

Analisis Karakteristik Sampah Laut dan Tingkat Kebersihan di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Perikanan Pondokdadap, Kabupaten Malang, Jawa Timur

Nabila Nuralya Az Zahra¹, Arum Kusuma Dewanti¹, Defri Yona^{1,2*}, Dian Aliviyanti^{1,3}, Citra Satrya Utama Dewi^{1,3}, dan Ade Yamindago^{1,3}

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang

²Marine Resources Exploration and Management (MEXMA) Research Group, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang; *email: defri.yona@ub.ac.id

³Coastal Resilience and Climate Change Adaptation – CORECT Research Group, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang

ABSTRAK

Kenaikan jumlah penduduk akan mengakibatkan naiknya volume sampah yang dihasilkan dari aktivitas antropogenik. Penelitian ini dilakukan di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Perikanan Pondokdadap, Kabupaten Malang. Minimnya informasi mengenai karakteristik sampah laut juga tingkat kebersihan lingkungan pantai dan pelabuhan menjadi alasan perlunya penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penanganan sampah laut yang lebih tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis sampah laut, menganalisis kelimpahannya, serta menentukan tingkat kebersihan wilayah pesisir berdasarkan indeks kualitas kebersihan *Clean-Coast Index* (CCI) dan *General Index* (GI). CCI digunakan untuk menghitung tingkat kebersihan berdasarkan keberadaan sampah plastik saja, sedangkan GI menentukan kebersihan pantai berdasarkan semua kategori sampah. Pengambilan data sampah laut dilakukan dengan menggunakan kuadran transek berukuran 5 x 5 m pada area pantai dan pelabuhan. Identifikasi sampah berdasarkan kategori dilakukan secara langsung di lapang, termasuk penghitungan jumlah dan berat sampah. Sampah plastik merupakan kategori sampah yang mendominasi dengan persentase 73,25 % di Pantai Sendang Biru dan 68 % di Pelabuhan Pondokdadap. Sub-kategori sampah plastik yang mendominasi yaitu plastik sekali pakai dengan persentase 84,28 % di Pantai Sendang Biru dan 90 % di Pelabuhan Pondokdadap. Hasil perhitungan CCI mengkategorikan Pantai Sendang Biru (32.32 ± 17.63) dan Pelabuhan Pondokdadap (48.60 ± 9.50) serta GI Pantai Sendang Biru (44.12 ± 19.52) dan Pelabuhan Pondokdadap (74.3 ± 20.28) termasuk ke dalam kategori sangat kotor, sehingga diperlukan tindakan pemulihan kawasan yang tercemar hingga kembali pada kondisinya semula, dan juga monitoring sampah secara berkelanjutan.

Kata kunci: Kelimpahan, Clean-Coast Index, General Index, Anorganik, Plastik, Antropogenik

ABSTRACT

The increase in population will lead to a rise in the volume of waste generated from anthropogenic activities. This study was conducted at Sendang Biru Beach and Pondokdadap Fishing Port in Malang Regency. The lack of information regarding marine litter characteristics as well as the cleanliness level of the coastal environment are the reasons why this research was carried out. This research aims to determine a more suitable marine litter management by identifying the types of marine litter, analyzing their abundance, and assessing the cleanliness level of the coastal areas based on the Clean-Coast Index (CCI) and General Index (GI). CCI is used to calculate beach cleanliness according to plastic litter only, while GI is used to calculate beach cleanliness according to all type of litter. Marine litter data collection was performed using 5 x 5 m transect quadrants in the beach and port areas. On-site identification of litter categories, including counting and weighing of the litter was conducted. Plastic waste emerged as the predominant category, accounting for 73.25% at Sendang Biru Beach and 68% at Pondokdadap Port. Within the plastic waste category, single-use plastics were the dominant sub-category, with a percentage of 84.28% at Sendang Biru Beach and 90% at Pondokdadap Port. The CCI Calculations categorized Sendang Biru Beach (32.32 ± 17.63) and Pondokdadap Port (48.60 ± 9.50) and GI of Sendang Biru (44.12 ± 19.52) and Pondokdadap Port (74.3 ± 20.28) as "very dirty", indicating the need for restoration measures to mitigate the contamination and restore the areas to their original conditions. Furthermore, continuous waste monitoring efforts are also necessary.

Keywords: Abundance, Clean-Coast Index, General Index, Anorganic, Plastic, Anthropogenic

Citation: Zahra, N.N.A., Dewanti, A.K., Dewanti, A.K, Yona, D., Aliviyanti, D., Dewi, C.S.U, dan Yamindago, A. (2024). Analisis Karakteristik Sampah Laut dan Tingkat Kebersihan di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Perikanan Pondokdadap, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Jurnal Ilmu Lingkungan, 22(4), 852-860, doi:10.14710/jil.22.4.852-860

1. PENDAHULUAN

Indonesia mengalami kenaikan jumlah penduduk pada tiap tahunnya. Hal ini juga diikuti oleh naiknya volume sampah yang dihasilkan oleh kegiatan antropogenik sehari-hari. Aktivitas manusia di daratan menjadi salah satu faktor utama dalam menghasilkan sampah (Yona *et al.*, 2019). Sampah laut menjadi ancaman global karena keberadaannya yang melimpah dan tetap (tidak dapat terurai), serta distribusinya yang luas dapat menimbulkan dampak terhadap seluruh organisme laut (Galloway & Lewis, 2016). Sampah laut dapat didefinisikan dengan segala material padat persisten yang dibuat dan diproses oleh manusia, yang secara sengaja maupun tidak sengaja terbuang di lingkungan laut dan pesisir (UNEP, 2009). Indonesia merupakan negara dengan populasi terbesar keempat di dunia dan menduduki peringkat kedua setelah China sebagai penyumbang sampah terbesar (Jambeck *et al.*, 2015).

Pantai memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai kawasan wisata yang memberikan dampak ekonomi terhadap masyarakat sekitar. Kelimpahan sampah di pantai menimbulkan dampak negatif dengan menurunkan kegiatan wisata dan ekonomi karena menghilangkan nilai estetika suatu pantai (Galgani, 2014). Salah satu kawasan di pesisir yang ramai akan aktivitasnya selain pantai adalah kawasan pelabuhan. Fungsi dari pelabuhan adalah sebagai sarana yang dapat melancarkan kegiatan distribusi barang yang dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi negara (Rijulvita *et al.*, 2023).

Lingkungan pesisir yang bersih tidak ditentukan berdasarkan banyaknya sampah yang terlihat, namun diukur secara objektif untuk menghindari bias. Kebersihan dari lingkungan pesisir dapat dinilai menggunakan indeks kebersihan seperti Clean-Coast Index (CCI) (Rangel-Buitrago *et al.*, 2019). Indeks ini bertujuan untuk menentukan kebersihan pesisir dan dapat digunakan sebagai indikator dalam mendeteksi pencemaran yang terjadi di kawasan pesisir tersebut (Alkalay *et al.*, 2007; Poluan *et al.*, 2023). CCI mengkategorikan pesisir ke dalam lima kategori yaitu: sangat bersih, bersih, moderat, kotor, dan sangat kotor. Alkalay, *et al.* (2007) hanya mengimplementasikan CCI berdasarkan sampah plastik yang ditemukan. Seiring berkembangnya waktu, telah banyak penelitian lain yang menggunakan CCI untuk menilai kebersihan suatu pesisir berdasarkan keberadaan seluruh kategori sampah (Asensio-Montesinos *et al.*, 2021; Bui *et al.*, 2022; Sibaja-Cordero & Gómez-Ramírez, 2022), maupun nilai CCI berdasarkan semua ukuran sampah, semua ukuran plastik, sampah makro dan sampah plastik makro (Yona *et al.*, 2023).

Pantai Sendang Biru merupakan pantai wisata yang dapat dijumpai berbagai macam aktivitas dan terletak di dekat Unit Pelaksana Teknis Pelabuhan Perikanan Pantai Pondokdadap yang menjadi tempat aktivitas ekonomi pelelangan ikan. Aktivitas antropogenik pada Pelabuhan Pondokdadap tergolong sangat padat dimana terdapat kegiatan perikanan juga pemukiman penduduk yang turut menghasilkan sampah (Isdianto *et al.*, 2021). Minimnya informasi mengenai sampah yang berada di kawasan Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Perikanan Pantai Pondokdadap menjadi alasan penelitian ini dilakukan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi komposisi dan kelimpahan sampah laut serta menilai tingkat kebersihan Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Perikanan Pantai Pondokdadap. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk mengembalikan kondisi kawasan Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Pondokdadap dari sampah, serta digunakan untuk melakukan pemantauan rutin untuk menjaga kondisi kawasan tetap bersih.

2. METODE PENELITIAN

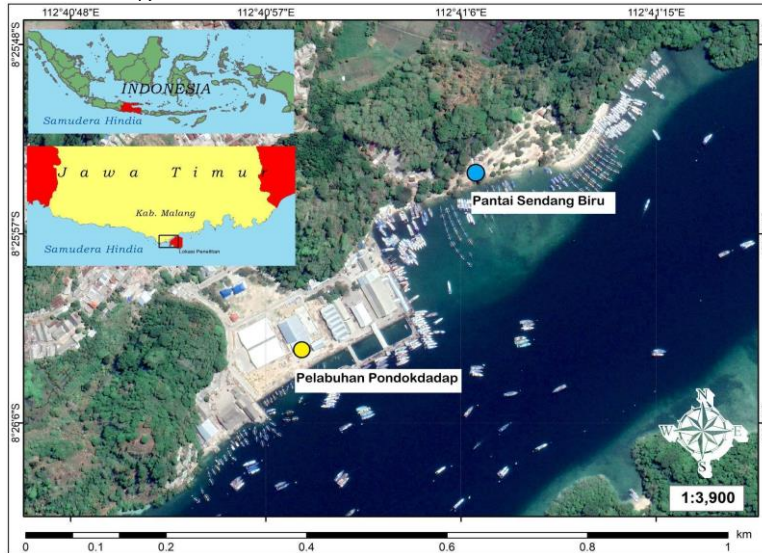
Penelitian ini dilakukan di Kawasan Pelabuhan Perikanan Pantai Pondokdadap dan Pantai Sendang Biru, Kabupaten Malang, Jawa Timur (Gambar 1). Pengambilan data dilakukan sebanyak empat kali dengan interval waktu 10 hari dari bulan November 2022 – Desember 2022.

2.1 Area Penelitian

Penelitian dilakukan di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Pondokdadap, Dusun Sendang Biru, Desa Tambakrejo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang.

Kawasan Pantai Sendang Biru merupakan daerah yang ramai dengan aktivitas nelayan dan juga aktivitas wisata. Area penelitian pada Pantai Sendang Biru terletak di kawasan foreshore, sehingga sampah yang dijumpai dapat berasal dari aktivitas antropogenik di darat maupun terbawa sungai hingga ke laut yang kemudian terdampar kembali ke daratan.

Pelabuhan Pondokdadap merupakan kawasan yang ramai dengan aktivitas perikanan, jual beli ikan, wisata, dan juga pemukiman. Pada kawasan pelabuhan, pengambilan sampel sampah dilakukan pada daerah perbatasan antara daratan dan perairan sehingga tidak terpengaruh secara langsung oleh perairan. Oleh karena itu, diasumsikan bahwa sampel sampah yang diambil merupakan sampah akibat aktivitas antropogenik yang berada di daratan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Perikanan Pantai Pondokdadap



Gambar 2. Pengambilan sampel sampah pada lokasi Pantai Sendang Biru (A) dan Pelabuhan Pondokdadap (B)

2.2 Metode Pengumpulan Data Sampah Laut

Metode pengambilan data sampah laut mengacu pada Buku Pedoman Pemantauan Sampah Laut oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang telah dimodifikasi. Kriteria penentuan lokasi segmen penelitian yaitu minimum sepanjang 100 m (KLHK, 2020). Pada area 100 m dibagi menjadi lima lajur yang masing-masing memiliki jarak 20 m. Pada setiap lajur diletakkan kotak transek yang memiliki ukuran 5 x 5 m sebagai fokus pengambilan sampel (Gambar 2 dan 3). Sampah laut diambil dengan pola mengular untuk memastikan seluruh sampah pada area penelitian telah terambil. Sampah yang telah dikumpulkan kemudian disortir berdasarkan kategori yang ditentukan oleh UNEP, (2009) yang telah dimodifikasi. Kategori-kategori sampah yang ditemukan yaitu plastik, kertas, karet, tekstil, kayu, logam, kaca, keramik, dan B3.

2.3 Analisis Data Sampah Laut Perhitungan Komposisi Sampah

Komposisi sampah dapat dihitung persentasenya dengan menghitung jumlah sampah pada setiap jenis

per keseluruhan sampah yang berada dalam transek sesuai dengan Rumus 1: (KLHK, 2020)

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

dimana x adalah jumlah sampah yang ditemukan di setiap plot.

Perhitungan Kelimpahan Sampah

Kelimpahan jenis sampah dapat dihitung dari jumlah sampah yang didapatkan per jenisnya per luasan kotak transek. Rumus dari kelimpahan yaitu satuan jumlah sampah per jenis m⁻² seperti pada Rumus 2 (KLHK, 2020).

$$\text{Kelimpahan (K)} = \frac{\text{Jumlah sampah per jenis}}{\text{Panjang (m) x Lebar (m)}} \dots\dots\dots(2)$$

Perhitungan kelimpahan berat sampah atau berat sampah m⁻² adalah total dari berat sampah per luasan transek.

$$\text{Massa (M)} = \frac{\text{Total berat sampah (g)}}{\text{Panjang (m) x Lebar (m)}} \dots\dots\dots(3)$$

Perhitungan Clean-Coast Index (CCI) dan General Index (GI)

Clean-Coast Index digunakan untuk mengetahui nilai kebersihan pesisir. Hasil dari nilai indeks CCI dikalikan dengan koefisien K = 20 agar nilai yang dihasilkan merupakan bilangan bulat. CCI digunakan untuk menghitung segala jenis plastik. Rumus untuk penilaian CCI didapatkan dari Alkalay, et al. (2007) sebagai berikut:

$$CCI = \frac{\text{Total sampah}}{\text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)}} \times K \dots\dots\dots(4)$$

Hasil dari nilai perhitungan CCI kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori indeks CCI

CCI	Kategori	Keterangan
0-2	Sangat Bersih	Tidak terlihat ada sampah laut
2-5	Bersih	Tidak terlihat ada sampah laut pada kawasan yang luas
5-10	Sedang	Terdapat beberapa sampah terlihat
10-20	Kotor	Banyak sampah pada kawasan
>20	Sangat Kotor	Pantai tertutupi oleh sampah plastik

Sumber: (Alkalay et al., 2007)

General Index (GI) digunakan pada penelitian ini dengan tujuan yang sama dengan indeks CCI, namun indeks ini berlaku untuk semua kategori sampah dan bukan hanya untuk sampah plastik saja (Marin et al., 2019).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

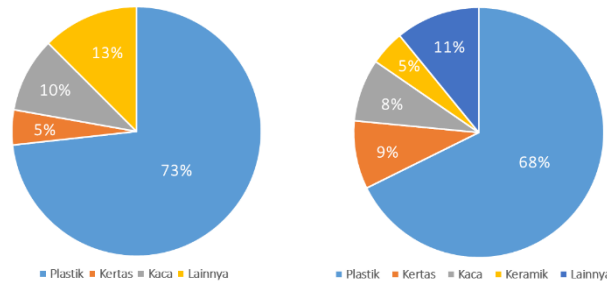
3.1. Komposisi Sampah Laut

Sejumlah 1.103 sampah laut ditemukan di Pantai Sendang Biru dan 2.024 sampah ditemukan di Pelabuhan Pondokdadap dengan sampah plastik

mendominasi di kedua lokasi penelitian. Grafik persentase sampah laut di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Pondokdadap disajikan pada Gambar 4. dimana persentase kategori sampah laut di Pantai Sendang Biru yaitu plastik (73,25 %), kaca (9,70 %), kertas (4,53 %), dan kategori lainnya dengan nilai kurang dari 3 % (karet 2,72 %, kayu 2,63 %, B3 2,45 %, tekstil 2,18%, logam 1,90%, dan keramik 0,63%). Sampah laut yang ditemukan di Pelabuhan Pondokdadap yaitu plastik (68%), kertas (9%), kaca (8%), keramik (5%), dan kategori lainnya yang memiliki nilai kurang dari 5% (logam 3%, B3 3%, karet 2%, kayu 2%, dan tekstil 1%). Kategori sampah laut yang umum ditemukan adalah plastik, kaca, logam, dan kertas sesuai dengan penelitian OSPAR (2007). Melimpahnya jumlah sampah plastik disebabkan oleh tingginya pemanfaatan plastik di masyarakat (Patuwo et al., 2020; Yona et al., 2020). Pemanfaatan plastik dijumpai sangat luas karena memiliki sifat yang kuat dan tidak mudah lapuk (Krisyanti et al., 2020; Mauludy et al., 2019; Tuahatu & Tuhumury, 2022). Sampah plastik yang ditemukan di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Pondokdadap terbagi menjadi jenis sampah plastik sekali pakai dan juga sampah daur ulang. Sampah plastik sekali pakai terdiri dari sampah sedotan, sampah kemasan (sachet, kemasan pasta, gigi, kemasan minyak, kemasan snack, dan lain-lain), plastik mika, plastik kresek dan juga plastik kiloan, styrofoam, puntung rokok, tali (tali rafia, jaring, senar pancing, dan lain-lain), serta kategori lainnya. Pada sampah yang dapat didaur ulang contohnya adalah sampah botol air minum dalam kemasan (AMDK), tutup botol yang berbahan plastik, gelas plastik, mainan anak-anak, botol tidak bening (HDPE), dan juga sampah plastik daur ulang lainnya.



Gambar 3. Ilustrasi pembuatan transek



Gambar 4. Grafik Komposisi Sampah Laut A) Pantai Sendang Biru; dan B) Pelabuhan Pondokdadap

Sampah plastik dijumpai mendominasi dengan sub-kategori terbesar yaitu plastik sekali pakai 84% di Pantai Sendang Biru dan hal serupa ditemukan di kawasan PPP Pondokdadap. Sampah plastik sekali pakai pada tiap stasiun bisa mencapai 90% dari semua total sampah plastik yang ditemukan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Putra *et al.*, (2021), bahwa Pantai Mamboro, Kota Palu Utara juga dimanfaatkan sebagai dermaga kapal nelayan dan sering terjadi aktivitas jual beli ikan, sehingga dapat meningkatkan keberadaan sampah botol plastik, plastik kresek, *styrofoam* dan kemasan *snack*.

Selain sampah plastik, jenis sampah lain yang ditemukan diantaranya kertas, kaca, keramik, dan lainnya. Aktivitas merokok sering dijumpai sehingga banyak ditemukan bungkus rokok di kedua lokasi penelitian. Bungkus rokok masuk pada dua kategori sampah laut yaitu kategori plastik dan kertas. Umumnya sampah rokok dihasilkan dari aktivitas wisatawan (Veiga *et al.*, 2016). Namun, kemasan rokok di Pantai Sendang Biru juga bisa berasal dari aktivitas nelayan saat memperbaiki perahu maupun saat sedang bersantai. Begitu juga dengan kemasan dan puntung rokok di Pelabuhan Pondokdadap umumnya berasal dari nelayan, pengunjung, maupun pedagang saat melakukan aktivitas jual beli ikan yang berada di kawasan pelabuhan.

Sampah botol kaca ditemukan di kedua lokasi penelitian, baik dalam bentuk utuh maupun pecahan. Selain sampah kaca, ditemukan juga sampah keramik mendominasi di Pelabuhan Pondokdadap. Sampah pecahan kaca dan keramik bersumber dari aktivitas pembangunan rumah masyarakat di sekitar Pelabuhan Pondokdadap dan Pantai Sendang Biru. Seperti penelitian serupa yang dilakukan oleh Sahami (2020) di Pantai Leato Utara, Kota Gorontalo yaitu kaca dan keramik ditemukan memiliki nilai komposisi dan kelimpahan tertinggi yang diduga berasal dari pemukiman dan pedagang. Keberadaan keramik lebih tinggi di Pelabuhan Pondokdadap dikarenakan lokasi pembangunan lebih di dekat dibandingkan dengan di Pantai Sendang Biru.

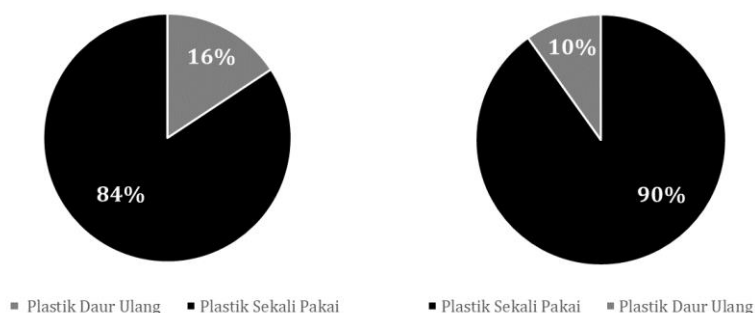
3.2. Kelimpahan Sampah Laut

Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Pondokdadap memiliki nilai kelimpahan jumlah sampah yang cukup

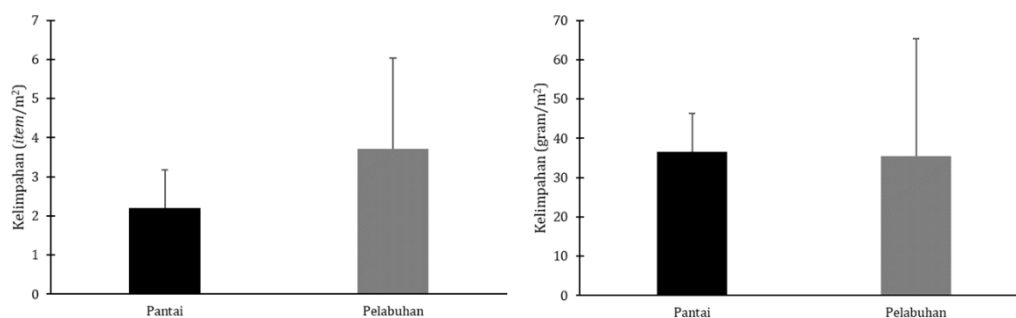
berbeda, namun pada kelimpahan berat memiliki hasil yang hampir sama. Kelimpahan rata-rata sampah laut berdasarkan jumlah pada Pantai Sendang Biru sebesar $2,21 \pm 0,98 \text{ item m}^{-2}$, sedangkan di Pelabuhan Pondokdadap sebesar $3,72 \pm 2,32 \text{ item m}^{-2}$. Berdasarkan beratnya, kelimpahan rata-rata sampah laut di Pantai Sendang Biru sebesar $36,60 \pm 9,70 \text{ gram m}^{-2}$ dan di Pelabuhan Pondokdadap sebesar $35,52 \pm 29,84 \text{ gram m}^{-2}$. Grafik kelimpahan sampah berdasarkan jumlah dan beratnya ada pada Gambar 6.

Perbedaan nilai kelimpahan sampah disebabkan oleh kondisi dari kedua lokasi dan sumber keberadaan sampah (Yona *et al.*, 2020). Jumlah sampah di Pelabuhan Pondokdadap ditemukan lebih tinggi dibandingkan Pantai Sendang Biru dan hal ini diduga karena aktivitas di pelabuhan yang lebih tinggi dibandingkan di wilayah pantai. Pelabuhan Pondokdadap merupakan area yang dijumpai aktivitas perikanan seperti pendaratan ikan, pemberangkatan kapal nelayan, dan aktivitas yang berkaitan dengan hasil tangkapan sebelum didistribusikan ke tempat selanjutnya (Marina *et al.*, 2014). Pada kawasan Pantai Sendang Biru terdapat aktivitas meliputi wisata, nelayan yang memperbaiki perahu, dan pedagang (Handartoputra *et al.*, 2015; Setyowati *et al.*, 2020). Menurut Hofer (2008) dalam upaya mendukung tersedianya protein bagi masyarakat, kegiatan perikanan juga dilakukan dengan semakin baik. Kegiatan perikanan juga meningkatkan jumlah sampah yang berada di perairan. Sampah dari kegiatan perikanan dapat berupa plastik, *styrofoam*, alat pancing, jaring, serta botol plastik (Lucas, 1992; Song *et al.*, 2022).

Hal berbeda ditemukan pada nilai kelimpahan sampah berdasarkan beratnya. Tingginya nilai kelimpahan berat di Pantai Sendang Biru disebabkan oleh ditemukannya sampah-sampah yang memiliki massa jenis tinggi lebih banyak dibandingkan di Pelabuhan Pondokdadap. Jenis sampah berat yang ditemukan adalah kayu, tekstil, keramik, dan kaca. Seperti yang diungkapkan oleh Suteja, *et al.* (2021) kaca dan kayu berkontribusi secara signifikan terhadap total keseluruhan berat sampah yang ditemukan di Pesisir Bali, meskipun nilai kelimpahan jumlahnya kecil.



Gambar 5. Grafik Persentase Sub-kategori Sampah Plastik A) Pantai Sendang Biru; B) Pelabuhan Pondokdadap



Gambar 6. Kelimpahan Sampah Laut Berdasarkan A) Jumlah; B) Berat

3.3. Indeks Kebersihan Pantai dan Pelabuhan Berdasarkan CCI dan GI

Kebersihan pesisir dapat ditentukan secara objektif menggunakan *Clean-Coast Index* (CCI). Nilai CCI yang didapatkan di Pantai Sendang Biru adalah $32,32 \pm 17,63$ dan nilai CCI yang didapatkan di Pelabuhan Pondokdadap yaitu $48,60 \pm 9,50$. Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Pondokdadap tergolong ke dalam kategori sangat kotor (CCI > 20). Begitu juga dengan nilai dari indeks GI, $44,12 \pm 19,52$ pada Pantai Sendang Biru dan $74,3 \pm 20,28$ di Pelabuhan Pondokdadap. Area penelitian yang masuk ke dalam kategori sangat kotor mengindikasikan banyaknya sampah laut pada kawasan tersebut (Alkalay *et al.*, 2007). Tingkat kebersihan pesisir dipengaruhi oleh tingginya jumlah kelimpahan sampah. Semakin tinggi nilai kelimpahan sampah akan menghasilkan nilai CCI dan GI yang semakin besar. Pada indeks CCI dan GI tidak terlihat perbedaan yang besar di antara hasil perhitungan hanya sampah plastik dan semua sampah di kedua lokasi penelitian.

Kelimpahan sampah di Pantai Sendang Biru yaitu $2,21 \pm 0,98$ item m⁻² sehingga menghasilkan nilai CCI yang besar. Begitu juga dengan Pelabuhan Pondokdadap menghasilkan nilai CCI dan GI yang besar karena dijumpai aktivitas antropogenik yang cukup tinggi. Rendahnya kesadaran masyarakat serta tidak adanya tempat pembuangan sampah yang memadai menyebabkan tingginya kelimpahan sampah di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Pondokdadap. Wisatawan dan nelayan kerap kali dijumpai membuang sampah sembarangan. Adanya pemukiman serta pelabuhan yang berada di Pantai Sendang Biru turut berkontribusi terhadap besarnya nilai CCI dan GI yang diperoleh. Nilai CCI dan

GI yang didapatkan di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Pondokdadap dibandingkan dengan beberapa penelitian di kawasan lainnya (Tabel 2).

Penilaian tingkat kebersihan pantai yang dilakukan oleh Poluan *et al.*, (2023) di Pantai Karang Ria Tuminting juga menunjukkan bahwa pantai tersebut termasuk ke dalam kategori sangat kotor dikarenakan area pantai banyak ditemukan limbah buangan yang dihasilkan oleh masyarakat sekitar maupun terbawa arus dari pulau-pulau di sekitar Manado dengan nilai kelimpahan yang diperoleh yaitu $1,98$ item m⁻². Kategori pantai sangat kotor juga diperoleh di Pantai Karibia oleh Rangel-Buitrago *et al.*, (2019) dengan nilai kelimpahan $5,11$ item m⁻² sebagian besar dihasilkan oleh aktivitas pembuangan limbah dan aktivitas wisatawan. Berbeda dengan penelitian oleh Suteja *et al.*, (2021) di Pesisir Bali menghasilkan nilai CCI yang tergolong moderat dikarenakan hanya sedikit sampah laut yang ditemukan (kelimpahan sampah $0,356 \pm 0,366$ item m⁻²). Hasil CCI yang didapat di Pantai dan Pelabuhan lebih kecil nilainya dari penelitian yang dilakukan di Teluk Ambon oleh Manullang *et al.*, (2021) dan di Laut Filipina Selatan oleh Esquinas *et al.*, (2020).

Penilaian tingkat kebersihan di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Pondokdadap menggunakan CCI dan GI menunjukkan hasil yang berbeda. Nilai CCI yang dihasilkan dari kedua lokasi tersebut lebih kecil dibandingkan nilai GI. Hasil perhitungan ini memiliki kesamaan dengan penelitian di Pesisir Tengah Barat India oleh (De *et al.*, 2023), di Pesisir Istanbul (Akarsu *et al.*, 2022), dan Pantai Timur Laut India (Mugilarasan *et al.*, 2021). Perbedaan besaran nilai kedua indeks dihasilkan dari perbedaan kategori sampah yang digunakan.

Tabel 2. Indeks kualitas pantai dan kelimpahan sampah Pelabuhan Perikanan Pondokdadap dan Pantai Sendang Biru dibandingkan dengan penelitian lain.

Lokasi	Luas Transek (m ²)	Kelimpahan (item m ⁻²)	Clean-Coast Index	General Index	Referensi
Sendang Biru, Kabupaten Malang	125 m ²	2,21±0,98	32,32±17,63	44,12 ± 19,52	Penelitian ini
Pelabuhan Pondokdadap	125 m ²	3,72 ± 2,32	48,60±9,50	74,3 ± 20,28	Penelitian ini
Bali	700 m ²	0,356 ± 0,366	7,13 ± 7,32	-	(Suteja <i>et al.</i> , 2021)
Pesisir Tengah-Barat India	840 m ²	8,5 ± 1,9	21,33 ± 1,36 – 445,5 ± 39	27,5 ± 1,89 – 537,5 ± 40,53	(De <i>et al.</i> , 2023)
Pesisir Istanbul, Turki	-	5,50 ± 4,46	0,9 – 45,83	42 – 212,8	(Akarsu <i>et al.</i> , 2022)
Pantai Timur Laut India	8500 m ²	0,98 ± 0,34	10,2 – 13,5	17,1 – 21,9	(Mugilarasan <i>et al.</i> , 2021)
Pantai Karang Ria Tuminting, Manado	200 m ²	1,98	39,5	-	(Poluan <i>et al.</i> , 2023)
Teluk Ambon	125 m ²	18,87	474,57	-	(Manullang <i>et al.</i> , 2021)
Laut Filipina Selatan	12 m ²	4,25	85	-	(Esquinas <i>et al.</i> , 2020)
Pantai Cox's Bazar di Teluk Benggala, Bangladesh	1.000m ²	2,63±0.06	52,50 ± 1,12	-	Rakib <i>et al.</i> , (2022)

Clean-Coast Index (CCI) merupakan indikator kebersihan yang telah terbukti efektif dalam menilai kebersihan pantai, namun CCI memiliki kelemahan karena hanya menilai kebersihan pantai berdasarkan jumlah sampah yang ditemukan. Indikator penilaian CCI dapat dikembangkan kembali dengan pendekatan yang lebih komprehensif yaitu mempertimbangkan berat dan volume dari sampah laut. Pengukuran ini dapat menerapkan sistem penilaian pembobotan dengan memberikan bobot berbeda pada volume atau berat sampah laut. Sampah laut dengan volume atau berat yang lebih besar akan diberi bobot nilai tinggi, sebaliknya sampah dengan volume atau berat yang kecil akan diberi bobot nilai yang lebih rendah. Pendekatan ini akan menggambarkan kondisi kebersihan pantai dengan lebih akurat.

4. KESIMPULAN

Jenis sampah laut yang dominan berada di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Perikanan Pondokdadap adalah kategori plastik dengan sampah yang paling banyak ditemukan adalah sampah plastik sekali pakai. Sampah-sampah tersebut berasal dari aktivitas antropogenik yang berada di kedua kawasan seperti aktivitas memancing nelayan, jual beli, wisata dan rekreasi, serta aktivitas rumah tangga. Kelimpahan sampah lebih banyak ditemukan pada kawasan yang banyak aktivitas masyarakatnya seperti tempat bertambat kapal dan pemukiman penduduk. Kualitas kebersihan Pantai Sendang Biru dan PPP Pondokdadap berdasarkan nilai CCI dan GI termasuk ke dalam kategori "Sangat Kotor". Hasil dari penilaian indeks kebersihan dapat digunakan sebagai acuan dalam penanganan sampah laut di kedua kawasan secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada UPT Pelabuhan Perikanan Pondokdadap dan Pengelola Pantai Sendang Biru yang telah mengizinkan untuk pengambilan data sampah laut serta Hibah Tim Dosen Berkarya Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Brawijaya Tahun 2022 yang mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkalay, R., Pasternak, G., & Zask, A. (2007). Clean-coast index—A new approach for beach cleanliness assessment. *Ocean & Coastal Management*, 50(5–6), 352–362. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2006.10.002>
- Asensio-Montesinos, F., Anfuso, G., Aguilar-Torrel, M. T., & Oliva Ramírez, M. (2021). Abundance and Temporal Distribution of Beach Litter on the Coast of Ceuta (North Africa, Gibraltar Strait). *Water*, 13(2739), 1–24. <https://doi.org/10.3390/w13192739>
- Bui, T.-K. L., Pham, Q.-K., Doan, N.-T., Nguyen, T.-B., Nguyen, V.-N., Phuong Nguyen, K. L., Nguyen, H. H., & Nguyen, H. Q. (2022). Marine litter pollution along sandy beaches of Can Gio coast, Ho Chi Minh City, Vietnam. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 964(1), 012017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/964/1/012017>
- De, K., Sautya, S., Dora, G. U., Gaikwad, S., Katke, D., & Salvi, A. (2023). Mangroves in the "Plasticene": High exposure of coastal mangroves to anthropogenic litter pollution along the Central-West coast of India. *Science of The Total Environment*, 858, 160071. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160071>
- Esquinas, G. G. M. S., Mantala, A. P., Atilano, M. G., Apugan, R. P., & Galarpe, V. R. K. R. (2020). Physical characterization of litter and microplastic along the urban coast of Cagayan de Oro in Macajalar Bay, Philippines. *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111083. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111083>
- Galgani, F. (2014). Distribution, composition and abundance of marine litter in the Mediterranean and Black Seas. *CIESM Workshop Monograph*, 46, 23–30.
- Galloway, T. S., & Lewis, C. N. (2016). Marine microplastics spell big problems for future generations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(9), 2331–2333. <https://doi.org/10.1073/pnas.1600715113>
- Handartoputra, A., Purwanti, F., & Hendarto, B. (2015). Penilaian kerentanan pantai di Sendang Biru Kabupaten Malang Terhadap variabel oceanografi berdasarkan metode cvi (coastal vulnerability index). *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 4(1), 91–97.
- Hofer, T. N. (2008). *Marine Pollution: New Research*. Nova Publishers.

- Isdianto, A., Haykal, M. F., Putri, B. M., Adibah, F., Marhaendra, Q. N. I., Fadhilah, R. K., & Prasetyo, K. A. A. (2021). Monitoring terumbu karang di sekitar Stasiun Rumah Apung CMC di Perairan Sempu bulan Agustus 2022. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan. Hari Ikan Nasional (HARKANNAS) Tahun 2021*.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- KLHK. (2020). *Pedoman Pemantauan Sampah Laut: Sampah Pantai, Sampah Mengapung, dan Sampah Dasar Laut* (2nd ed.). KLHK.
- Krisyanti, K., Priliantini, A., & Situmeang, I. V. (2020). Pengaruh Kampanye #PantangPlastik terhadap Sikap Ramah Lingkungan (Survei pada Pengikut Instagram @GreenpeaceID)DOI: 10.31504/komunika.v9i1.2387. *Jurnal Komunikasi : Jurnal Komunikasi, Media dan Informatika*, 9(1), 40. <https://doi.org/10.31504/komunika.v9i1.2387>
- Lucas, Z. (1992). Monitoring persistent litter in the marine environment on Sable Island, Nova Scotia. *Marine Pollution Bulletin*, 24(4), 192–199. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(92\)90529-F](https://doi.org/10.1016/0025-326X(92)90529-F)
- Manullang, C. Y., Barends, W., Polnaya, D., Soamole, A., & Rehalat, I. (2021). Marine litter and grading of the Coastal Areas of Ambon Bay, Indonesia. *Omni-Akuatika*, 17(2), 70. <https://doi.org/10.20884/1.oa.2021.17.1.903>
- Marin, C. B., Niero, H., Zinnke, I., Pellizzetti, M. A., Santos, P. H., Rudolf, A. C., Beltrão, M., Waltrick, D. de S., & Polette, M. (2019). Marine debris and pollution indexes on the beaches of Santa Catarina State, Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 31, 100771. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100771>
- Marina, A., Pamungkas, S. T., & Asikin, D. (2014). Pola Spasial Fasilitas Pelabuhan Perikanan Pantai Pondokdadap Sendang Biru Malang. *Jurnal Mahasiswa Departemen Arsitektur*, 2(2), 1–15.
- Mauludy, M. S., Yunanto, A., & Yona, D. (2019). Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), 73. <https://doi.org/10.22146/jfs.45871>
- Mugilarasan, M., Karthik, R., Purvaja, R., Robin, R. S., Subbareddy, B., Hariharan, G., Rohan, S., Jinoj, T. P. S., Anandavelu, I., Pugalenti, P., & Ramesh, R. (2021). Spatiotemporal variations in anthropogenic marine litter pollution along the northeast beaches of India. *Environmental Pollution*, 280, 116954. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116954>
- OSPAR, C. (2007). *OSPAR Pilot Project on Monitoring Marine Beach Litter. Monitoring of marine litter in the OSPAR region*. OSPAR Publication, 386.
- Poluan, T. I. A., Sangari, J. R. R., Tilaar, F. F., Lumingas, L. J. L., Pelle, W. E., & Lasabuda, R. (2023). Identifikasi jenis sampah laut dengan fokus kajian indeks kebersihan pantai di Pantai Karang Ria Tuminting. 11.
- Putra, A. E., Sulistiawati, D., Safir, M., Mansyur, K., Rizal, A., & Serdiati, N. (2021). Trends in composition and density of marine litters on the Mamboro Beach. *Journal of Physics: Conference Series*, 1763(1), 012074. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1763/1/012074>
- Rakib, Md. R. J., Ertaş, A., Walker, T. R., Rule, M. J., Khandaker, M. U., & Idris, A. M. (2022). Macro marine litter survey of sandy beaches along the Cox's Bazar Coast of Bay of Bengal, Bangladesh: Land-based sources of solid litter pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 174, 113246. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113246>
- Rangel-Buitrago, N., Mendoza, A. V., Mantilla-Barbosa, E., Arroyo-Olarte, H., Arana, V. A., Trilleras, J., Gracia C, A., Neal, W. J., & Williams, A. T. (2021). Plastic pollution on the Colombian central Caribbean beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 162, 111837. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111837>
- Rangel-Buitrago, N., Vergara-Cortés, H., Barria-Herrera, J., Contreras-López, M., & Agredano, R. (2019). Marine debris occurrence along Las Salinas beach, Viña Del Mar (Chile): Magnitudes, impacts and management. *Ocean & Coastal Management*, 178, 104842. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104842>
- Rijulvita, S., Thamrin, Suprayogi, I., & Edyanus. (2023). Strategi pengelolaan sampah pelabuhan berkelanjutan (Ecoport) di Pelabuhan. *Jurnal Medika Utama*, 04(02), 3199–3207.
- Sahami, F. M. (2020). Komposisi dan kepadatan sampah di Pantai Leato Utara, Kota Gorontalo. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3), 352–356.
- Setyowati, L., Sukowiyono, G., & Susanti, D. B. (2020). Pengembangan fasilitas ekowisata bahari Pantai Sendang Biru Malang Selatan tema: arsitektur ekologi. *Jurnal PENGILON*, 4(2), 135–148.
- Sibaja-Cordero, J. A., & Gómez-Ramírez, E. H. (2022). Marine litter on sandy beaches with different human uses and waste management along the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Marine Pollution Bulletin*, 175(113392), 1–16.
- Song, J.-S., Lee, Y.-W., Han, Y.-S., & Park, Y.-K. (2022). Management status and policy direction of submerged marine debris for improvement of port environment in Korea. *Open Geosciences*, 14(1), 443–452. <https://doi.org/10.1515/geo-2022-0368>
- Suteja, Y., Atmadipoera, A. S., Riani, E., Nurjaya, I. W., Nugroho, D., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113026>
- Tuahatu, J. W., & Tuhumury, N. C. (2022). Sampah laut yang terdampar di pesisir Pantai Hative Besar pada musim peralihan 1. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 18(1), 47–54. <https://doi.org/10.30598/TRITONvol18issue1page47-54>
- UNEP. (2009). *Guidelines on survey and monitoring of marine litter*. United Nations Environment Programme, Regional Seas Programme ; Intergovernmental Oceanographic Commission, Integrated Coastal Area Management and Regional Programme.
- Veiga, J. M., Fleet, D., Kinsey, S., Nilsson, P., & Vlachogianni, T. (2016). Identifying sources of marine litter. <https://doi.org/10.2788/018068>
- Yona, D., Di Prikah, F. A., & As'adi, M. A. (2020). Identifikasi dan perbandingan kelimpahan sampah plastik berdasarkan ukuran pada sedimen di beberapa pantai Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu*

- Zahra, N.N.A., Dewanti, A.K., Dewanti, A.K, Yona, D., Aliviyanti, D., Dewi, C.S.U, dan Yamindago, A. (2024). Analisis Karakteristik Sampah Laut dan Tingkat Kebersihan di Pantai Sendang Biru dan Pelabuhan Perikanan Pondokdadap, Kabupaten Malang, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 852-860, doi:10.14710/jil.22.4.852-860
- Lingkungan, 18(2), 375-383.
<https://doi.org/10.14710/jil.18.2.375-383>
- Yona, D., Nooraini, P., Putri, S. E. N., Sari, S. H. J., Lestariadi, R. A., & Amirudin, A. (2023). Spatial distribution and composition of marine litter on sandy beaches along the Indian Ocean coastline in the south Java region, Indonesia. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1220650. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1220650>
- Yona, D., Sari, S. H. J., & Sulkhani, E. (2019). Alat penjebak sampah pada ekowisata dan konservasi mangrove center, Kabupaten Gresik. *JURNAL PURUHITA*, 1(1).