

Distribusi dan Karakteristik Sampah Laut di Kawasan Pesisir Pantai Desa Banyubiru, Kabupaten Jembrana, Bali

Ansisko Simbolon^a, IGB. Sila Dharma^a, Yulianto Suteja^{a*}

^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: yuliantosuteja@unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 4 Juni 2024

Received in revised form: 8 Juli 2024

Accepted: 19 September 2024

Available online: 28 February 2025

Keywords:

Marine debris,
Coastal areas,
Pollution,
Macro debris.

Kata Kunci:

Sampah laut,
Kawasan pesisir pantai,
Pencemaran,
Sampah makro.

ABSTRACT

Marine debris is a critical environmental issue of global concern, drawing attention from multiple sectors due to its threat to marine ecosystems. Waste originating from Negara District, transported by the Kaliakah and Ijogading rivers, significantly contributes to debris accumulation along the coastline. This study aims to analyze the concentration (quantity and weight), characteristics (quantity, weight, size, and shape), and distribution of stranded marine debris in the coastal areas of Banyubiru, Baluk, and Cupel villages. Data collection follows the methodology developed by the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Global Plastic Pollution Project, employing a perpendicular line transect method repeated three times. Marine debris in these coastal areas is widely distributed, with concentrations ranging from 1.20 to 6.71 items/m², averaging 2.74 items/m². The weight concentration varies from 13.50 to 93.05 grams/m², with an average of 49.42 grams/m². By quantity, soft plastic dominates the debris composition (30%), whereas, by weight, timber constitutes the most significant proportion (23%). The total recorded weight of all collected debris is 37,370 grams. Regarding size distribution, 29% of debris falls within the 16–21 cm² category. Regarding fragmentation, 46% of debris remains whole, while 54% is fragmented. Consumer products represent the predominant source of marine debris along the coast. Therefore, increasing public awareness is essential to mitigating regional waste accumulation.

ABSTRAK

Sampah laut merupakan permasalahan lingkungan hidup yang kini menjadi isu global yang menarik perhatian semua orang karena dapat mengancam ekosistem laut. Sampah kiriman dari Kecamatan Negara yang melintasi sungai Kaliakah dan Ijogading memberikan kontribusi terhadap banyaknya distribusi sampah di pesisir tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa konsentrasi (jumlah dan berat), karakteristik (jumlah, berat, ukuran dan bentuk) dan sebaran sampah terdampar di kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel. Metode pengambilan data sampah mengadopsi metode yang dikembangkan oleh Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Global Plastic Pollution Project dengan menggelar transek garis secara tegak lurus terhadap garis pantai sebanyak 3 kali ulangan. Sampah terdampar di kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel tersebar di seluruh sisi kawasan dengan nilai konsentrasi sampah laut berkisar 1,20 – 6,71 item/m² dengan rata-rata 2,74 item/m² dan konsentrasi berat sampah laut diperoleh berkisar 13,50-93,05 gram/m² dengan rata-rata 49,416 gram/m². Berdasarkan jumlah sampah didominasi oleh kelas *soft plastic* 30%, sedangkan berdasarkan berat didominasi oleh kelas *timber* 23%. Berat total seluruh jenis sampah laut adalah sebesar 37.370 gram. Ukuran sampah didominasi oleh ukuran sebesar 16-21 cm² sebanyak 29%. Sebanyak 46% sampah di kawasan pesisir berbentuk *whole* dan sebanyak 54% berbentuk *fragment*. Secara umum, sampah laut di pesisir sebagian besar merupakan produk konsumen. Oleh karena itu, kesadaran masyarakat berperan penting dalam mengurangi jumlah sampah di wilayah tersebut.

2025 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Sampah laut atau yang dikenal juga dengan istilah *marine debris*, merujuk pada bahan padat yang diproduksi atau diolah oleh manusia lalu dibuang ke dalam ekosistem perairan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Jenis sampah laut meliputi beragam limbah

seperti kaca, botol plastik, kaleng, tas, balon, karet, logam, *fiberglass*, puntung rokok dan material lainnya yang akhirnya berakhir di laut atau di pantai (NOAA, 2016). Menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor.18 (2008) menyatakan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau dari proses alam yang berbentuk padat.

Banyak permasalahan yang timbul akibat sampah laut termasuk merusak keindahan pantai dan daya tarik wisata pantai karena adanya tumpukan sampah yang berbau dan tersebar, yang dapat menyebabkan berbagai penyakit. Selain itu sampah laut merusak jaring-jaring makanan, produktivitas ikan, ekosistem laut, mempengaruhi kualitas dan keseimbangan lingkungan laut (Citrasari *et al.*, 2012). Penelitian Rochman *et al.* (2015) menerangkan bahwa dampak dari sampah laut tidak hanya berpengaruh pada hewan laut tetapi juga berdampak pada orang-orang yang mengonsumsi ikan yang terkena dampak limbah laut secara tidak langsung. Kepadatan penduduk yang tinggi di suatu daerah berkontribusi terhadap jumlah sampah yang besar, karena Bali dan Jawa Timur masing-masing memiliki populasi 4.200.000 dan 39.292.972 orang (Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur, 2017).

Macro debris merujuk pada sampah dengan panjang antara lebih dari 2,5 cm hingga kurang dari 1 m, yang dapat ditemukan di pantai baik di dasar maupun di permukaan air (Ryan *et al.*, 2019). Pergerakan arus laut berpengaruh besar terhadap sebaran sampah laut di sepanjang pantai dan arus tersebut mampu membawa limbah dari badan air satu ke badan air lainnya dengan jarak yang signifikan/jauh (Pawar *et al.*, 2016). Sampah yang berukuran lebih besar memiliki daya apung yang tinggi, sehingga dapat tersebar lebih luas dibandingkan dengan sampah yang berukuran kecil. Sebaliknya, serpihan sampah kecil cenderung tenggelam sebelum menyebar mencapai pesisir (Fazey *et al.*, 2016). Serpihan sampah yang mengapung memiliki peran penting dalam penyebaran dan pergerakan sampah di laut. Faktor-faktor seperti arus laut, angin dan kondisi cuaca turut berperan dalam menggerakkan serpihan sampah tersebut, yang akhirnya dapat mendorong sampah menuju pantai (Ryan, 2015). Akumulasi sampah makro di area pesisir dan laut dapat menimbulkan dampak ekologis dan ekonomi, karena bisa mengganggu keseimbangan ekosistem serta kelangsungan hidup organisme (Mouat *et al.*, 2010). Komposisi sampah makro terdiri dari berbagai jenis seperti wadah makanan dari *foam*, *polistirena*, gelas, busa makanan/label, plastik pembungkus, gelas plastik, sedotan, serta berbagai jenis plastik keras dan lunak lainnya (Pamungkas *et al.*, 2021). *Director Excecutive World Ocean Summit (2017) Charles Goddard*, mengatakan dalam Kusumawati *et al.* (2018) bahwa lautan dunia terancam oleh polusi atau aktivitas buatan manusia di wilayah pesisir. Menurut penelitian tersebut, diperkirakan bahwa jumlah sampah laut akan meningkat secara signifikan secara global pada tahun 2025 jika tidak ditangani dengan sungguh-sungguh. Hal ini sesuai dengan penelitian Barboza *et al.* (2019) di Indonesia pencemaran biasanya disebabkan oleh kegiatan manusia di darat dan sampah yang masuk ke laut melalui sungai (Lebreton *et al.*, 2017). Sampah laut bisa merusak lingkungan dengan menciptakan polusi dan berdampak pada masalah sosial ekonomi masyarakat (Bauer, 2014).

Hendrawan *et al.* (2019) sebelumnya melakukan studi mengenai pengumpulan data sampah yang terdampar di Pulau Bali. Hasil studi menunjukkan bahwa sampah plastik lunak, sampah plastik keras dan sampah busa merupakan jenis sampah yang paling banyak ditemukan di wilayah pesisir Pulau Bali, masing-masing mencapai 45%, 15% dan 13%. Berdasarkan penelitian Hafizah (2023) telah diketahui bahwa beberapa daerah di sepanjang pantai di Kecamatan Negara diklasifikasikan sebagai kawasan yang kumuh. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa beberapa pantai, seperti Pantai Pengambangan, Pebuahan dan Cupel, mengalami masalah banyaknya limbah domestik, seperti popok, plastik, sampah keagamaan, sampah rumah tangga dan limbah dari Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM).

Menurut studi tersebut, tingkat pencemaran abiotik di wilayah pesisir Kecamatan Negara merupakan yang tertinggi di Kabupaten Jembrana secara keseluruhan.

Banyubiru, Baluk dan Cupel adalah nama sebuah desa di Kecamatan Negara yang terletak di Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. Desa ini secara geografis terletak tepat di tepi laut, sehingga memiliki wilayah pesisir yang kemungkinan rentan tercemar secara langsung oleh sampah. Penelitian Maharta *et al.* (2020) menunjukkan bahwa mayoritas sampah bergerak ke arah barat selama musim timur di perairan Selat Bali, pantai yang paling banyak menerima sampah adalah Pantai Kabupaten Jembrana, dengan total kelimpahan mencapai 22,63 ton. Hal ini juga dipengaruhi oleh sampah kiriman dari Kecamatan Negara yang melintasi Sungai Kaliakah dan Ijogading memberikan kontribusi besar terhadap maraknya distribusi sampah di pesisir pantai secara meluas (Hafizah, 2023). Selain berbatasan dengan laut, Kabupaten Jembrana juga berhadapan langsung dengan Pulau Jawa, dimana menurut laporan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur (2017) manajemen limbah menjadi isu lingkungan hidup kedua yang penting di Jawa Timur. Berdasarkan laporan tersebut, dengan kata lain ada kemungkinan Sungai Brantas tercemar oleh limbah domestik dan industri. Hal ini juga dapat mengakibatkan sampah terbawa oleh aliran sungai dan mencemari pantai yang berada di sepanjang pesisir laut Jawa termasuk di pesisir pantai Kabupaten Jembrana, yaitu pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel dengan persentase yang tinggi.

Ancaman ini bisa menjadi masalah tersendiri bagi ekosistem di wilayah pesisir Desa Banyubiru, Kecamatan Baluk dan Cupel, seperti juga di wilayah pesisir lainnya. Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk mengetahui distribusi dan karakteristik sampah laut yang terdampar di wilayah pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Maret 2024 (musim barat), pengambilan data dilakukan di kawasan pesisir pantai Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel (Gambar 1). Lokasi penelitian secara administratif terletak di Kecamatan Negara, Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Panjang wilayah pesisir pantai yang dijadikan sebagai lokasi penelitian pada studi ini adalah 10 km. Penentuan titik lokasi stasiun

pengambilan data sampah laut ditentukan secara acak menyesuaikan panjang pesisir pantai. Pada masing-masing stasiun di kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel, didapatkan 10 titik stasiun pengamatan yang mencakup kawasan Desa Banyubiru (4 titik), kawasan Desa Baluk (1 titik) dan kawasan Desa Cupel (5 titik). Hal ini memperhitungkan jarak dan representasi dari setiap desa, terutama karena garis pantai di Desa Baluk tidak terlalu panjang.

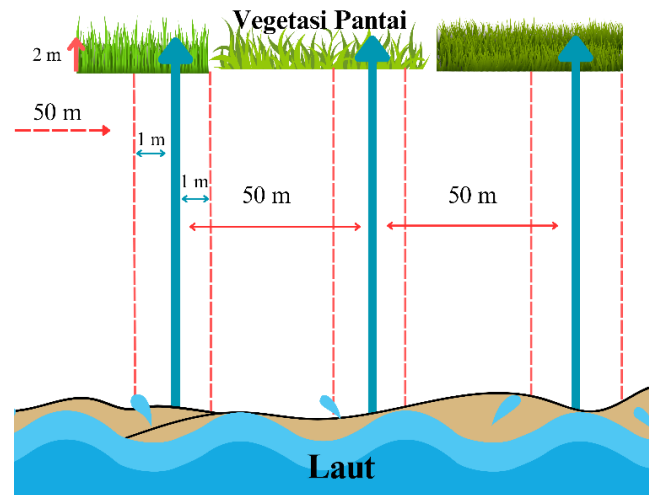
2.2 Metode Survei Sampah di Lapangan

Berdasarkan penelitian Patuwo *et al.* (2020) pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada sejumlah kriteria tertentu, antara lain: pantai landai, pantai mudah diakses dan langsung menghadap ke laut, pantai berjarak jauh dari pelabuhan atau struktur penahan gelombang, batas pasang surut pantai terlihat jelas dan tidak ada kegiatan pembersihan pantai secara regular. Data yang dipakai dalam studi ini melibatkan data primer, seperti jumlah, berat, ukuran dan bentuk sampah laut. Metode pengumpulan data menggunakan *simple random sampling* yang mana pada metode ini tiap anggota populasi memiliki kesempatan yang sama untuk terpilih menjadi sampel (Arieska *et al.*, 2018). Prosedur pengambilan data jumlah sampah, jenis sampah dan karakteristik pantai mengacu pada metode yang dikembangkan oleh Schuyler *et al.*, (2018) *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Global Plastic Pollution Project, Australia*. Pengambilan data sampel dilakukan dengan menggelar transek garis secara tegak lurus terhadap garis pantai sebanyak 3 kali ulangan (Gambar 2). Transek dipasang dari batas air atau bibir pantai hingga batas dimulainya vegetasi dekat pantai ditambah 2 meter ke dalam vegetasi. Hal ini adalah salah satu bentuk kehati-hatian dalam pengambilan sampel. Sehingga dalam proses pendataan didapatkan 30 transek dengan jarak antar transek 50 meter untuk mewakili luasan wilayah di ketiga lokasi pesisir desa tersebut. Setelah itu, jenis dan jumlah sampah didokumentasikan sesuai dengan formulir untuk mencatat informasi tentang pantai, formulir untuk karakteristik pantai dan formulir untuk kategori sampah.

Sampah yang masuk dalam pendataan hanya terlihat di permukaan (Hendrawan *et al.*, 2019). Setelah rute teridentifikasi atau transek telah ditentukan, kegiatan selanjutnya berdasarkan Ningsih *et al.* (2020) meliputi: Pengumpulan sampah laut dilakukan dengan metode transek garis (*line transek*) sebanyak dua kali penyisiran dari pesisir ke vegetasi dan sebaliknya dari vegetasi ke pesisir untuk memastikan semua sampah terambil. Pengambilan sampel dilakukan ketika air surut mencapai titik terendah. Pengambilan sampel (Gambar 2) dilakukan di sepanjang garis transek (20-100 meter sesuai lokasi) dengan lebar 1 meter ke kiri dan 1 meter ke kanan. Pencatatan informasi meliputi koordinat titik awal dan akhir garis transek, panjang total transek, durasi pendataan dan jenis vegetasi. Pengamat perlu berjalan sepanjang lintasan transek, di mana ukuran sampah yang diamati berada dalam rentang lebih dari 2,5 cm hingga kurang dari 1 m, yang termasuk dalam kategori sampah makro. Sampah yang ditemukan pada setiap interval penampang dikumpulkan kemudian dicatat sesuai dengan karakteristiknya (jumlah, berat, ukuran dan bentuk sampah) dalam *form items list*. Sampel sampah laut yang terkumpul dari setiap titik transek dicatat/didokumentasikan dan dimasukkan ke dalam kantong sampah.

Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium untuk dibersihkan dari pasir dan dikeringkan untuk menentukan beratnya. Setelah sampel kering maka akan ditimbang menggunakan timbangan digital dan analitik. Berdasarkan Schuyler *et al.* (2018) Sampah yang ditemukan kemudian dikategorikan menjadi 13 jenis kelas sampah.

Jenis-jenis ini antara lain: plastik keras, plastik lunak, tali plastik, logam, kaca, karet, kain, kayu, busa, kertas, sampah dari aktivitas memancing, beragam dan lain-lain. Sampah diklasifikasikan ke dalam tujuh kategori berdasarkan ukurannya. Kategori I memiliki ukuran antara 0 hingga 1 cm, kategori II antara 1 hingga 2 cm, kategori III antara 2 hingga 4 cm, kategori IV antara 4 hingga 8 cm, kategori V antara 8 hingga 16 cm, kategori VI antara 16 hingga 21 cm dan kategori VII. Selain itu, juga diperhatikan apakah sampah tersebut berbentuk utuh atau serpihan dan menentukan jumlah persentasenya di *software Microsoft Excel 2019*. Studi ini juga menganalisis hubungan antara jarak stasiun ke sungai yang bermuara di pesisir Desa Baluk sebagai variabel X terhadap konsentrasi jumlah sampah sebagai variabel Y, termasuk korelasi antara konsentrasi jumlah sampah sebagai variabel X terhadap konsentrasi berat sampah sebagai variabel Y.



Gambar 2. Ilustrasi penarikan transek (Schuyler *et al.*, 2018)

2.3. Analisis Data

Tahapan awal analisis data dilakukan dengan perhitungan konsentrasi sampah menggambarkan banyaknya jumlah dan berat sampah pada suatu unit area. Konsentrasi sampah laut (C) dihitung menggunakan persamaan yang dimodifikasi (Lippiatt *et al.*, 2013):

$$C = \frac{n}{w \times l} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :
 C = Konsentrasi sampah ($\frac{\text{item atau gram}}{\text{m}^2}$) w = Lebar transek (m)
 n = Total/Berat sampah l = Panjang transek (m)

Perhitungan persentase relatif (jumlah dan berat) *macro debris*, yaitu dianalisis dengan persamaan sebagai berikut (Coe *et al.*, 1997):

1. Persentase relatif (jumlah potongan sampah)

$$= \frac{\text{Jumlah potongan sampah dalam tiap kategori (item)}}{\text{Jumlah total potongan sampah semua kategori (item)}} \times 100 \%$$
2. Persentase relatif (berat sampah)

$$= \frac{\text{Berat potongan sampah dalam tiap kategori (g)}}{\text{Jumlah total berat potongan sampah semua kategori (g)}} \times 100 \%$$

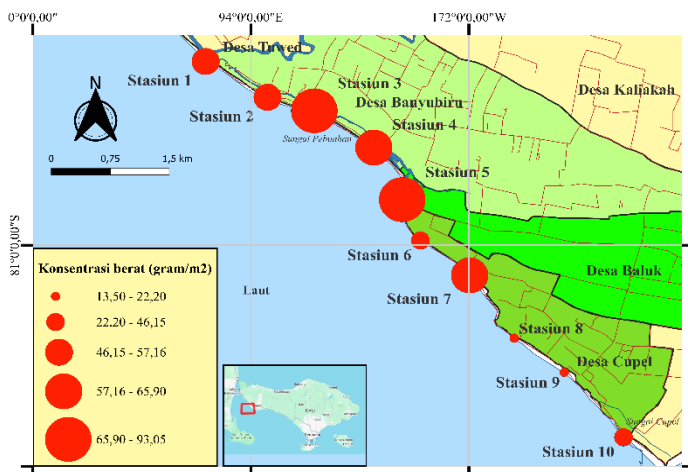
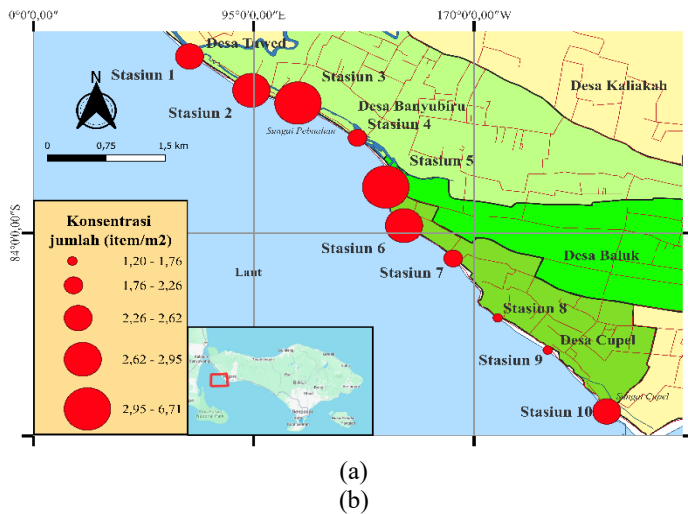
Setelah konsentrasi dan persentase relatif sampah dihasilkan di setiap titik stasiun, kemudian di analisis statistik deskriptif (*mean ± standar deviasi*) termasuk persentase jumlah sampah, berat sampah,

ukuran sampah, bentuk sampah dan persentase relatif (jumlah dan berat) sampah dilakukan menggunakan *software Microsoft Excel 2019* dan divisualisasikan dalam bentuk statistik deskripsi seperti diagram lingkaran dan grafik batang. Sebaran konsentrasi (jumlah dan berat), persentase relatif (jumlah dan berat), jumlah jenis sampah, berat, ukuran dan bentuk sampah disajikan secara visual gambaran spasial dengan menggunakan *software Quantum GIS 3.32 lima*. Selanjutnya akan dicari hubungan antara variabel konsentrasi jumlah sampah terhadap konsentrasi berat sampah laut menggunakan uji korelasi pearson, sedangkan untuk mengetahui hubungan sebab akibat antara jarak stasiun ke sungai terhadap konsentrasi jumlah sampah laut akan digunakan uji regresi linier sederhana.

3. Hasil

3.1 Konsentrasi (jumlah dan berat) Sebaran Sampah

Pada pendataan sampah laut secara langsung yang dilakukan dalam kurun waktu 4 minggu diperoleh konsentrasi yang bervariasi pada kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel. Konsentrasi jumlah sampah laut diperoleh berkisar 1,20-6,71 item/m² dengan nilai rata-rata konsentrasi jumlah sampahnya 2,74±0,53 item/m², sedangkan konsentrasi berat sampah laut diperoleh berkisar 13,50-93,05 gram/m² dengan nilai rata-rata konsentrasi berat sampahnya 49,41±8,81 gram/m² (Gambar 3).



Gambar 3. (a) Peta sebaran konsentrasi *marine debris* berdasarkan jumlah dan (b) peta sebaran konsentrasi berdasarkan berat di kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel.

Tabel 1. Nilai konsentrasi sampah berdasarkan jumlah dan berat tiap desa

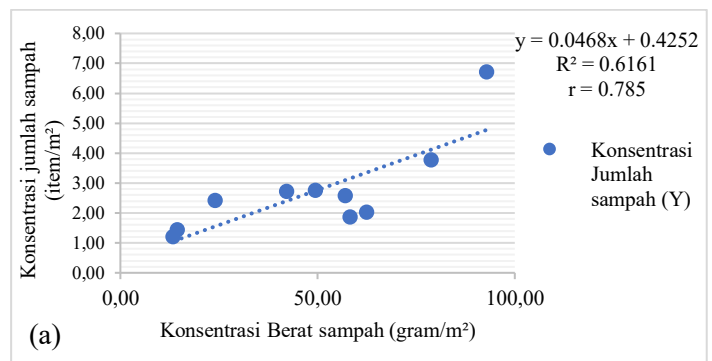
No.	Kawasan Pesisir Desa	Konsentrasi Jumlah (item/m ²)	Konsentrasi Berat (gram/m ²)
1.	Banyubiru	11.09	248.27
2.	Baluk	6.71	93.05
3.	Cupel	9.60	152.76

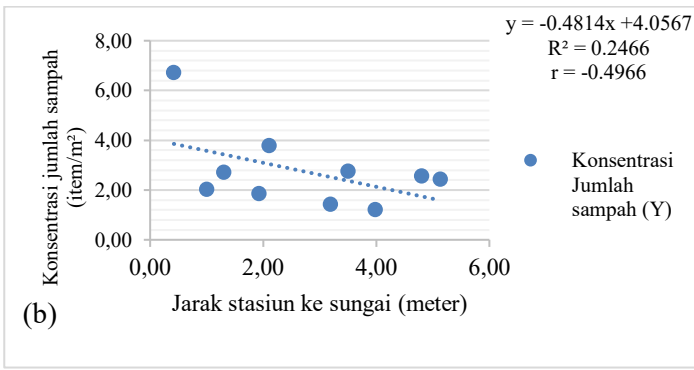
Berdasarkan studi yang telah dilakukan, didapatkan bahwa konsentrasi jumlah dan konsentrasi berat sampah laut jauh lebih tinggi ditemukan di lokasi yang sama yaitu pesisir Desa Baluk tepatnya di stasiun 5. Nilai persentase konsentrasi jumlah sampah laut sebesar 25% (6.71 item/m²) sedangkan persentase konsentrasi berat sampah laut sebesar 19% (93.05 gram/m²). Namun, sampah laut dengan konsentrasi jumlah dan konsentrasi berat paling rendah ditemukan pada lokasi yang sama yaitu di pesisir Desa Cupel tepatnya di stasiun 9. Nilai persentase konsentrasi jumlah sampah laut sebesar 4% (1.20 item/m²) sedangkan persentase konsentrasi berat sampah laut sebesar 3% (13.50 gram/m²).

Tabel 2. Nilai persentase relatif sampah berdasarkan jumlah dan berat tiap desa

No.	Kawasan Pesisir Desa	Persentase Relatif Jumlah (%)	Persentase Relatif Berat (%)
1.	Banyubiru	42.47	52.71
2.	Baluk	16.67	12.80
3.	Cupel	40.85	34.49

Hasil analisis uji korelasi yang didapat dari penelitian ini menunjukkan bahwa adanya hubungan antara konsentrasi berdasarkan jumlah terhadap konsentrasi berdasarkan berat. Hasil analisis korelasi menunjukkan nilai koefisien determinasi R² adalah 0,6161 dan nilai korelasi r 0,785 (Gambar 4). Pada penelitian ini, juga terdapat temuan dari uji regresi mengenai hubungan antara jarak stasiun dengan sungai terhadap konsentrasi sampah. Temuan tersebut menunjukkan adanya hubungan negatif yang tidak signifikan. Analisis korelasi menunjukkan nilai r -0,4966, yang mengindikasikan bahwa semakin dekat titik stasiun dengan sungai, konsentrasi sampahnya cenderung lebih tinggi.



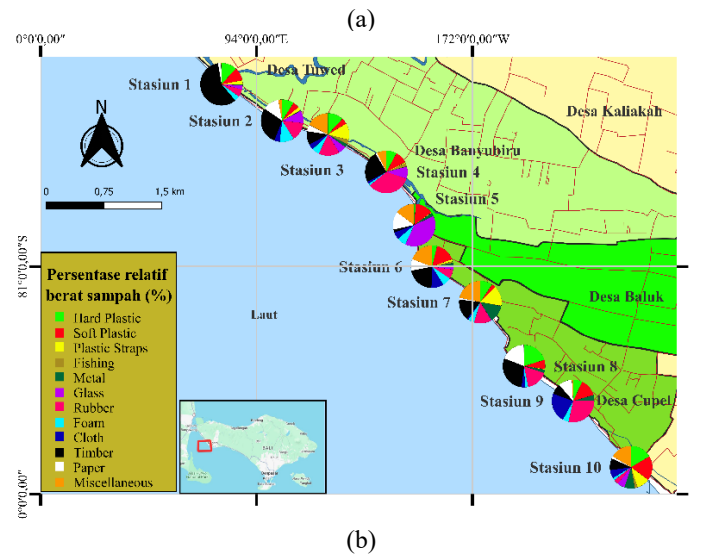
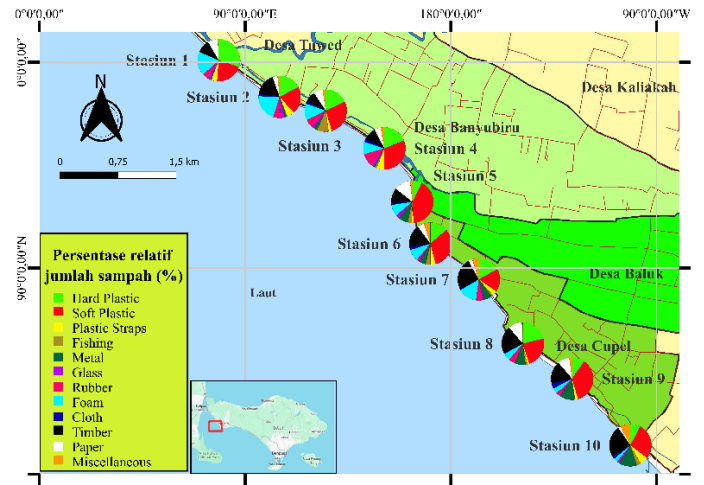


Gambar 4. Hasil Analisis Korelasi antara Konsentrasi Jumlah Sampah terhadap Konsentrasi Berat Sampah (a), dan Hasil Analisis Regresi antara Jarak Stasiun ke Sungai terhadap Konsentrasi Jumlah Sampah (b).

3.2 Karakteristik Sampah Laut (Jumlah dan Berat jenis)

Berdasarkan karakteristik sampah laut, jumlah total sampah laut dari 10 titik stasiun pada penelitian ini tercatat 2039 item dengan bobot kumulatif 37.370 gram. Sampah yang paling umum adalah sampah plastik, dengan persentase mencapai 62% atau sebanyak 1267 item. Jenis plastik ini terbagi menjadi beberapa kategori, yaitu plastik lunak sebanyak 30%, plastik keras sebanyak 16%, busa sebanyak 11%, tali plastik sebanyak 3% dan sampah pancing sebanyak 2%. Pada sampah laut non-plastik sebesar 38% (772 item) yang terdiri dari kelas *timber* (kayu) 14%, *paper* (kertas) 7%, *metal* 6%, *rubber* (karet) sebesar 4%, *miscellaneous* (lainnya) 3%, *glass* (kaca) 2% dan *cloth* (kain) 2%. Persentase sampah laut tertinggi hingga terendah berdasarkan berat sampah laut plastik terdapat pada kelas *soft plastic* (9%), *hard plastic* (9%), *plastic straps* (5%), *foam* (5%) dan *fishing* (1%), diikuti sampah laut non-plastik yang terdiri dari kelas *timber* 23%, *rubber* 14%, *miscellaneous* 11%, *glass* 9%, *paper* 6%, *cloth* 4% dan *metal* 4%.

Berdasarkan persentase relatif menurut jumlah dan menurut berat sampah laut, paling tinggi masing-masing terdapat pada stasiun dan kawasan pesisir desa yang berbeda. Pada stasiun 5 tepatnya di kawasan pesisir Desa Baluk memiliki persentase relatif menurut jumlah sebesar 17% (16.67 %), sedangkan pada stasiun 1 tepatnya pada kawasan pesisir Desa Banyubiru dengan persentase relatif menurut berat 17% (16.87%) pada (Gambar 5). Sama halnya dengan persentase relatif menurut jumlah dan berat paling rendah masing-masing ditemukan pada desa dan titik stasiun yang sama, yaitu terdapat pada kawasan pesisir Desa Cupel tepatnya di stasiun stasiun 8. Nilai persentase relatif menurut jumlah sampah laut sebesar 7% (6.96 %), sedangkan menurut berat sebesar 4% (3.90 %).



Gambar 5. (a) Peta sebaran persentase relatif sampah laut menurut jumlah dan (b) persentase relatif menurut berat.

Berdasarkan data tentang 10 jenis sampah terbanyak di pesisir Desa Banyubiru, Baluk, dan Cupel, plastik sekali pakai (15%) menempati peringkat tertinggi sebagai sampah yang paling banyak ditemui. Plastik ini tidak dikelola dengan baik dan teridentifikasi sebagai sampah yang berasal dari kebiasaan konsumsi masyarakat (Tabel 3).

Tabel 3. Sepuluh jenis sampah yang paling banyak ditemukan di wilayah pantai Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel

TOP 10 ITEM			
No.	Fragment	Whole	Total
1	Unknown/other	Food wrapper/label	Unknown/other
2	Polystyrene	Straw	Food wrapper/label
3	String/ribbon/rope	Cup/lid	Straw
4	Other plastic bag	Bottle cap/lid	Cup/lid
5	Unknown/other soft	Food wrapper	Bottle cap/lid
6	Food container	Beverage bottle <1 L	Food wrapper
7	Unknown/other hard	Thin film carry bag	Polystyrene
8	Fishing line	Utensil/plate/bowl	String/ribbon/rope
9	Unknown/other	Beverage container	Cup/plates/bowls
10	Food container/box	Cup/plates/bowls	Thong/shoe
Class	Plastic Straps	Soft Plastic	Foam
	Hard Plastic	Metal	Timber
	Fishing	Rubber	Paper

3.3 Ukuran dan Bentuk Sampah

Sampah laut di pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel secara berurutan dari terbesar ke terkecil memiliki ukuran 16-21 cm² dengan persentase 29%, ukuran 8-16 cm² dengan persentase 26%, ukuran 2-4 cm² dengan persentase 17%, ukuran 4-8 cm² dengan persentase 16% dan ukuran sampah > 21 cm² dengan persentase 12%. Ukuran sampah dominan di kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel memiliki ukuran yang relatif besar (ukuran 8 hingga > 21 cm²) dengan proporsi 67%.

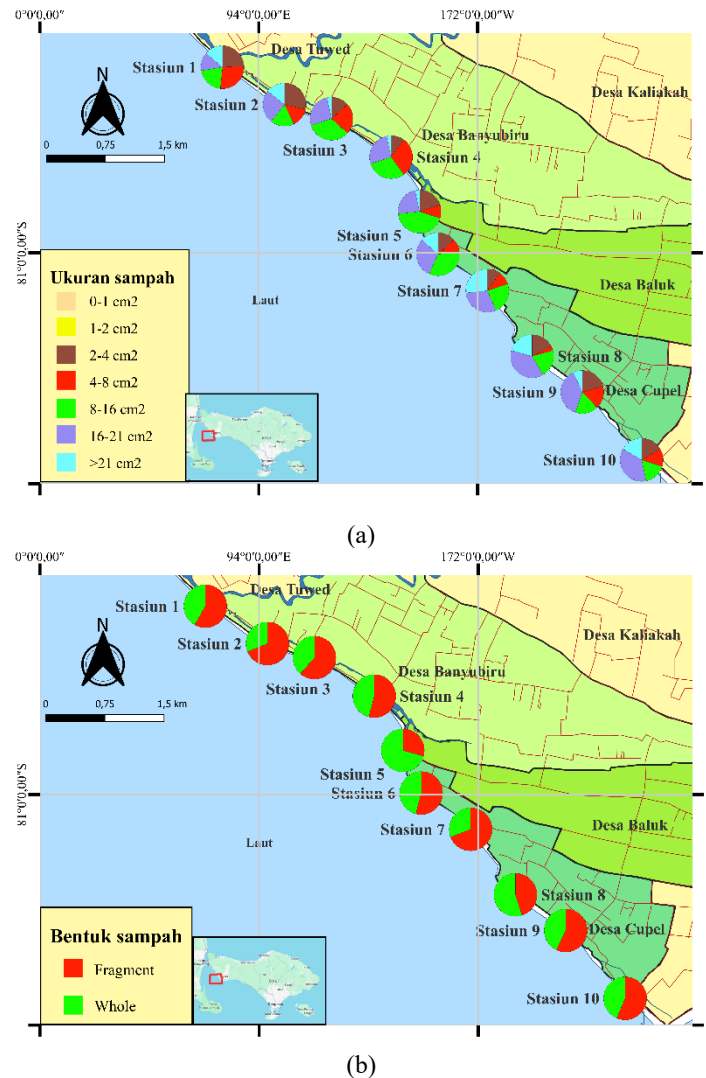
Pada survei tentang sampah laut, lebih banyak sampah dalam kondisi *fragment* ditemukan daripada sampah *whole*, meskipun perbedaannya tidak terlalu besar, yaitu sekitar 1,2 banding 1. Dari total 2039 item sampah yang tercatat, sebanyak 1096 item berbentuk *fragment* sekitar 54%, yang mayoritas berasal dari kelas *timber* dan *foam*. Sementara itu, sampah laut berbentuk *whole* berjumlah 943 item atau sekitar 46%, yang didominasi oleh kelas sampah *soft plastic* dan *hard plastic* (Gambar 6).

4. Pembahasan

4.1 Konsentrasi (jumlah dan berat) Sebaran Sampah

Berdasarkan studi ini, tingginya konsentrasi (jumlah dan berat) dan persentase relatif menurut jumlah dan berat sampah laut di stasiun 5 dan 1 dipengaruhi oleh sungai yang bermuara langsung di pesisir Desa Baluk dan Banyubiru yang membawa banyak sampah. Hasil uji regresi menunjukkan adanya hubungan negatif yang tidak signifikan, artinya bahwa semakin dekat titik stasiun dengan sungai, konsentrasi sampahnya cenderung lebih tinggi. Hal ini juga diperkuat oleh kajian Hafizah (2023) yang menyatakan bahwa sampah kiriman dari Kecamatan Negara yang melintasi sungai Kaliakah dan Ijogading serta perilaku masyarakat yang membuang limbah rumah tangga ke wilayah pesisir juga disorot. Hasil kajian tersebut juga menemukan bahwa pembuangan limbah dari industri perikanan menghasilkan aroma yang tidak sedap dan secara signifikan berkontribusi pada peningkatan distribusi sampah di sepanjang pesisir pantai. Hal ini menunjukkan bahwa sungai tersebut berperan sebagai rute masuknya sampah ke daerah pantai Desa Banyubiru. Seperti yang dijelaskan oleh Pawar *et al.* (2016) sungai bisa menjadi saluran transportasi untuk sampah dari daratan, baik itu dari pembuangan sampah sembarangan maupun dari limpahan sampah dari berbagai sumber. Selain itu, menurut laporan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (2023) hasil penelitian menunjukkan bahwa sampah di Bali menghasilkan timbulan sampah harian

2.976,31 ton, sedangkan sampah tahunan 1.086,351,56 ton. Dari seluruh sampah yang dihasilkan di Pulau Bali, diperkirakan 11% berakhir di laut dan mencemari wilayah pesisir Pulau Bali (Bali Partnership, 2019). Dari seluruh sampah yang dihasilkan di Pulau Bali, diperkirakan 11% berakhir di laut dan mencemari wilayah pesisir Pulau Bali. Fenomena ini diduga disebabkan oleh kawasan pesisir Desa Baluk yang merupakan kawasan wisata yang sangat ramai dikunjungi saat menjelang sore untuk menikmati keindahan matahari terbenam. Hal sesuai dengan penelitian Salestin *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa lokasi wisata dapat menjadi salah satu sumber sampah plastik dari limbah domestik. Hal ini juga sejalan dengan temuan sebelumnya oleh Tassakka *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa barang-barang yang sering dibuang oleh wisatawan meliputi kemasan makanan, botol plastik, kantong plastik, peralatan makan, mainan dan pakaian.



Gambar 6. (a) Peta sebaran sampah laut berdasarkan ukuran dan berdasarkan bentuk (b).

Kawasan pesisir Desa Banyubiru dan Baluk dilanda abrasi mencapai 2,24 km, dimana mengakibatkan banyak rumah warga dan bangunan warung yang hancur diterjang abrasi (Hafizah, 2023). Hal ini dapat mengindikasikan bahwa bekas warung/rumah yang hancur dapat meningkatkan konsentrasi sampah di kawasan tersebut, akan

tetapi sejauh ini penulis tidak bisa memastikan bahwa warung/rumah yang hancur tersebut dapat berkontribusi meningkatkan konsentrasi sampah seperti pada (Gambar 7).



Gambar 7. Pesisir Desa Banyubiru hancur akibat abrasi oleh gelombang laut

Sampah laut pada tiga desa tersebut didapatkan dengan konsentrasi jumlah dan konsentrasi berat sampah laut paling rendah ditemukan pada lokasi yang sama yaitu di pesisir Desa Cupel tepatnya di stasiun 9. Kami menduga berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan ada dua faktor utama yang menyebabkan fenomena ini. Faktor utamanya adalah luas area pesisir khususnya pada stasiun 9, termasuk juga dengan ikon dan keindahan pesisir pantai Cupel tidak seluas area, semenarik ikon dan seindah pesisir pantai Baluk dan Banyubiru sehingga wisatawan di pantai Cupel sedikit dan banyak memilih untuk bersantai di kawasan pesisir Desa Baluk dan Banyubiru. Hal ini konsisten dengan penelitian sebelumnya Wakhidah *et al.* (2014) menyatakan bahwa luas area pesisir dapat mempengaruhi konsentrasi sampah. Semakin luas area pesisir, semakin besar potensi terjadinya penumpukan sampah. Hal ini dapat disebabkan oleh aktivitas manusia yang meningkat di sekitar area pesisir, seperti pariwisata, perikanan dan pemukiman. Kajian tersebut juga mengatakan keunikan/keindahan alam yang terdapat di kawasan pesisir menjadi daya tarik tersendiri bagi kebanyakan wisatawan. Hal tersebut tidak mengherankan bahwa konsentrasi dan persentase relatif sampah ditemukan dalam jumlah yang sedikit jika dibandingkan dengan di kawasan pesisir Desa Baluk dan Banyubiru yang notabene jauh lebih indah dan banyak wisatawan. Banyaknya pengunjung dapat berdampak pada tingkat polusi sampah laut.

Temuan sebelumnya oleh Djaguna *et al.* (2019) menegaskan bahwa aktivitas manusia, baik penduduk lokal maupun wisatawan, memiliki kontribusi besar terhadap peningkatan jumlah sampah di Pantai Tongkaina dan Talawaan Bajo. Hal ini didukung oleh data global yang menunjukkan bahwa 60,6% dari total sampah laut global berasal dari aktivitas rekreasi dan pantai (Conservancy, 2007). Garcés-Ordóñez *et al.* (2020) juga melaporkan bahwa aktivitas pariwisata dan pengelolaan sampah yang buruk merupakan sumber utama pencemaran plastik di kawasan pantai. Sebelumnya, di pantai Mediterania Maroko, peneliti Nachite *et al.* (2019) menemukan bahwa sampah paling banyak terjadi di resor atau pantai yang sering dikunjungi oleh wisatawan. Dominasi plastik dalam berbagai jenis sampah laut juga dilaporkan oleh Chubarenko *et al.* (2020) di wilayah laut pesisir Rusia.

Hasil penelitian oleh Hayati *et al.* (2020) di Pulau Wisata Tidung, Jakarta, juga menemukan bahwa pariwisata menjadi penyumbang sampah terbesar, di mana sampah plastik mendominasi dengan mencapai 83,86% dari total sampah padat yang teridentifikasi. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Özden *et al.* (2021) dalam penelitian mereka di sepanjang pantai Siprus Utara, Mediterania

timur, di mana sampah plastik menyumbang 82% dari semua jenis sampah laut.

Berdasarkan Gazali *et al.* (2019) ketika nilai r positif, hal ini menunjukkan bahwa kedua variabel memiliki hubungan yang searah, artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y juga tinggi. Namun, jika nilai r negatif, ini menandakan bahwa jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan menurun atau sebaliknya jika variabel X menurun maka variabel Y meningkat. Nilai koefisien determinasi 0,6161 atau 61,61%, yang berarti bahwa jumlah sampah dapat mempengaruhi berat sampah sebesar 61,61% sisanya 38,39% dipengaruhi oleh faktor lain. Hasil korelasi studi ini menunjukkan kekuatan hubungan yang sangat kuat, di mana semakin tinggi konsentrasi jumlah sampahnya maka semakin tinggi juga konsentrasi berat sampahnya. Penemuan ini sejalan dengan penelitian Suteja *et al.* (2021) yang dilakukan di pantai wisata di sebelah selatan Pulau Bali. Mereka menyimpulkan bahwa konsentrasi berat sampah laut umumnya dipengaruhi oleh jumlah sampah yang ada. Studi tersebut menemukan adanya hubungan positif yang signifikan ($R= 0,82$) antara konsentrasi berat dan jumlah sampah. Korelasi ini sepenuhnya konsisten dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan di banyak lokasi berbeda. Bahkan di luar Bali, fenomena serupa juga terjadi di Banjir Kanal Barat Grogol-Jakarta, Indonesia. Di sana, terdapat korelasi linier positif yang tinggi ($R= 0,943$) antara jumlah sampah dan berat sampah (van Emmerik *et al.*, 2019).

Pada studi ini, meskipun kategori sampah laut sudah dibersihkan bahkan dikeringkan, tetapi kategori kayu, kaca dan sepatu memberikan kontribusi yang signifikan terhadap konsentrasi berat total sampah laut. Ini sejalan dengan temuan sebelumnya di Pantai Pasir Putih Losari, Brebes, Jawa Tengah, di mana mayoritas sampah makro yang ditemukan adalah plastik, mencapai 35% dari total sampah. Diikuti oleh kaca dan keramik sebesar 20% dan kayu sebesar 9% (Amri *et al.*, 2023). Di Indonesia, botol kaca tetap menjadi pilihan utama sebagai kemasan untuk minuman beralkohol dan minuman lainnya. Khususnya di Pulau Bali, botol kaca sering digunakan sebagai kemasan untuk minuman keras lokal.

Pada studi ini, dari hasil uji regresi ditemukan hubungan sebab akibat antara jarak stasiun ke sungai terhadap konsentrasi sampah. Nilai korelasi antara jarak stasiun ke sungai terhadap konsentrasi jumlah sampah adalah -0,496, termasuk kategori sedang/moderat. Nilai koefisien determinasi 0,246 atau 24,6%, yang berarti bahwa jarak stasiun ke sungai dapat mempengaruhi jumlah sampah sebesar 24,6% sisanya 75,4% dipengaruhi oleh faktor lain. Temuan tersebut menunjukkan tingginya konsentrasi sampah di pesisir Desa Baluk (stasiun 5) karena adanya hubungan negatif tidak signifikan, artinya bahwa semakin dekat titik stasiun ke sungai, konsentrasi sampahnya cenderung lebih tinggi. Penelitian sebelumnya oleh Hastuti *et al.* (2014) juga mengamati bahwa di sekitar ekosistem mangrove yang berdekatan dengan sungai, volume sampahnya cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan yang berada lebih jauh. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Angga Utama *et al.* (2023) terdapat hubungan antara jarak lokasi pasar dengan sungai dan tingkat konsentrasi sampah di sekitarnya. Studi tersebut menunjukkan bahwa semakin dekat pasar dengan sungai, semakin tinggi konsentrasi sampah di sekitar sungai tersebut. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar sampah plastik yang ditemukan di tepi sungai sekitar 80-100%, berasal dari pasar yang berada dekat dengan sungai. Bahkan, ada sungai yang terletak dekat dengan dua pasar sekaligus. Sampah seperti tas belanja plastik sekali pakai yang dihasilkan dari pasar, jika tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan sekitar dan mencapai sungai.

Rentang nilai konsentrasi di kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel cenderung lebih kecil jika dibandingkan dengan penelitian Pamungkas *et al.* (2021) melaporkan hasil pendataan tahun 2020 di sepanjang pesisir Taman Nasional Bali Barat, dimana konsentrasi sampah plastik berkisar antara 0,05 hingga 28,47 item per meter persegi, dengan rata-rata sekitar 4,29 item per meter persegi. Menurut penelitian tersebut, tingkat konsentrasi sampah yang tinggi disebabkan oleh kedekatan lokasi pengambilan data dengan air laut, serta kepadatan akar mangrove yang memiliki jenis akar pensil dan tunjang. Akibatnya, saat air pasang, sampah akan terjebak di antara akar-akar tersebut dan tidak dapat kembali ke laut ketika air surut. Penelitian tersebut sejalan dengan temuan Hastuti *et al.* (2014) analisis korelasi antara jumlah makrodebris dan kepadatan mangrove menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif antara keduanya. Hasil analisis menunjukkan bahwa kepadatan pohon *A. marina* memiliki korelasi yang signifikan dengan kelimpahan *macro debris* ($r = 0,414$, $p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kepadatan pohon *A. marina*, maka semakin tinggi juga kelimpahan *macro debris*. Akar *A. marina* yang menyerupai cakar ayam dengan banyak akar napas dapat lebih efektif dalam menangkap *macro debris* yang masuk ke dalam ekosistem.

Tingginya nilai perbedaan konsentrasi tersebut wajar mengingat penulis hanya meneliti di area pesisir yang notabene saat air pasang maka sampah di area pesisir akan terbawa oleh gelombang laut. Ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Patuwu *et al.* (2020) yang menunjukkan bahwa aliran air, gelombang dan pasang surut dapat membawa sampah dari lokasi-lokasi dengan aktivitas penduduk. Gerakan air massa (arus) dapat mengangkut sampah ke jarak yang signifikan/jauh di perairan (NOAA, 2013).

4.2. Karakteristik Sampah Laut (Jumlah dan Berat jenis)

Pencemaran disebabkan oleh aktivitas manusia, yang terlihat dalam bentuk sampah plastik yang mencemari garis pantai. Melihat tingginya angka persentase plastik berdasarkan jumlah jenis seperti plastik lunak (kemasan makanan), plastik keras (korek api) dan busa (*food container*), sedangkan berdasarkan berat seperti plastik lunak (tas plastik, *other soft*) dan keras (botol minuman, *other hard*) mendominasi di kawasan pesisir ketiga desa tersebut. Dari hasil studi yang dilakukan diduga bahwa sampah-sampah tersebut berasal dari darat, sebagaimana halnya dalam kegiatan pariwisata, penggunaan plastik yang berlebihan oleh penduduk, konsumsi makanan cepat saji, saluran pembuangan, serta aliran air hujan dari jalan dan sungai. Hal ini tidak mengherankan karena produksi plastik global meningkat setiap tahunnya dan mencapai 368 juta ton pada tahun 2019 (Uddin *et al.*, 2022). Seperti halnya sungai-sungai di Bali, setiap harinya terdapat 425 ton sampah yang dibuang ke lingkungan sungai, termasuk 33 ton sampah plastik (Bali Partnership, 2019). Hal tersebut konsisten dengan kajian Cordova dan Nurhati (2019) bahwa sembilan sungai yang bermuara langsung di Teluk Jakarta, ditemukan bahwa plastik yang dominan adalah *styrofoam* yang banyak digunakan masyarakat sebagai kemasan makanan selain daun pisang di layanan pesan-antar makanan dan pasar lokal. Hal tersebut wajar terjadi mengingat kembali bahwa plastik sering digunakan masyarakat karena memiliki keunggulan tahan lama dan praktis untuk dibawa. Hal ini juga diperkuat oleh Thompson *et al.* (2009) yang menegaskan bahwa peningkatan produksi plastik tidak dapat disangkal karena plastik memiliki banyak keunggulan (mudah ditemukan dan diangkut, ringan, serbaguna, tahan lama dan murah) serta telah menjadi pilihan populer dalam kehidupan sehari-hari. Hasil penelitian lainnya mengindikasikan hal serupa bahwa sampah laut

jenis plastik merupakan sampah dominan pada area pesisir bahkan mencapai lebih dari 90%, (Johan *et al.*, 2020).

Angka persentase sampah non-plastik berdasarkan jumlah jenis cukup rendah seperti kelas *metal* (paku) dan *glass* (botol minuman) jika dibandingkan dengan persentase sampah plastik. Sampah tersebut diduga berasal dari aktivitas industri, limbah akuakultur, limbah dari kantor dan perkebunan. Hal ini sesuai dengan kajian Notoatmodjo (2011) mengatakan bahwa sumber sampah berasal dari beberapa kegiatan manusia, yaitu limbah domestik seperti bahan padat yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga yang telah digunakan dan dibuang, seperti sisa makanan, kertas kado bekas, daun pohon, pakaian bekas, bahan bacaan dan *furniture*. Limbah industri seperti logam, limbah ditempat umum seperti botol, limbah kantor seperti kertas dan karbon. Tetapi persentase sampah non-plastik berdasarkan berat cukup tinggi seperti kelas *timber* 23% (kayu bangunan). Berdasarkan survei wawancara langsung yang telah dilakukan, ditemukan banyak kayu kecil maupun besar berserakan. Menurut pengakuan warga setempat, bahwa kayu tersebut berasal dari rumah dan warung warga yang hancur akibat abrasi yang pada dasarnya beberapa rumah atau warung terbuat dari kayu. Hal tersebut sesuai dengan kajian Hafizah (2023) karena abrasi telah menggerus pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel sepanjang 4,7 km.

Plastik lunak, plastik keras dan busa adalah tiga jenis sampah yang paling umum di wilayah pesisir desa tersebut, dengan masing-masing menyumbang 30%, 16% dan 11%. Penelitian oleh Hendrawan *et al.* (2019) menemukan bahwa ketiga jenis sampah ini juga mendominasi wilayah pesisir di seluruh Pulau Bali, dengan proporsi masing-masing sebesar 45%, 13% dan 15%. Temuan ini menunjukkan bahwa pengelolaan ketiga jenis sampah ini kurang optimal di banyak lokasi. Kegiatan yang sering menggunakan sampah jenis tersebut, seperti kegiatan pariwisata, kegiatan konsumsi di kawasan pemukiman dan kegiatan di kawasan komersial lainnya menyebabkan pencemaran wilayah pesisir Pulau Bali meliputi wilayah pesisir desa Banyubiru, Baluk dan Cupel. Kondisi ini bahkan terjadi di tempat yang notabene dijaga ketat kebersihannya yaitu di kawasan lindung Suaka Penyu di timur laut Brasil, dimana sampah plastik juga merupakan sampah yang dominan, berkisar antara 52 hingga 94% (Ivar do Sul *et al.*, 2011). Hal ini sesuai dengan Amri *et al.* (2023) yang melaporkan bahwa berdasarkan jumlah itemnya, komposisi sampah laut juga didominasi oleh sampah plastik dan busa plastik sebesar 83% (makro).

Gubernur Bali telah mengeluarkan beberapa peraturan untuk mengurangi pencemaran sampah di Bali. Salah satunya adalah Peraturan Gubernur Bali Nomor 97 Tahun 2018 Tentang Pembatasan Timbulan Sampah Plastik Sekali Pakai (2018) yang mengatur tentang pembatasan penggunaan sampah plastik sekali pakai (PSP). Aturan ini melarang penggunaan barang-barang berbahan plastik sekali pakai dan mewajibkan penggunaan produk pengganti PSP. Selain itu, terdapat juga Peraturan Gubernur Bali Nomor 47 Tahun 2019 Tentang Pengelolaan Sampah Berbasis Sumber (2019). Peraturan ini menekankan pentingnya pengelolaan sampah dari sumbernya. Setiap sumber diharuskan untuk mengelompokkan sampah menjadi beberapa bagian, seperti sampah mudah terurai, sampah tidak mudah terurai, sampah B3 dan sampah sisa. Sampah kompos dapat diolah sendiri atau bersamaan dengan prinsip *Reuse, Reduce, Recycle* di tempat pengolahan sampah (TPS 3R). Sedangkan sampah *non biodegradable* harus dikirim ke pusat daur ulang dan pusat penyimpanan sampah (FPS). Limbah B3 tersebut selanjutnya dapat dipindahkan ke TPS 3R dan sisa limbahnya dapat dibuang ke tempat sampah dan dibawa ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Berdasarkan penjelasan tersebut, maka penting bagi masyarakat

pengelola dan pemerintah setempat untuk lebih memberikan perhatian terhadap pengelolaan sampah plastik di wilayah pesisir Desa Banyubiru, Desa Baluk dan Cupel, Kecamatan Negara, Kabupaten Jembrana, Bali.

4.3 Ukuran dan Bentuk Sampah

Sebagian besar sampah di sepanjang wilayah pesisir Desa Banyubiru, Baluk, dan Cupel memiliki dimensi yang cukup besar, berkisar antara 8 cm² hingga lebih dari 21 cm², dan mencakup sekitar 67% dari total sampah yang terdapat di sana. Sampah dengan ukuran tersebut mendominasi karena diduga sampah seperti karung plastik berisi pasir, kayu, bambu dan ban kendaraan berserakan akibat hantaman gelombang tinggi. Sampah tersebut, pada sebelumnya masih berdiri kokoh terikat yang dimanfaatkan masyarakat untuk meminimalisir abrasi dari hantaman gelombang yang tinggi. Sejalan dengan penemuan Fazey dan Ryan, (2016), sampah yang memiliki ukuran lebih besar dan daya apung lebih tinggi cenderung dapat tersebar lebih luas dibandingkan dengan sampah yang berukuran lebih kecil. Sebaliknya, sampah yang berukuran kecil cenderung tenggelam sebelum dapat tersebar secara luas di laut (Fazey dan Ryan, 2016). Berdasarkan kajian (Pamungkas *et al.* 2021) sampah dengan ukuran tersebut juga mendominasi di taman nasional bali barat dengan proporsi 70%. Hal serupa juga ditemukan sampah laut (*marine debris*) berdasarkan karakteristik ukuran sampah yang ditemukan mayoritas berukuran makro (2,5 cm² –1,0 m²) yaitu sebanyak 85,6%. Dengan demikian, ini menunjukkan bahwa sampah kecil di daerah pesisir studi mungkin berasal dari tempat-tempat dekat. Sementara sampah yang lebih besar dapat berasal dari dekat atau jauh tergantung pada cara penyebarannya.

Banyaknya sampah patahan (*fragment*) yang ditemukan 54%, kami menduga faktor lingkungan berperan penting seperti panas matahari maupun suhu air laut, sehingga sampah laut jenis *foam*, *paper*, *timber* dan *rubber* dalam waktu lama atau beberapa tahun mudah rapuh dan hancur. Ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pamungkas *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa bentuk sampah di lingkungan sangat dipengaruhi oleh berapa lama sampah tersebut berada di lingkungan laut, faktor lingkungan dan juga kondisi bentuk sampah saat memasuki lingkungan tersebut. Tingginya jumlah sampah berbentuk *fragment* di kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel menunjukkan bahwa sampah di daerah tersebut kemungkinan telah lama berada di lingkungan laut.



Gambar 8. Sampah busa di kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel

Hal ini sesuai dengan konsep bahwa sampah dapat terfragmentasi seiring berjalannya waktu, sehingga proporsi sampah yang terfragmentasi akan terus meningkat dalam total sampah laut (Zarfl *et al.*, 2011). Lebih lanjut, sampah busa cenderung mudah hancur di lingkungan laut Jang *et al.* (2014) sehingga sampah busa yang tercatat di kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel dominan dalam bentuk *fragment* (Gambar 8). Namun, di sepanjang pesisir Desa

Banyubiru, Baluk dan Cupel, sampah busa *whole* yang banyak ditemukan adalah sampah kemasan mie instan.

Penemuan bahwa 46% dari sampah berbentuk utuh (*whole*) dapat menunjukkan bahwa sampah di wilayah pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel belum terlalu lama berada di laut dan mungkin berasal dari sumber lokal. Hal ini karena sampah plastik cenderung memecah menjadi bagian-bagian kecil seiring berjalannya waktu, sehingga proporsi sampah yang terfragmentasi akan terus meningkat dalam total sampah laut (Zarfl *et al.*, 2011). Sampah laut berupa plastik berbentuk utuh mendominasi kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel, yang umumnya memiliki densitas lebih rendah daripada air laut (Ryan, 2015). Hal ini membuat sampah plastik mudah tersebar dan ditemukan di sepanjang pesisir kawasan tersebut. Meskipun bentuk dan ukuran sampah mempengaruhi daya apung dan penyebarannya, pemahaman yang baik tentang persebaran dan sumber sampah di kawasan tersebut memerlukan pengetahuan tentang pola transportasi sampah yang dipengaruhi oleh faktor fisik, kimia dan biologi laut di sekitar kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel. Faktor-faktor seperti angin, arus, gelombang, pasang surut, perubahan densitas sampah karena *fouling*, serta pengaruh transportasi organisme sangat berperan dalam hal ini (Sebille *et al.*, 2020).

Kesadaran masyarakat terhadap masalah sampah memiliki peranan yang sangat penting dalam mengurangi pencemaran sampah laut di kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk dan Cupel. Hal ini dikarenakan sampah-sampah yang paling banyak ditemukan di kawasan tersebut berasal dari aktivitas konsumsi masyarakat. Untuk mengatasi hal ini, langkah-langkah pencegahan seperti pengelolaan sampah yang baik, mengurangi penggunaan plastik dan menghindari pembuangan sampah sembarangan diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif. Di sekitar kawasan tersebut terdapat beberapa sungai, pemukiman, pelabuhan dan tempat wisata yang dapat menjadi sumber masuknya sampah ke lingkungan. Oleh karena itu, perlu adanya upaya bersama untuk menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan pesisir tersebut.

Kesimpulan

Studi ini menginvestigasi distribusi dan karakteristik sampah laut di kawasan pesisir Desa Banyubiru, Baluk, dan Cupel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi jumlah dan berat sampah laut bervariasi, dengan dominasi sampah plastik, termasuk soft plastic, hard plastic, dan foam. Analisis korelasi mengindikasikan bahwa jumlah sampah berkaitan erat dengan beratnya, sementara lokasi yang lebih dekat ke sungai memiliki konsentrasi sampah lebih tinggi. Studi ini memiliki keterbatasan dalam mengidentifikasi dampak abrasi terhadap konsentrasi sampah laut. Selain itu, analisis perbandingan pola sebaran dan jenis sampah pada musim timur diperlukan guna memahami dinamika sampah laut secara lebih komprehensif. Upaya pengelolaan sampah yang lebih ketat melalui peningkatan kesadaran masyarakat serta regulasi pemerintah diperlukan untuk menekan distribusi sampah di wilayah ini.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak *Center for Remote Sensing and Ocean Sciences (CRoSOS)* Universitas Udayana, atas bantuan yang telah diberikan dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Amri, R., Kholifiyanti, C., Wijayanti, E. S., Bayan, S., Hidayat, R. R., dan Hidayati, N. V. (2023). Komposisi dan Distribusi Sampah Laut di Pantai Pasir Putih Losari, Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(1), 135–147.
- Angga Utama, P. B., Hendrawan, I. G., Astawa Karang, I. W. G., dan Pamungkas, P. B. P. (2023). Distribusi Pencemaran Sampah Plastik pada Sempadan Sungai di Bali yang Bermuara di Perairan Selat Bali dengan Analisis Generalized Additive Models (GAM). *Journal of Marine Research and Technology*, 6(1), 69. <https://doi.org/10.24843/JMRT.2023.v06.i01.p10>
- Arieska, P. K., dan Herdiani, N. (2018). Pemilihan teknik sampling berdasarkan perhitungan efisiensi relatif. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang*, 6(2).
- Bali Partnership. (2019). Workshop kerjasama pengelolaan sampah plastik pesisir dan laut .
- Barboza, L. G. A., Frias, J. P. G. L., Booth, A. M., Vieira, L. R., Masura, J., Baker, J., Foster, G., and Guilhermino, L. (2019). Microplastics Pollution in the Marine Environment. In *World Seas: An Environmental Evaluation* (pp. 329–351). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805052-1.00020-6>
- Bauer, S. (2014). United Nations environment programme. *Essential Concepts of Global Environmental Governance*, 229.
- Cheshire, A. C., Adler, E., Barbière, J., Cohen, Y., Evans, S., Jarayabhand, S., Jettif, L., Jung, R. T., Kinsey, S., and Kusui, E. T. (2009). UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Debris. *UNEP Regional Seas Reports and Studies*, 186.
- Chubarenko, I., Esiukova, E., Khatmullina, L., Lobchuk, O., Grave, A., Kileso, A., and Haseler, M. (2020). From macro to micro, from patchy to uniform: Analyzing plastic contamination along and across a sandy tide-less coast. *Marine Pollution Bulletin*, 156, 111198. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111198>
- Citrasari, N., Oktavetri, N. I., dan Aniwindira, N. A. (2012). Analisis laju timbunan dan komposisi sampah di permukiman pesisir Kenjeran Surabaya. *Berkala Penelitian Hayati*, 18(1), 83–85. <https://doi.org/10.23869/bphjbr.18.1.201214>
- Coe, J. M., Andersson, S., and Rogers, D. B. (1997). Marine debris in the Caribbean region. In *Marine Debris: Sources, Impacts, and Solutions* (pp. 25–33). Springer.
- Conservancy, O. (2007). *International Coastal Cleanup Report 2006: a world of difference*. Washington, DC, USA: Ocean Conservancy.
- Cordova, M. R., and 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(1), 18730. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55065-2>
- Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur. (2017). *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Jawa Timur Tahun 2017*.
- Djaguna, A., Pelle, W. E., Schadu, J. N. W., Manengkey, H. W. K., Rumampuk, N. D. C., dan Ngangi, E. L. A. (2019b). Identifikasi sampah laut di pantai tongkaina dan talawaan bajo. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 7(3), 174–182.
- Fazey, F., and Ryan, P. (2016). Debris size and buoyancy influence the dispersal distance of stranded litter. *Marine Pollution Bulletin*, 110. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.039>
- Garcés-Ordóñez, O., Mejía-Esquivia, K. A., Sierra-Labastidas, T., Patiño, A., Blandón, L. M., and Espinosa Díaz, L. F. (2020). Prevalence of microplastic contamination in the digestive tract of fishes from mangrove ecosystem in Cispata, Colombian Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111085. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111085>
- Gazali, S., Rachmawani, D., dan Agustianisa, R. (2019). Hubungan kerapatan mangrove dengan kelimpahan gastropoda di kawasan konservasi mangrove dan bekantan (Kkmb) Kota Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*, 12(1), 9–19.
- Hafizah, N. (2023). Studi Eksploratif Bentuk Kerusakan Lingkungan Wilayah Pesisir Kabupaten Jembrana. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 10(3), 252–260. <https://doi.org/10.23887/jjppg.v10i3.47454>
- Hastuti, A. R., Yulianda, F., dan Wardiatno, Y. (2014). Distribusi spasial sampah laut di ekosistem mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonorowo Wetlands*, 4(2), 94–107.
- Hayati, Y., Adrianto, L., Krisanti, M., Pranowo, W. S., and Kurniawan, F. (2020). Magnitudes and tourist perception of marine debris on small tourism island: Assessment of Tidung Island, Jakarta, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 158, 111393. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111393>
- Hendrawan, I. G., Karidewi, M. P., Pratama, G. I. P., Maharta, I., dan Adibhusana, M. N. (2019a). Survei dan Monitoring Sampah Laut Pesisir Bali. Denpasar: WWF Indonesia, 56.
- Ivar do Sul, J. A., Santos, I. R., Friedrich, A. C., Matthiensen, A., and Fillmann, G. (2011). Plastic Pollution at a Sea Turtle Conservation Area in NE Brazil: Contrasting Developed and Undeveloped Beaches. *Estuaries and Coasts*, 34(4), 814–823. <https://doi.org/10.1007/s12237-011-9392-8>
- Jang, Y. C., Lee, J., Hong, S., Lee, J. S., Shim, W. J., and Song, Y. K. (2014). Sources of plastic marine debris on beaches of Korea: More from the ocean than the land. *Ocean Science Journal*, 49(2), 151–162. <https://doi.org/10.1007/s12601-014-0015-8>
- Johan, Y., Renta, P. P., Muqsit, A., Purnama, D., Maryani, L., Hiriman, P., Rizky, F., Astuti, A. F., dan Yunisti, T. (2020). Analisis sampah laut (marine debris) di pantai Kualo Kota Bengkulu. *JURNAL ENGGANO*, 5(2), 273–289. <https://doi.org/10.31186/jenggan0.5.2.273-289>
- Kusumawati, I., Setyowati, M., dan Salena, I. Y. (2018). Identifikasi Komposisi Sampah Laut di Pesisir Aceh Barat. *Jurnal Perikanan Tropis*, 5(1), 59. <https://doi.org/10.35308/jpt.v5i1.1026>
- Lebreton, L. C. M., Van Der Zwet, J., Damsteeg, J.-W., Slat, B., Andrady, A., and Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, 8(1), 15611.
- Lippiatt, S., Opfer, S., and Arthur, C. (2013). Marine debris monitoring and assessment: recommendations for monitoring debris trends in the marine environment.
- Maharta, I., Radjawane, I. M., and Hendrawan, I. G. (2020). Study of Debris Movement in South and West Coast of Sumatra and Java and Its Impact on Bali Strait During Western Monsoon. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 618(1), 012009.
- Mouat, J., Lozano, R. L., and Bateson, H. (2010). Economic impacts of marine litter. *Kommunen Internasjonale Miljøorganisasjon*.
- Nachite, D., Maziane, F., Anfuso, G., and Williams, A. T. (2019). Spatial and temporal variations of litter at the Mediterranean beaches of Morocco mainly due to beach users. *Ocean & Coastal Management*, 179, 104846. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104846>
- Ningsih, N. W., Putra, A., Anggara, M. R., dan Suriadin, H. (2020). Identifikasi Sampah Laut Berdasarkan Jenis dan Massa di Perairan Pulau Lae-Lae Kota Makassar. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*, 4(2), 10–18.
- NOAA. (2013). *Programmatic environmental assessment (PEA) for the NOAA marine debris program (MDP)*. Maryland: NOAA, 168.
- NOAA, H. (2016). *Marine Debris Impact on Coastal and Benthic Habitats*. NOAA, Maryland.
- Notoatmodjo, S. (2011). *Ilmu dan Seni Kesehatan Masyarakat*. Jakarta. Rineka Cipta.
- Özden, Ö., Yıldırım, S., Fuller, W. J., and Godley, B. J. (2021). Anthropogenic marine litter on the north coast of Cyprus: Insights into marine pollution in the eastern Mediterranean. *Marine Pollution*

- Bulletin, 165, 112167.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112167>
- Pamungkas, P. B. P., Hendrawan, I. G., dan Giri Putra, I. N. (2021). Karakteristik dan Sebaran Sampah Terdampar di Kawasan Pesisir Taman Nasional Bali Barat. *Journal of Marine Research and Technology*, 4(1), 9.
- Patuwo, N. C., Pelle, W. E., Manengkey, H. W. K., Schadu, J. N. W., Manembu, I., dan Ngangi, E. L. A. (2020). Karakteristik Sampah Laut Di Pantai Tumpaan Desa Tateli Dua Kecamatan Mandolang Kabupaten Minahasa. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 8(1), 70–83.
- Pawar, P. R., Shirgaonkar, S. S., and Patil, R. B. (2016a). Plastic marine debris: Sources, distribution and impacts on coastal and ocean biodiversity. *PENCIL Publication of Biological Sciences*, 3(1), 40–54.
- Peraturan Gubernur Bali Nomor 47 Tahun 2019 Tentang Pengelolaan Sampah Berbasis Sumber, Pub. L. No. 47 (2019).
<https://jdih.baliprov.go.id/produk-hukum/peraturan-perundang-undangan/pergub/24822>
- Peraturan Gubernur Bali Nomor 97 Tahun 2018 Tentang Pembatasan Timbulan Sampah Plastik Sekali Pakai, Pub. L. No. 97 (2018).
<https://jdih.baliprov.go.id/produk-hukum/peraturan/abstrak/24688>
- Rochman, C., Tahir, A., Williams, S., Baxa, D., Lam, R., Miller, J., Teh, F.-C., Werorilangi, S., Swee, and Teh, J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, 5.
<https://doi.org/10.1038/srep14340>
- Ryan, P. (2015). Does size and buoyancy affect the long-distance transport of floating debris? *Environmental Research Letters*, 10, 84019. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/8/084019>
- Ryan, P., Shim, W., Zhang, W., Mason, S., Galgani, F., Turra, A., Kershaw, P., Hong, S., Hassellöv, M., Lusher, A., Thiel, M., Eriksen, M., Takada, H., Tahir, A., Wilcox, C., Hardesty, B., and Uhrin, A. (2019). *GESAMP 2019 Guidelines for the monitoring & assessment of plastic litter in the ocean Reports & Studies 99* (editors Kershaw, P.J., Turra, A. and Galgani, F.).
- Salestin, C. B., Soewarlan, L. C., dan Paulus, C. A. (2021). Kajian Komposisi dan Kepadatan Jenis Sampah Laut pada Kawasan Ekowisata Mangrove, di Kelurahan Oesapa Barat, Kota Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, 2(2), 31–41.
- Schuyler, Q., Willis, K., Lawson, T. J., Mann, V., Wilcox, C., and Hardesty, B. D. (2018). *Handbook of Survey Methodology Plastics Leakage* (developed for CSIRO Global Plastic Pollution Project). Australia: CSIRO EPublish EP178700, 52.
- Sebillé, E. V. (2020). The Physical Oceanography of the Transport of Floating Marine Debris. *Environ. Res. Lett.* 15 023003
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. (2023). *Data Pengelolaan Sampah dan RTH Provinsi Bali 2023*.
- Suteja, Y., Atmadipoera, A. S., Riani, E., Nurjaya, I. W., Nugroho, D., and Purwiyanto, A. I. S. (2021). Stranded marine debris on the touristic beaches in the south of Bali Island, Indonesia: The spatiotemporal abundance and characteristic. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 113026.
- Tassakka, M. I. S., Musrianton, M., Admaja, A. K., Alsita, I., dan Runtu, K. G. A. (2019). Perbandingan Timbulan Sampah Laut Dan Daratan Di Lokasi Wisata Berbasis Konservasi. *Jurnal Airaha*, 8(02), 172–182.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah, Pub. L. No. 18 (2008).
- Thompson, R. C., Swan, S. H., Moore, C. J., and vom Saal, F. S. (2009). Our plastic age. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1973–1976.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0054>
- Uddin, M. A., Afroj, S., Hasan, T., Carr, C., Novoselov, K. S., and Karim, N. (2022). Environmental Impacts of Personal Protective Clothing Used to Combat COVID-19. *Advanced Sustainable Systems*, 6(1).
<https://doi.org/10.1002/adsu.202100176>
- van Emmerik, T., Loozen, M., van Oeveren, K., Buschman, F., and Prinsen, G. (2019). Riverine plastic emission from Jakarta into the ocean. *Environmental Research Letters*, 14(8), 084033.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab30e8>
- Wakhidah, K., Dewi, S. P., dan Ristianti, N. S. (2014). Bentuk Pengembangan Pariwisata Pesisir Berkelanjutan Di Kabupaten Pekalongan. *Ruang*, 1(2), 261–270.
- Zarfl, C., Fleet, D., Fries, E., Galgani, F., Gerdt, G., Hanke, G., and Matthies, M. (2011). Microplastics in oceans. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1589–1591.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.02.040>