

Tren Temporal Karakteristik Sampah Laut Makro dan Meso (2019–2022) di Kepesisiran Bantul - Yogyakarta: Dasar Kebijakan Pengelolaan Lingkungan Kepesisiran

Bachtiar W. Mutaqin^{1*}

¹Coastal and Watershed Research Group, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 55281 Indonesia; e-mail: mutaqin@ugm.ac.id

ABSTRAK

Sampah laut merupakan ancaman ekologis dan sosio-ekonomi yang mendesak secara global, tidak terkecuali di wilayah pesisir Indonesia, seperti di Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan mendesak untuk memahami karakteristik dan tren temporal sampah laut di wilayah ini sebagai basis kebijakan mitigasi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik dan menganalisis tren kepadatan sampah laut berukuran makro (2,5 cm - 1 m) dan meso (0,5 - 2,5 cm) di Pantai Baru dan Pantai Depok, Bantul. Kontribusi ilmiah utama dari studi ini adalah penyediaan data pemantauan berkala jangka panjang, dari tahun 2019 hingga 2022, yang spesifik berdasarkan ukuran dan musim, yaitu musim barat hingga awal peralihan I dan musim timur hingga awal peralihan II, yang masih jarang dilakukan di pesisir selatan Jawa. Metode pelaksanaan pemantauan sampah laut di Kabupaten Bantul dilaksanakan menggunakan metode transek. Hasil analisis menunjukkan berbagai jenis sampah, termasuk plastik, kaca dan keramik, kayu, busa plastik, karet, kardus dan kertas, logam, dan bahan lainnya. Kepadatan sampah bervariasi signifikan dari 0 hingga 18 buah per meter persegi tiap tahunnya. Hanya sampah jenis plastik, busa plastik, dan bahan lainnya yang teridentifikasi memiliki kepadatan lebih dari satu buah per meter persegi, baik ukuran makro maupun meso. Secara umum, jenis sampah lain memiliki kepadatan kurang dari satu buah per meter persegi. Temuan paling signifikan adalah adanya peningkatan jumlah sampah plastik yang substansial, baik dari kepadatan berat maupun jumlah sampah. Temuan ini menegaskan bahwa plastik adalah kontributor dominan dan memerlukan perhatian khusus. Oleh karena itu, studi ini memberikan data dasar yang kuat untuk merumuskan kebijakan atau intervensi manajerial yang terfokus dan berkelanjutan guna mengurangi dampak negatif sampah plastik di wilayah kepesisiran Bantul.

Kata kunci: sampah laut makro, sampah laut meso, kepadatan sampah laut, Pantai Baru, Pantai Depok

ABSTRACT

Marine debris is a pressing ecological and socio-economic threat globally, including in coastal areas of Indonesia, such as Bantul Regency, Yogyakarta. The urgency of this research lies in the urgent need to understand the characteristics and temporal trends of marine debris in this region as a basis for mitigation policies. This study aims to determine the characteristics and analyze the density trends of macro-sized (2.5 cm - 1 m) and meso-sized (0.5 - 2.5 cm) marine debris at Baru Beach and Depok Beach, Bantul. The main scientific contribution of this study is the provision of long-term periodic monitoring data, covering the years 2019 to 2022, which are specific to size and season; the study includes data from the west season until the beginning of transition I and from the east season until the beginning of transition II, a type of research that is still rarely conducted on the south coast of Java. The methodology for implementing marine debris monitoring in Bantul Regency was carried out using a transect method. The analysis results showed various types of debris, including plastic, glass and ceramics, wood, plastic foam, rubber, cardboard and paper, metal, and other materials. The density of debris varies significantly from 0 to 18 pieces per square meter each year. Only plastic, foam, and other materials were identified as having a density of more than one piece per square meter, both macro- and meso-sized. In general, other types of debris had densities less than one piece per square meter. The most significant finding was a substantial increase in the amount of plastic waste, both in terms of weight density and quantity. This finding confirms that plastic is a dominant contributor and requires special attention. Therefore, this study provides a strong baseline for formulating focused and sustainable policies or managerial interventions to mitigate the negative impacts of plastic waste in the Bantul coastal area.

Keywords: macro size marine debris, meso size marine debris, marine debris density, Baru Beach, Depok Beach

Citation: Mutaqin, B.W. (2025). Tren Temporal Karakteristik Sampah Laut Makro dan Meso (2019–2022) di Kepesisiran Bantul - Yogyakarta: Dasar Kebijakan Pengelolaan Lingkungan Kepesisiran. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(6), 1538-1548, doi:10.14710/jil.23.6.1538-1548

1. PENDAHULUAN

Laut memiliki peranan yang sangat penting dan vital bagi kehidupan. Di samping sebagai habitat biota laut, manusia memanfaatkan sumber daya laut baik yang berada di dalam maupun di atas permukaan perairan laut (Mutaqin *dkk.*, 2020a; 2020b; 2020c; Mutaqin, 2020). Namun, tingkat populasi manusia yang meningkat seiring berjalananya waktu mengakibatkan dampak pencemaran yang cukup serius dan memengaruhi wilayah kepesisiran dan lautan (Isnain dan Mutaqin, 2023; Isnaini dan Mutaqin, 2025; Putri dan Mutaqin, 2025). Pasalnya, menurut Small dan Nicholas (2003), 33% dari jumlah populasi manusia di dunia memiliki aktivitas dan tinggal di wilayah kepesisiran. Aktivitas manusia di wilayah kepesisiran menghasilkan banyak sampah dan jumlahnya secara global terus meningkat (Topcu *dkk.*, 2013; Maximenko *dkk.*, 2017; Mutaqin *dkk.*, 2020b; Isnain dan Mutaqin, 2023; Isnaini dan Mutaqin, 2025; Putri dan Mutaqin, 2025).

Sampah lautan yang berasal dari kegiatan manusia menjadi salah satu permasalahan global yang menjadi fokus perhatian *United Nation Environment Assembly* (Maximenko *dkk.*, 2017; Mutaqin *dkk.*, 2020b; Putri dan Mutaqin, 2025). Sebagian besar dari sampah lautan ini merupakan sampah plastik dan mikroplastik yang tidak dapat terurai dalam waktu yang lama, bersifat persisten dan menyebabkan kontaminasi jangka panjang pada biota laut dan rantai makanan (Reisser *dkk.*, 2013; Maximenko *dkk.*, 2017). Mikroplastik adalah fragmen plastik kecil yang berukuran kurang dari <5 mm yang masuk ke dalam lautan dan mencemari biota laut yang menjadi konsumsi manusia. Sampah ini masuk ke dalam laut melalui aliran sungai dan beberapa melalui kejadian bencana seperti tsunami (Maximenko *dkk.*, 2017; Putra *dkk.*, 2026). Polusi sampah laut ini banyak dikontribusikan oleh negara-negara Asia, termasuk Indonesia dengan, misalnya, Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu dan DAS Progo yang termasuk dalam 20 besar sungai di dunia yang berkontribusi dalam polusi plastik sampah laut (Lebreton *dkk.*, 2017).

Indonesia merupakan kontributor signifikan dalam krisis ini, menduduki peringkat kedua terbesar penghasil sampah plastik di dunia akibat pengelolaan sampah yang masih buruk dengan hanya 5% kegiatan pengurangan sampah (Jambeck *dkk.*, 2015; Purwaningrum, 2016). Selain itu, banyak sungai di Indonesia yang tercemar sampah sebagai akibat kurangnya kesadaran masyarakat dan juga diakibatkan oleh banyaknya penduduk yang tinggal dan beraktifitas di bantaran sungai (Indrawati, 2011). Sejak tahun 2018, Pemerintah Indonesia telah merespons krisis ini dengan mengeluarkan Rencana Aksi Nasional (RAN) Penanganan Sampah Laut melalui Peraturan Presiden (Perpres) No. 83 tahun 2018 sebagai salah satu kebijakan nasional penanganan sampah laut (Wahid dan Mutaqin, 2024; Hibatullah dan Mutaqin, 2024). Dokumen RAN tersebut digunakan sebagai peta jalan dalam mengatasi sampah laut, utamanya jenis plastik. Pada

tahun 2025, ditetapkan target-target penurunan jumlah sampah laut sebesar 70% (Perpres No. 83 tahun 2018).

Selain itu, Undang Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang kemudian diubah dengan PERPU No. 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja, mengamanatkan bahwa perencanaan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dilaksanakan melalui tahapan inventarisasi lingkungan hidup. Hasil inventarisasi digunakan sebagai data dasar untuk pengelolaan lingkungan sehingga kualitas lingkungan hidup bisa terjaga bahkan dapat ditingkatkan ke arah yang lebih baik. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Pasal 261 Ayat 1 disebutkan bahwa Menteri, Gubernur, atau Bupati/Walikota sesuai dengan kewenangannya melakukan pencegahan sampah laut.

Oleh karena itu, perlu adanya pemantauan terhadap sampah yang terbawa sampai laut, lalu endapan dari sampah tersebut ke wilayah kepesisiran perlu dimodelkan untuk mengetahui lokasi pantai yang terdampak oleh sebaran sampah laut ini untuk mitigasi kerusakan lingkungan, pencemaran biota laut dan flora kepesisiran, serta perencanaan kebersihan lingkungan kepesisiran untuk mendukung pariwisata.

Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, yang terletak di pesisir selatan Jawa, merupakan wilayah yang krusial karena secara hidrologis menerima limpasan dari sungai-sungai utama, menjadikannya studi kasus ideal untuk menilai dampak polusi sampah laut yang berasal dari darat (*land-based*) dan efektivitas intervensi pengelolaan sampah dari hulu ke hilir. Data inventarisasi sampah laut di Bantul sangat mendesak untuk mendukung perencanaan kebersihan lingkungan dan pariwisata, memitigasi kerusakan lingkungan dan pencemaran biota, dan menyediakan basis data aktual guna mencapai target RAN 2025.

Meskipun terdapat beberapa studi tentang sampah laut di pesisir selatan Jawa (Isnain dan Mutaqin, 2023; Wahid dan Mutaqin, 2024; Hibatullah dan Mutaqin, 2024; Isnaini dan Mutaqin, 2025; Putri dan Mutaqin, 2025), riset gap yang menonjol adalah kurangnya data pemantauan periodik jangka panjang dan kebanyakan studi masih bersifat *snapshot* atau survei sesaat, sehingga gagal menangkap tren temporal dan musiman, misalnya, pengaruh musim barat dan timur, yang sangat memengaruhi deposisi sampah di pesisir selatan Jawa. Selain itu, studi-studi sebelumnya seringkali hanya berfokus pada sampah laut berukuran makro saja dan analisis komprehensif yang melibatkan sampah laut makro (2,5 cm – 1 m) dan meso (0,5 – 2,5 cm) secara simultan masih terbatas.

Kontribusi ilmiah atau *novelty* dari studi ini adalah penyediaan data sampah laut berdasarkan hasil pemantauan musiman dan tahunan yang terperinci dari tahun 2019 hingga 2022 di dua lokasi spesifik, yaitu Pantai Baru dan Pantai Depok. Data sampah laut

jangka panjang ini memungkinkan peneliti untuk menganalisis tren kepadatan sampah laut yang mendasar dan konsisten, khususnya peningkatan sampah plastik, yang sangat dibutuhkan sebagai landasan rekomendasi kebijakan yang lebih fokus dan berkelanjutan.

Berdasarkan riset gap dan urgensi tersebut, penelitian ini memiliki dua tujuan utama, yaitu menganalisis karakteristik spasial dan komposisi sampah laut ukuran makro (2,5 cm - 1 m) dan meso (0,5 - 2,5 cm) di Pantai Baru dan Pantai Depok, Kabupaten Bantul; serta mengidentifikasi tren kepadatan temporal dan musiman (2019–2022) dari setiap jenis sampah laut, khususnya sampah plastik, di lokasi studi. Hasil analisis tren kepadatan sampah laut di Bantul ini akan dijadikan sebagai informasi dasar yang kredibel untuk perumusan rekomendasi kebijakan dan intervensi manajerial dalam penanganan pencemaran dan kerusakan di wilayah kepesisiran Bantul, sekaligus mendukung upaya nasional mencapai target RAN 2025.

2. METODE PENELITIAN

Pengukuran dan identifikasi karakteristik sampah laut ukuran 2,5 cm - 1 m (makro) dan 0,5 - 2,5 cm (meso) dilaksanakan di dua lokasi di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu di Pantai Baru yang berlokasi di Dusun Ngentak, Desa Poncosari, Kecamatan Srandan dan di Pantai Depok, Dusun Depok, Desa Parangtritis, Kecamatan Kretek (Gambar 1).

Pemilihan kedua lokasi tersebut didasarkan pada pertimbangan representativitas sumber input sampah laut dan aktivitas manusia yang dominan di pesisir Bantul. Pantai Baru secara geografis terletak

dekat dengan muara Sungai Progo. Lokasi ini sangat rentan terhadap limpasan sampah yang berasal dari aktivitas hulu (*land-based*) dan memiliki orientasi wisata, sehingga dapat mewakili lokasi dengan input sampah domestik dan wisata (Lebreton dkk., 2017; Mutaqin, 2017; Isnain dan Mutaqin, 2023). Selanjutnya, Pantai Depok terletak dekat dengan muara Sungai Opak dan merupakan pusat aktivitas perikanan dan kuliner, mewakili daerah dengan potensi input sampah *land-based* yang dibawa oleh sungai dan sampah *sea-based* dari kegiatan perikanan di sekitar Pantai Depok. Kegiatan pemantauan sampah laut dilaksanakan secara periodik dari tahun 2019 hingga 2022.

Kegiatan pemantauan sampah laut dilakukan dari 2019 hingga 2022 dengan 2 kali pengukuran untuk masing-masing tahun, yaitu saat musim barat hingga awal peralihan I dan musim timur hingga awal peralihan II. Frekuensi ini dijustifikasi secara ilmiah untuk menangkap variabilitas musiman atau temporal yang ekstrem pada pola deposisi sampah di pantai selatan Jawa yang dipengaruhi monsun (Mutaqin dan Ningsih, 2023; Ningsih dan Mutaqin, 2024). Pengamatan pada Periode 1, yaitu musim barat-awal peralihan I dilaksanakan pada akhir tahun hingga awal tahun. Pola angin dan arus laut pada periode ini cenderung membawa akumulasi sampah yang tinggi dari arah barat/barat daya (Isnain dan Mutaqin, 2023; Wahid dan Mutaqin, 2024; Hibatullah dan Mutaqin, 2024). Periode 2 (musim timur-awal peralihan II dilaksanakan pada pertengahan tahun. Pola arus dan angin yang berbeda dapat memengaruhi jenis dan jumlah deposisi sampah yang diendapkan di pesisir (Isnain dan Mutaqin, 2023; Wahid dan Mutaqin, 2024; Hibatullah dan Mutaqin, 2024).



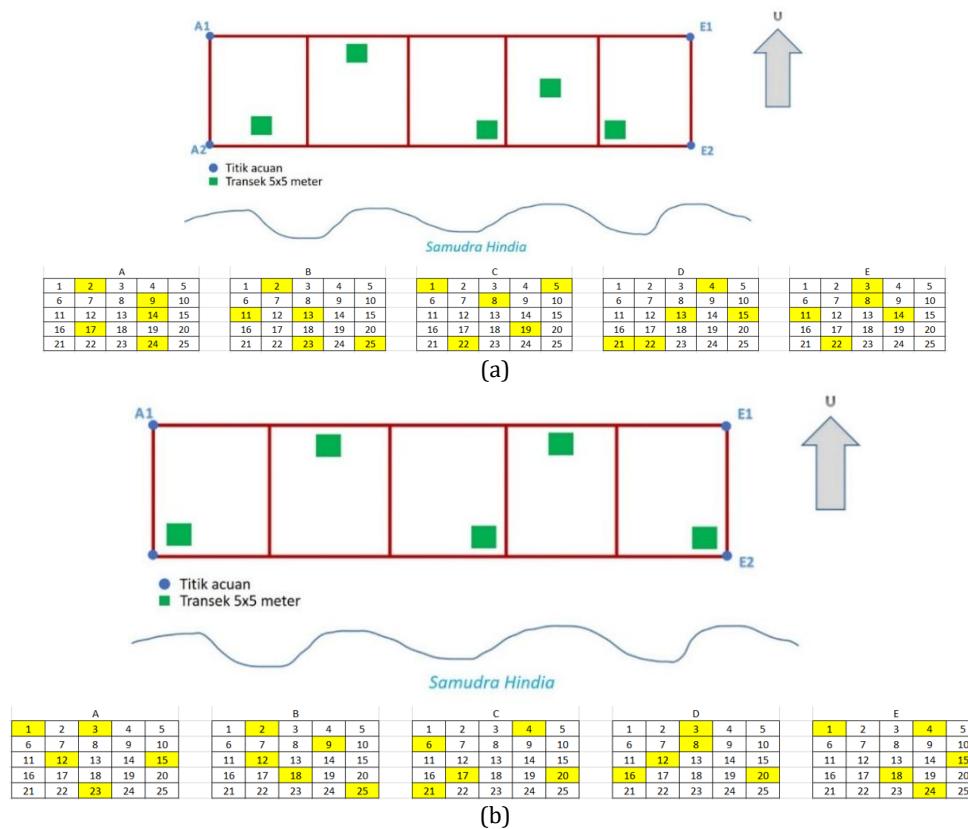
Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel di Pantai Baru dan Pantai Depok, Kabupaten Bantul Yogyakarta

Metode pelaksanaan pemantauan sampah laut di Kabupaten Bantul dilaksanakan sesuai dengan pedoman Surat Edaran Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 9 tahun 2020 tentang Pedoman Pemantauan Sampah Laut (Isnain dan Mutaqin, 2023; Wahid dan Mutaqin, 2024; Gambar 2 dan 3). Metode yang digunakan adalah metode transek (Gambar 2). Kotak transek berukuran 100 meter ditempatkan sejajar dengan garis pantai dengan lebar transek mengikuti batas pantai ke arah darat, dalam studi ini, lebar pantai mencapai 25-30 meter. Transek tersebut kemudian dibagi menjadi 5 lajur, dengan masing-masing lajur berjarak 20 meter. Di dalam masing-masing lajur 20 meter, tempatkan kotak sub transek dengan ukuran 5x5 meter pada lokasi yang dianggap dapat merepresentasikan kondisi sampah laut di lokasi tersebut. Siapkan pula kotak sub sub transek dengan ukuran 1x1 meter yang disertai dengan penomoran di dalam setiap kotak sub transek ukuran 5x5 meter sehingga terdapat 25 kotak dalam setiap lajur 20 m (Gambar 2).

Sampel sampah laut makro (2,5 cm – 1 m) dikumpulkan dari tiap-tiap sub transek dengan ukuran 5x5 meter, sedangkan sampel sampah laut meso (0,5 – 2,5 cm) dikumpulkan dari 5 kotak sub sub transek berukuran 1x1 meter yang dipilih secara acak (Gambar 2). Pengumpulan sampah laut makro dan meso dilakukan dengan mengambil material substrat/pasir dari permukaan hingga kedalaman 5 cm yang kemudian dipisahkan menggunakan saringan berukuran makro dan meso (Gambar 3).

Semua sampel sampah laut yang terkumpul diklasifikasikan berdasarkan kategori jenis material (plastik, kaca dan keramik, kayu, busa plastik, karet, kardus dan kertas, logam, dan bahan lainnya), kemudian ditimbang beratnya (gram) dan dihitung jumlahnya.

Data lapangan diolah untuk mendapatkan metrik kepadatan sampah laut, dihitung untuk setiap kategori jenis material dan ukuran (makro/meso). Kepadatan dinyatakan dalam kepadatan jumlah, yang diperoleh dari jumlah item per satuan luas, dan kepadatan berat, yang diperoleh melalui perhitungan berat sampah laut per satuan luas. Analisis data dilakukan menggunakan statistik deskriptif yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mencapai tujuan penelitian. Perhitungan persentase jenis material sampah laut dilakukan untuk mendeskripsikan komposisi dominan di lokasi kajian. Kepadatan rata-rata (*mean*) sampah laut disajikan dan dibandingkan secara deskriptif antara Pantai Baru dan Pantai Depok untuk menunjukkan perbedaan akumulasi antar lokasi. Kepadatan rata-rata sampah laut juga dihitung dan disajikan berdasarkan periode sampling (musiman) dan tahunan (2019 hingga 2022). Penyajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan secara eksplisit tren peningkatan atau penurunan kepadatan sampah laut, yang merupakan fokus utama dalam penentuan isu kebijakan di lokasi kajian. Seluruh data diolah dan disajikan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel.



Gambar 2. Ilustrasi Sketsa Lokasi Pengambilan Sampel di (a) Pantai Baru dan (b) Pantai Depok. Kotak Hijau Adalah Lokasi Transek untuk Pengambilan Sampel Sampah Laut Ukuran Makro, Sedangkan Kotak Warna Kuning Adalah Lokasi Pengambilan Sampel Sampah Laut Ukuran Meso



Gambar 3. (a) Persiapan Transek dan Pengambilan Sampel Sampah di Pantai Depok; dan (b) Pemisahan Material Pasir dan Sampel Sampah Menggunakan Saringan di Pantai Depok

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Sampah Makro dan Meso

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan di dua lokasi pengambilan sampel, yaitu Pantai Baru dan Pantai Depok, dari tahun 2019 hingga 2022, maka dapat disimpulkan mengenai kondisi sampah laut di Kabupaten Bantul. Berdasarkan analisis data dari hasil pengukuran lapangan, dapat diidentifikasi berbagai macam jenis sampah yang terdiri dari plastik, busa plastik, kaca dan keramik, logam, karet, kertas dan kardus, kayu, dan bahan lainnya.

Kepadatan setiap jenis sampah sangat bervariasi tiap tahunnya, antara 0 hingga 18 buah per meter persegi. Hanya sampah jenis plastik, busa plastik, dan bahan lainnya yang teridentifikasi memiliki kepadatan lebih dari satu buah per meter persegi, baik yang berukuran makro maupun meso. Sementara itu, jenis sampah lainnya secara umum memiliki kepadatan kurang dari satu buah per meter persegi. Untuk lebih jelasnya, data rentang kepadatan sampah di Pantai Baru dan Pantai Depok antara tahun 2019 hingga 2022 disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 4.

Secara spasial, data tahun 2022 menunjukkan bahwa Pantai Depok cenderung memiliki kepadatan rata-rata sampah yang lebih tinggi dibandingkan Pantai Baru (Gambar 5). Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan posisi Pantai Depok yang berada

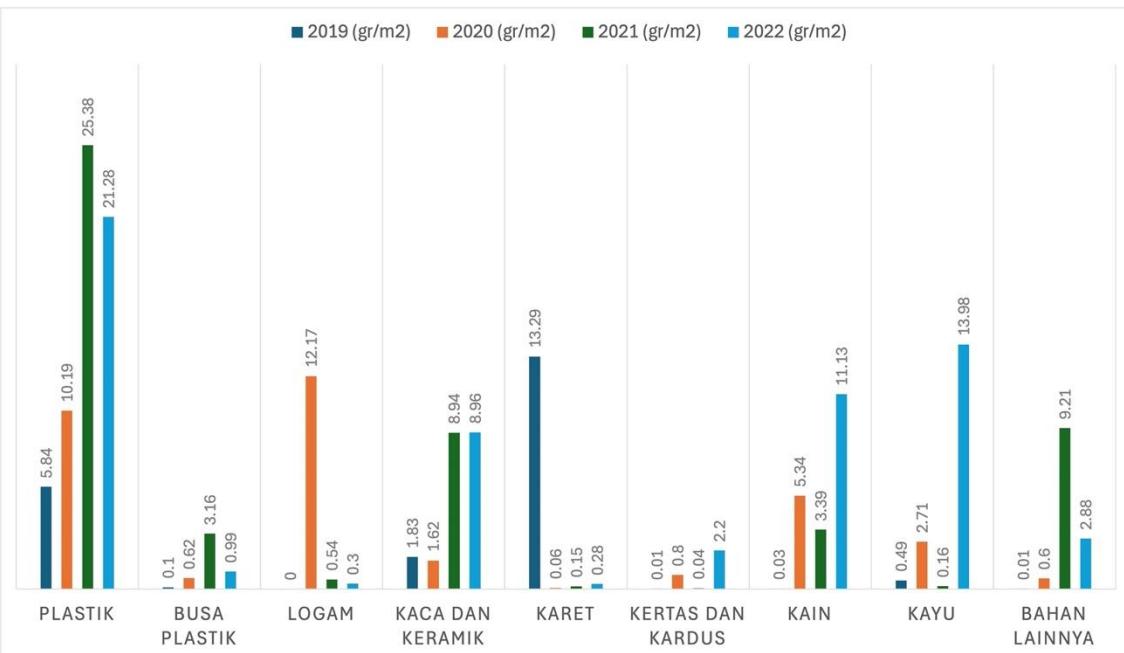
dekat dengan muara Sungai Opak dan dimanfaatkan untuk berbagai macam aktivitas manusia, seperti aktivitas kuliner dan perikanan yang berpotensi menghasilkan sampah laut yang signifikan (Isnaini dan Mutaqin, 2023; Wahid dan Mutaqin, 2024; Hibatullah dan Mutaqin, 2024; Isnaini dan Mutaqin, 2025; Putri dan Mutaqin, 2025).

Data yang disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 4 menunjukkan adanya tren peningkatan kepadatan sampah laut jenis plastik yang signifikan selama periode pemantauan 2019 hingga 2022, baik dari segi kepadatan berat maupun kepadatan jumlah. Kepadatan sampah plastik rata-rata secara total meningkat dari 5,03 pada tahun 2019 menjadi 18,72 item per meter persegi pada tahun 2022 atau terjadi peningkatan sekitar 272,17% dalam kurun waktu 3 tahun. Peningkatan ini menunjukkan bahwa, meskipun ada kebijakan nasional dalam bentuk Rencana Aksi Nasional, tekanan sampah plastik di Bantul belum terkelola dengan baik. Selain itu, perbandingan antar musim, misalnya berdasarkan data tahun 2022, menunjukkan bahwa kepadatan sampah secara konsisten lebih tinggi pada bulan Mei (musim barat-peralihan I) dibandingkan hasil pengukuran bulan Oktober (musim timur-peralihan II) (Gambar 6).

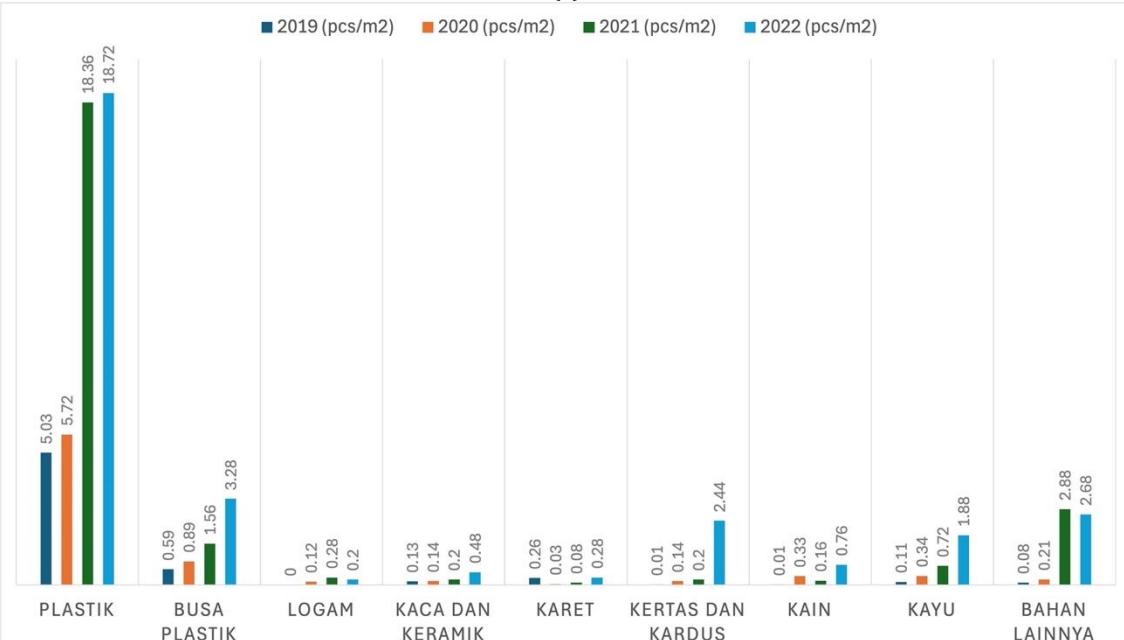
Tabel 1. Hasil Pemantauan Sampah Laut Tahun 2019, 2020, 2021, dan 2022 di Pantai Baru dan Pantai Depok

Jenis sampah	2019		2020		2021		2022	
	gr/m ²	pcs/m ²						
Plastik	5,84	5,03	10,19	5,72	25,38	18,36	21,28	18,72
Busa plastik	0,10	0,59	0,62	0,89	3,16	1,56	0,99	3,28
Logam	0,00	0,00	12,17	0,12	0,54	0,28	0,30	0,20
Kaca dan keramik	1,83	0,13	1,62	0,14	8,94	0,20	8,96	0,48
Karet	13,29	0,26	0,06	0,03	0,15	0,08	0,28	0,28
Kertas dan kardus	0,01	0,01	0,80	0,14	0,04	0,20	2,20	2,44
Kain	0,03	0,01	5,34	0,33	3,39	0,16	11,13	0,76
Kayu	0,49	0,11	2,71	0,34	0,16	0,72	13,98	1,88
Bahan lainnya	0,01	0,08	0,60	0,21	9,21	2,88	2,88	2,68
Total	21,60	6,22	34,11	7,92	50,98	24,44	62,01	30,72

Sumber data: diolah dari hasil pengukuran lapangan tahun 2023

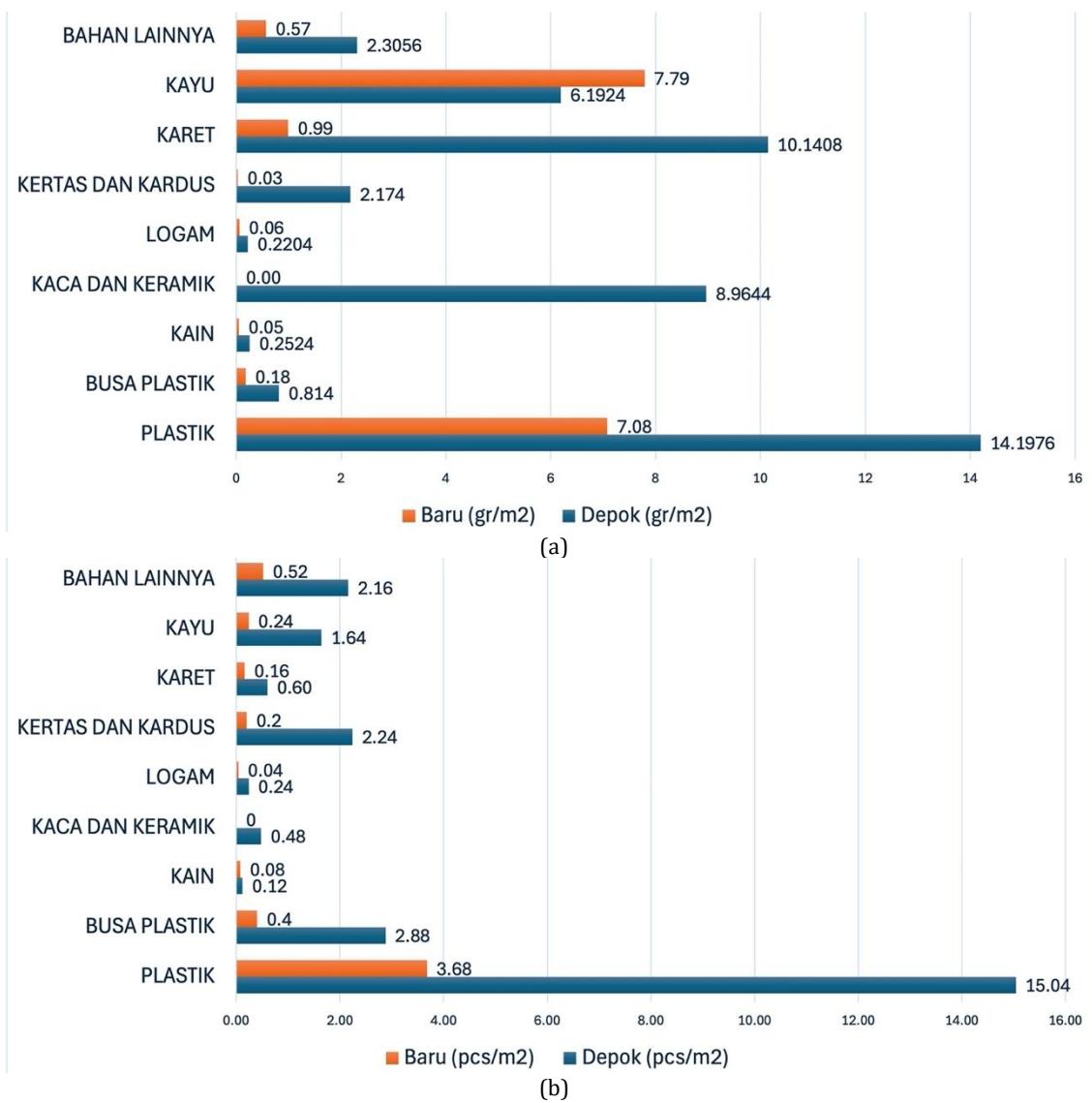


(a)

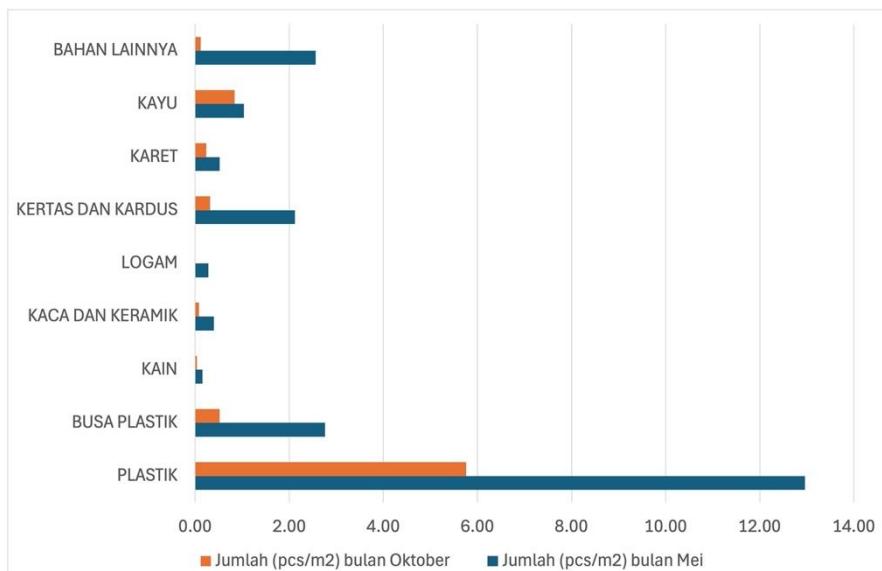


(b)

Gambar 4. Perbandingan (a) Kepadatan Berat Sampah 2019-2022 (gr/m²) dan (b) Kepadatan Jumlah Sampah 2019-2022 (pcs/m²). Sampah Plastik Mengalami Peningkatan yang Cukup Signifikan



Gambar 5. Perbandingan (a) Kepadatan Berat Sampah (gr/m²) dan (b) Kepadatan Jumlah Sampah (pcs/m²) pada Tahun 2022 di Pantai Baru dan Pantai Depok. Pantai Depok Cenderung Memiliki Kepadatan Rata-Rata Sampah yang Lebih Tinggi Dibandingkan Pantai Baru



Gambar 6. Perbandingan Kepadatan Jumlah Sampah (pcs/m²) Berdasarkan Pengukuran pada Bulan Mei dan Oktober Tahun 2022. Kepadatan Sampah Lebih Tinggi pada Bulan Mei (Musim Barat-Peralihan I) Dibandingkan Bulan Oktober (Musim Timur-Peralihan II)

3.2. Perpindahan Sampah Laut di Kabupaten Bantul

Sampah laut di Indonesia dapat berasal dari sumber domestik yang ada di darat maupun di laut, atau bahkan dari luar wilayah Indonesia (Isnain dan Mutaqin, 2023; Wahid dan Mutaqin, 2024; Hibatullah dan Mutaqin, 2024). Perpindahan sampah laut dari lokasi asalnya dapat diakibatkan karena beberapa hal, seperti aktivitas pariwisata, pengelolaan sampah yang buruk, Tempat Pembuangan Sampah (TPS), aliran sungai, perilaku tidak ramah lingkungan, maupun aktivitas akuakultur dan penangkapan ikan (UNEP, 2005; GESAMP, 2016; Purba dkk., 2019; Isnain dan Mutaqin, 2023). Analisis komposisi sampah yang didominasi oleh plastik, busa plastik, dan material domestik, seperti pecahan botol, sandal, bungkus kopi sachet, dan bungkus makanan ringan, secara empiris mendukung temuan literatur bahwa sampah laut di Bantul berasal dominan dari sumber domestik di darat (*land-based pollution*) (UNEP, 2005; Purba dkk., 2019; Isnain dan Mutaqin, 2023).

Apabila ditinjau dari kondisi geografis, Pantai Baru berlokasi di antara 2 sungai besar, yaitu Sungai Opak di sebelah timur dan Sungai Progo di sebelah barat. Sedangkan Pantai Depok berada persis di sebelah timur Sungai Opak. Aliran sungai merupakan jalur penting yang mengakibatkan limbah atau sampah yang ada di daratan dapat diangkat dan diendapkan di wilayah kepesisiran dan laut (Pawar dkk., 2016; Purba dkk., 2019; Isnain dan Mutaqin, 2023). Di Indonesia, setidaknya ada 4 (empat) sungai yang termasuk dalam 20 sungai paling tercemar di dunia kaitannya dengan tingkat pembuangan sampah, khususnya sampah plastik. Keempat sungai tersebut adalah Sungai Serayu, Sungai Bengawan Solo, Sungai Brantas, dan Sungai Progo (Lebreton dkk., 2017).

Sungai Progo di Yogyakarta yang bermuara di Samudra Hindia dan dekat dengan Pantai Baru dan Pantai Depok dilaporkan mengeluarkan setidaknya antara 9.800-22.900 ton sampah plastik per tahun dengan rata-rata 12.800 ton per tahun (Lebreton dkk., 2017; Purba dkk., 2019). Hal ini salah satunya disebabkan karena kepadatan penduduk yang mencapai 13 jiwa per hektar pada tahun 2013 dan dikarenakan Sungai Progo melewati 2 provinsi dan 11 Kabupaten/Kota yaitu Kabupaten Temanggung, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Purworejo, Kabupaten Semarang, Kabupaten Magelang, dan Kota Magelang di Jawa Tengah serta Kabupaten Bantul, Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Kulonprogo di Daerah Istimewa Yogyakarta (KLHK, 2019; Isnain dan Mutaqin, 2023).

Dalam sebuah sistem Daerah Aliran Sungai (DAS), aktivitas yang ada di wilayah hulu akan berpengaruh di wilayah hilir, dalam kasus ini adalah DAS Progo dan DAS Opak. Lebih dari 60% masyarakat di Indonesia tinggal di wilayah kepesisiran dan memanfaatkan sumber daya kepesisiran sebagai mata pencarian dan sumber ekonomi (Mutaqin dkk., 2020a; 2020c). Pertambahan penduduk dan perkembangan ekonomi

di wilayah kepesisiran tentu saja akan mengakibatkan tekanan dan tingginya volume sampah yang dapat terakumulasi di wilayah kepesisiran (Durand, 2010; Jambeck dkk., 2015; Purba dkk., 2019; Mutaqin dkk., 2020a; Isnain dan Mutaqin, 2023; Isnaini dan Mutaqin, 2025; Putri dan Mutaqin, 2025), termasuk di Kabupaten Bantul.

Peraturan Daerah DIY Nomor 1 tahun 2019 tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisataan Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2012-2025 menyebutkan bahwa Pantai Depok merupakan salah satu pantai yang diprioritaskan untuk pengembangan pariwisata daerah, khususnya wisata kuliner. Keberadaan dua muara sungai besar, kegiatan pariwisata, kuliner, maupun akuakultur di sekitar Pantai Depok dan Pantai Baru tentu saja dapat memengaruhi sampah laut yang ada di kedua pantai tersebut (Sheavly, 2007; UNEP, 2005; GESAMP, 2016; Purba dkk., 2019; Isnain dan Mutaqin, 2023; Putri dan Mutaqin, 2025).

Musim barat-peralihan I dan musim timur-peralihan II mempunyai karakteristik arus yang berbeda, baik di dekat Pantai Baru maupun Pantai Depok. Pada musim barat-peralihan I, karakteristik arus di dekat Pantai Baru dan Pantai Depok dominan ke arah tenggara dalam bentuk arus sejajar pantai. Sedangkan pada musim timur-peralihan II, arah arus permukaan dominan ke arah barat daya. Material sampah yang dibawa oleh aliran Sungai Progo dan Sungai Opak dimungkinkan untuk ditransportasikan oleh arus tersebut dan diendapkan di wilayah lain di sisi timur muara sungai saat musim barat dan di sisi barat muara saat musim timur (Wahid dan Mutaqin, 2024; Hibatullah dan Mutaqin, 2024). Berdasarkan jenis dan tipe sampah yang ditemukan di Pantai Baru dan Pantai Depok, dapat diidentifikasi bahwa sampah-sampah yang ada di Kabupaten Bantul didominasi dari sampah domestik hasil aktivitas manusia, seperti pecahan botol, sandal, bungkus kopi sachet, bungkus shampoo, bekas pasta gigi, bungkus makanan ringan, maupun mi instan dan dikategorikan berasal dari darat (*land-based*) (UNEP, 2005; Purba dkk., 2019; Isnain dan Mutaqin, 2023).

Temuan penelitian ini yang menunjukkan bahwa kepadatan sampah lebih tinggi pada bulan Mei (musim barat-peralihan I) dibandingkan bulan Oktober (musim timur-peralihan II) sangat relevan dengan mekanisme ini. Peningkatan ini dimungkinkan karena arus musim barat-peralihan I mengangkut dan mengendapkan sampah dari muara-muara sungai di selatan Jawa, termasuk Progo dan Opak, mengakumulasikannya di sepanjang pantai, terutama di lokasi hotspot seperti Pantai Depok dan Baru (Isnain dan Mutaqin, 2023; Wahid dan Mutaqin, 2024; Hibatullah dan Mutaqin, 2024).

Hal ini diperkuat dengan data kemiringan Pantai Baru dan Pantai Depok yang cukup landai didukung oleh rentang tinggi gelombang yang berkisar antara 1,92 hingga 2,70 meter saat musim barat-peralihan I dan mencapai 2,21 - 3,67 meter saat musim timur-peralihan II (Mutaqin, 2017; Mutaqin dan Ningsih,

2023; Ningsih dan Mutaqin, 2024). Karakteristik gelombang saat musim timur-peralihan II dapat berubah menjadi destruktif sehingga mengerosi wilayah pantai (Mutaqin, 2017) dan dapat membawa serta material sampah yang sebelumnya diendapkan di wilayah tersebut (Isnain dan Mutaqin, 2023; Hibatullah dan Mutaqin, 2024). Hal ini dapat memengaruhi karakteristik sampah-sampah yang diendapkan di wilayah pantai saat musim timur-peralihan II maupun musim barat-peralihan I, karena parameter angin, pasang surut, gelombang, dan arus terbukti memengaruhi transportasi dan pengendapan sampah laut di suatu wilayah (Yunanto dkk., 2014; Attamimi dkk., 2015; Pangestu dkk., 2016; Ramos dkk., 2018; Isnain dan Mutaqin, 2023; Wahid dan Mutaqin, 2024; Hibatullah dan Mutaqin, 2024). Hal ini dibuktikan dengan temuan di lapangan yang menunjukkan data kepadatan sampah di lokasi kajian saat sampling bulan Mei (musim barat-peralihan I) ditemukan lebih tinggi apabila dibandingkan dengan hasil pengukuran pada bulan Oktober (musim timur-peralihan II).

Selanjutnya, berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 4-6, dapat dilihat adanya peningkatan sampah plastik yang cukup signifikan, baik dari kepadatan berat maupun jumlah sampah plastik. Temuan tren peningkatan signifikan sampah plastik dari tahun 2019 hingga 2022 memberikan dua implikasi utama. Pertama, penelitian ini mengkonfirmasi Bantul sebagai lokasi hotspot sampah plastik persisten yang didorong oleh polusi berbasis darat (*land-based*) (Isnain dan Mutaqin, 2023; Isnaini dan Mutaqin, 2025). Data jangka panjang ini memberikan bukti empiris yang kuat bahwa sampah plastik tidak hanya terdeposit karena peristiwa sesaat, melainkan merupakan tren akumulasi yang berkelanjutan. Kedua, tren yang ditemukan menunjukkan bahwa intervensi pengelolaan sampah harus difokuskan pada wilayah hulu DAS Progo dan Opak, bukan hanya pada upaya pembersihan pantai, karena sungai terbukti menjadi input utama sampah laut yang ada di lokasi kajian. Selain itu, mengingat data yang menunjukkan peningkatan kepadatan sampah pada musim barat-peralihan I, Pemerintah Kabupaten Bantul perlu memprioritaskan upaya pembersihan dan intervensi secara temporal untuk memitigasi dampak akumulasi sampah tahunan. Fokus kebijakan yang ditetapkan oleh Pemerintah Kabupaten Bantul juga harus secara spesifik menargetkan material plastik dan busa plastik, mengingat kepadatan kedua jenis ini jauh melebihi material lain, dan keduanya dapat mengancam sektor pariwisata serta ekosistem perikanan yang sedang dikembangkan oleh pemerintah daerah (Perda DIY No. 1 tahun 2019). Oleh karena itu, temuan penelitian ini menunjukkan urgensi dan perlu adanya kebijakan atau intervensi manajerial yang terfokus pada pengurangan dampak sampah plastik di wilayah kepesisan Bantul, sejalan dengan target penurunan sampah laut sebanyak 70% dalam Rencana Aksi Nasional 2025.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik spasial dan temporal serta mengidentifikasi tren kepadatan sampah makro (2,5 cm - 1 m) dan meso (0,5 - 2,5 cm) di Pantai Baru dan Pantai Depok, Kabupaten Bantul, sepanjang periode 2019 hingga 2022. Berdasarkan hasil pemantauan berkala, delapan jenis sampah laut berhasil diidentifikasi, yang terdiri dari plastik, kaca dan keramik, busa plastik, karet, logam, kayu, kertas dan kardus, dan bahan lainnya. Kepadatan setiap jenis sampah sangat bervariasi tiap tahunnya, antara 0 hingga 18 buah per meter persegi. Sampah jenis plastik, busa plastik, dan bahan lainnya secara konsisten menjadi material dominan dengan kepadatan lebih dari satu buah per meter persegi untuk kedua kategori ukuran sampah laut, yaitu makro dan meso. Sementara itu, jenis sampah lainnya secara umum memiliki kepadatan kurang dari satu buah per meter persegi.

Plastik menempati peringkat teratas sebagai jenis sampah laut yang paling sering dijumpai. Hasil analisis tren jangka panjang (2019-2022) menunjukkan adanya peningkatan signifikan sampah laut jenis plastik, baik dari kepadatan berat maupun jumlahnya. Tren ini mengkonfirmasi Bantul sebagai hotspot polusi plastik yang didominasi oleh input dari darat (*land-based pollution*). Studi ini memberikan data dasar temporal dan spasial yang kredibel mengenai kepadatan sampah laut makro dan meso yang dipengaruhi musiman. Data berkala 2019-2022 ini sangat krusial dan dapat dijadikan referensi inventarisasi lingkungan hidup untuk memverifikasi efektivitas kebijakan pengelolaan sampah di Kabupaten Bantul.

Untuk mengurangi dampak lingkungan dan mencapai target Rencana Aksi Nasional (RAN) 2025, penelitian ini merekomendasikan intervensi yang lebih terfokus pada hulu sungai sebagai prioritas, intervensi musiman, dan target spesifik material sampah. Mengingat sampah laut didominasi oleh material domestik dan kedua pantai dipengaruhi oleh DAS Progo dan Opak, kebijakan pengurangan sampah harus diprioritaskan pada wilayah hulu melalui peningkatan pengelolaan sampah komunal dan pembatasan plastik sekali pakai. Upaya pembersihan dan pengangkatan sampah juga harus diintensifkan pada tiap musim, mengingat pola arus monsun pada masing-masing musim dapat menyebabkan akumulasi sampah yang berbeda-beda di wilayah pesisir. Selain itu, Pemerintah Kabupaten Bantul perlu mengembangkan kebijakan yang menargetkan spesifik produk plastik dan busa plastik yang ditemukan lebih dominan, baik melalui insentif daur ulang maupun regulasi pembatasan produksi dan distribusinya di Kabupaten Bantul.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Satuan Kerja Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup

Mutaqin, B.W. (2025). Tren Temporal Karakteristik Sampah Laut Makro dan Meso (2019–2022) di Kepesisiran Bantul - Yogyakarta: Dasar Kebijakan Pengelolaan Lingkungan Kepesisiran. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(6), 1538-1548, doi:10.14710/jil.23.6.1538-1548

dan Kehutanan atas dukungannya dalam penyusunan artikel ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim surveyor sampah laut Fakultas Geografi 2019-2022 atas bantuannya selama pengambilan data. Penulis mengucapkan terima kasih kepada reviewer atas komentar dan masukkan untuk perbaikan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Attamimi, A., Purba, N.P., Anggraini, S.R., Harahap, S.A. 2015. Investigation of marine debris in Kuta Beach Bali. In: Suhartanto, E., Juwono, P.T., WWS, A., Andawayanti, U., Hidayat, F., Susilo, G.E. (Eds.), *Proceedings of Environmental Engineering and Water Technology, Integrated Water System and Governance* (Malang, East Java, Indonesia), pp. C1-C7.
- Durand, S.S. 2010. Studi Potensi Sumberdaya Alam di Kawasan Pesisir Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 6(1), 1-7. <https://doi.org/10.35800/jpkt.6.1.2010.107>.
- GESAMP. 2016. *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment*. In: Kershaw, P.J., Rochman, C.M. (Eds.), (IMO/FAO/ UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/ UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 93, (220 pp.).
- Hibatullah, M.F., Mutaqin, B.W. 2024. Marine debris characteristics in various coastal typologies in the Gunungkidul coastal area of Yogyakarta – Indonesia. *Discover Geoscience*, 2, 24. <https://doi.org/10.1007/s44288-024-00033-1>.
- Indrawati, D. 2011. Upaya Pengendalian Pencemaran Sungai yang diakibatkan oleh sampah. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 5(6): 185- 192. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v5i6.692>.
- Isnaini, M.N., Mutaqin, B.W. 2023. Geomorphological and hydro-oceanographic analysis related to the characteristics of marine debris on the south coast of Yogyakarta – Indonesia. *Rend. Fis. Acc. Lincei*. 34(1), 227-239. <https://doi.org/10.1007/s12210-022-01125-1>.
- Isnaini, P.A., Mutaqin, B.W. 2025. Anthropogenic marine debris in a tropical mangrove conservation area: An insight from Yogyakarta coastal area of Indonesia. *Anthropocene Coasts*, 8(1), 15. <https://doi.org/10.1007/s44218-025-00080-2>.
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Adriady, A., Narayan, R., Law, K.L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347(6223), 768-771. <http://doi.org/10.1126/science.1260352>.
- KLHK. 2019. *Mengenal Status dan Arahan Pengelolaan Jasa Lingkungan DAS Progo*. Available online at <http://p3ejawa.menlhk.go.id/news144-mengenal-status-dan-arahan-pengelolaan---jasa-lingkungan-das-progo.html>. Diakses pada 8 April 2021.
- Lebreton, L., van der Zwet, J., Damsteeg, JW. et al. 2017. River plastic emissions to the world's oceans. *Nat Commun* 8, 15611. <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>.
- Maximenko, N., Arvesen, J., Asner, G., Carlton, J., Castrence, M., Centurioni, L., Chao, Y., Chapman, J., Chirayath, V., Corradi, P., dkk. 2017. Remote Sensing of Marine Debris to Study Dynamics, Balances and Trends. Available online: <https://ecocast.arc.nasa.gov/las/Reports%20and%20Papers/Marine-Debris-Workshop-2017.pdf> (Diakses pada 24 April 2020).
- Mutaqin, B.W. 2017. Shoreline Changes Analysis in Kuwaru Coastal Area, Yogyakarta, Indonesia: An Application of the Digital Shoreline Analysis System (DSAS). *International Journal of Sustainable Development and Planning* 12(7), pp. 1203-1214. <https://doi.org/10.2495/SDP-V12-N7-1203-1214>.
- Mutaqin, B.W., Ningsih, R.L. 2023. Tidal Characteristics in the Southern Waters of Java - Indonesia. *Jurnal Geografi*, 15(2), 154-164. <https://doi.org/10.24114/jg.v15i2.45017>.
- Mutaqin, B.W., Marfai, M.A., Helmi, M., Rindarjono, M.G., Windayati, R., Sunarto 2020a. Spatio-temporal Mapping of Ecotourism Activities in Buleleng Conservation Zone: A Methodological Review, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 451 012095. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/451/1/012095>.
- Mutaqin, B.W., Marfai, M.A., Helmi, M., Nurhadi, Umarella, M.R., Munir, M. 2020b. How Important Risk Analysis of Plastic Pollution in Coastal Area? Case Study in Masohi, Central Maluku. *E3S Web of Conferences* 200, 02014. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020002014>.
- Mutaqin, B.W., Yuendini, E.P., Aditya, B., Rachmi, I.N., Fathurrijqi, M.I., Damayanti, S.I., Ahadiah, S.N., Puspitasari, N.N.A. 2020c. Kelimpahan Megabentos Sebagai Indikator Kesehatan Karang Di Perairan Bilik, Taman Nasional Baluran, Indonesia. *Jurnal Enggano*, 5(2), 181-194. <https://doi.org/10.31186/jenggano.5.2.181-194>.
- Ningsih, R.L., Mutaqin, B.W. 2024. Multi-hazard assessment under climate change in the aerotropolis coastal city of Kulon Progo, Yogyakarta – Indonesia. *Journal of Coastal Conservation*, 28(1), 5. <https://doi.org/10.1007/s11852-023-01015-0>.
- Pangestu, I.F., Purba, N.P., Syamsudin, M.L. 2016. Microplastic condition in Indramayu, West Java waters. In: Afrianto, E., Yustiati, A., Hasan, Z., Anna, Z., Andriani, Y., Rizal, A., Syamsudin, M.L. (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan: Sinergitas Teknologi, Hukum, dan Kebijakan Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan Menuju Kedaulatan Pangan di Era MEA* (Bandung, Indonesia), pp. 382-390.
- Pawar, P.R., Shirgaonkar, S.S., Patil, R.B. 2016. Plastic marine debris: sources, distribution and impacts on coastal and ocean biodiversity. *PENCIL Publ. Biol. Sci.* 3(1), 40-54.
- Peraturan Daerah DIY Nomor 1 tahun 2019 tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisataan Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2012-2025.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Peraturan Presiden No. 83 Tahun 2018 tentang Penanganan Sampah Laut.
- Purba, N.P., Handyman, D.I.W., Pribadi, T.D., Syakti, A.D., Pranowo, W.S., Harvey, A., Ihsan, Y.N. 2019. Marine Debris in Indonesia: A Review of Research and Status. *Marine Pollution Bulletin* 146, 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.057>.
- Purwaningrum, P. 2016. Upaya mengurangi timbulan sampah plastik di lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology* 8(2), 141-147. <http://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421>.

- Putra, P.S., Yunianti, M.D., Hidawati, Nugroho, S.H., Mutaqin, B.W. 2026. High anthropogenic pollution characterizes the 2018 tsunami deposits of Anak Krakatau (Sunda Strait, Indonesia). *Marine Pollution Bulletin.* 222(1), 118662. [https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.118662.](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.118662)
- Putri, F.H.S., Mutaqin, B.W. 2025. Anthropogenic marine debris and mangrove ecosystems: An insight from the Adipala coastal area of Cilacap, Indonesia. *Journal of Coastal Conservation,* 29(6), 86. [https://doi.org/10.1007/s11852-025-01179-x.](https://doi.org/10.1007/s11852-025-01179-x)
- Ramos, A., Purba, N.P., Faizal, I., Mulyani, Y., Syamsudin, M.L. 2018. Microplastic tracking from Pacific garbage to Northern Indonesia Sea. *Jurnal Perspektif Pembiayaan dan Pembangunan Daerah* 6(1), 87–96. [https://doi.org/10.22437/ppd.v6i1.5178.](https://doi.org/10.22437/ppd.v6i1.5178)
- Reisser, J., Shaw, J., Wilcox, C., Hardesty, B.D., Proietti, M., Thums, M., Pattiarchi, C. 2013. Marine plastic pollution in waters around Australia: characteristics, concentrations, and pathways. *PloS one* 8(11), e80466. [https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080466.](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080466)
- Sheavly, S.B. 2007. *National Marine Debris Monitoring Program: Final Program Report, Data Analysis and Summary.* Prepared for U.S. Environmental Protection Agency by Ocean Conservancy, Grant Number X83053401-02, 76 p.
- Small C, Nicholls RJ. 2003. A Global Analysis of Human Settlement in Coastal Zones. *Journal of Coastal Research,* 19(3), 584–599. [https://www.jstor.org/stable/4299200.](https://www.jstor.org/stable/4299200)
- Topçu, N., Tonay, M., Dede, A., Oztürk, A., Oztürk, B. 2012. Origin and abundance of marine litter along sandy beaches of the Turkish Western Black Sea Coast. *Marine environmental research.* 85, 21–28. [https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2012.12.006.](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2012.12.006)
- Undang Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. United Nations Environment Programme (UNEP). 2005. *Marine Litter, an Analytical Overview.* United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya (58p).
- Wahid, N.M., Mutaqin, B.W. 2024. Tidal fluctuation effect on the characteristics of marine debris in the Kulon Progo beaches of Yogyakarta, Indonesia. *Journal of Coastal Conservation.* 28(1), 37. [https://doi.org/10.1007/s11852-024-01036-3.](https://doi.org/10.1007/s11852-024-01036-3)
- Yunanto, A., Suganda, E., Soesilo, T.E.B., Hanggono, A. 2014. Modeling abundance and control of litter on Kuta Beach, Bali, Indonesia. *J. Sci. Basic App. Res.* 15(1), 708–729.