.N.W., Manembu, I.S., & Ngangi, E.L.A. (2020). Karakteristik sampah laut di Pantai Tumpaan Desa Tateli Dua Kecamatan Mandolang Kabupaten Minahasa, *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 8, 14.
- 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 (2019), pp. 604-610.

Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, (2021). Data timbunan sampah Kota Manado tahun 2021.

Zhukov, A. (2017). The distribution, abundance and characteristics of plastic debris along the Coast of Grândola, Portugal. Bachelor's thesis in Natural Resources Degree Programme in Sustainable Coastal

Management. Nova University of Applied Science. Portugal

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.