



Kajian Pengelolaan Sampah Perkotaan pada Pulau Kecil Padat Penduduk di Pulau Lengkang, Kota Batam

A Study on Urban Waste Management in a Densely Populated Small Island in Lengkang Island, Batam City

Yosef Adicita

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Universal, Batam, Indonesia

Mega Mutiara Sari¹

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Perencanaan Infrastruktur, Universitas Pertamina, Jakarta Selatan, Indonesia

D. Darwin

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Universal, Batam, Indonesia

Anshah Silmi Afifah

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Universal, Batam, Indonesia

Nova Ulhasanah

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Perencanaan Infrastruktur, Universitas Pertamina, Jakarta Selatan, Indonesia

Imelda Masni Juniaty Sianipar

Program Studi Hubungan Internasional, Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta Timur, Indonesia

Aartje Tehupeior

Program Studi Doktor Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta Timur, Indonesia

Iva Yenis Septiariva

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

I Wayan Koko Suryawan

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Perencanaan Infrastruktur, Universitas Pertamina, Jakarta Selatan, Indonesia

Artikel Masuk : 12 September 2021

Artikel Diterima : 16 Desember 2022

Tersedia Online : 31 Desember 2022

¹ Korespondensi Penulis: Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Perencanaan Infrastruktur, Universitas Pertamina, Jakarta Selatan, Indonesia
Email: mega.ms@universitaspertamina.ac.id

Abstrak: Sampah laut merupakan masalah penting karena berakibat langsung pada lingkungan dan kesehatan masyarakat. Pengelolaan sampah yang baik sangat dibutuhkan dalam hal penanggulangan sampah pesisir. Salah satu pesisir di perbatasan Indonesia yang mengalami peningkatan sampah di lautan adalah Pulau Lengkang. Penelitian ini bertujuan untuk evaluasi kebutuhan fasilitas pengelolaan persampahan berdasarkan timbulan dan komposisi sampah. Metode penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif dengan cara timbulan dan komposisi sampah diukur dengan observasi lapangan. Sementara itu, secara kualitatif dilakukan dengan studi literatur. Sampah di Pulau Lengkang sebesar 99,92% tidak terproses yang kemudian akan berakhir di laut. Rata-rata jumlah sampah di perairan laut Pulau Lengkang berjumlah $19,5 \pm 3,7$ kg/m². Sebanyak 64% sampah yang terbuang ke laut adalah sampah plastic dan sisanya terdiri dari kertas/kardus, karet, dan kayu. Sampah yang terkelola biasanya ditimbun secara ilegal dan dikumpulkan di tempat penampungan sementara (TPS) dan kemudian dibakar. Permasalahan tersebut harus diselesaikan dengan melakukan perencanaan dari sumber, pengumpulan, dan pengangkutan, hingga diproses di tempat pemrosesan akhir (TPA).

Kata Kunci: Perbatasan Indonesia; pesisir; Pulau Lengkang; sampah laut

Abstract: Marine debris is an important problem because it can directly impact the environment and public health. Good waste management is required to manage coastal waste. One of the coasts on the Indonesian border, which is experiencing an increase in waste in the ocean, is Lengkang Island. This study aims to evaluate the need for waste management facilities based on waste generation and composition. This research was carried out quantitatively and qualitatively, and the generation and composition of the waste were measured by field observations. Qualitatively, this was accomplished through a literature review. The average amount of waste in the marine waters of Lengkang Island is 19.5 ± 3.7 kg/m². As much as 64% of the waste thrown into the sea is plastic, and the remainder consists of paper/cardboard, rubber, and wood. Managed waste is usually illegally stockpiled, collected in temporary shelters (tempat pembuangan sampah/TPS), and then burned. These problems must be resolved by planning from source, collection, and transportation to processing at the final processing site (tempat pemrosesan akhir/TPA).

Keywords: coast; Indonesian Border; Lengkang Island; marine debris

Pendahuluan

Sampah laut merupakan masalah yang dialami Indonesia beberapa tahun ke depan (Nurhati & Cordova, 2020). Walaupun belum diketahui secara pasti bagaimana sampah-sampah tersebut memasuki perairan dari daratan (Jambeck et al., 2015; Septiariva & Suryawan, 2021). Terdapat sekurangnya 5,25 triliun partikel plastik dari 268.940 ton sampah yang mengapung di lautan (Eriksen et al., 2014). Salah satu negara yang menjadi penghasil sampah laut terbesar adalah Indonesia yang merupakan negara penghasil sampah plastik di lautan terbesar kedua, satu tingkat di bawah Tiongkok (Jambeck et al., 2015). Salah satu tempat di Indonesia yang mengalami peningkatan sampah di lautan adalah Kecamatan Belakang Padang, Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau (Sutarto & Solihin, 2019). Masyarakat di Pulau Lengkang mayoritas memiliki mata pencaharian sebagai nelayan, sehingga kehidupan masyarakat di pulau tersebut berada di kelompok menengah ke bawah. Permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat Pulau Lengkang tidak hanya terbatas pada masalah perekonomian tetapi juga pada masalah lingkungan (Adicita et al., 2020; Apritama et al., 2020). Jumlah sampah yang terdapat di pesisir Pulau tersebut mengalami peningkatan. Minimnya fasilitas pengelolaan sampah yang ada di Pulau Lengkang mengakibatkan sampah-sampah yang ada dibiarkan menumpuk.

Tumpukan sampah di Pulau Lengkang dapat terjadi di darat maupun di laut yang dapat mendatangkan permasalahan baru bagi masyarakat. Tumpukan sampah tersebut

dapat menyebabkan penyakit seperti kanker, gangguan kelahiran, gangguan genetik, kerusakan sistem kekebalan tubuh, dan ketidakseimbangan saraf (Misra & Pandey, 2005). Abul (2010) menyatakan bahwa penduduk yang berada < 200 m dari tempat pemrosesan akhir (TPA) dapat terkena penyakit seperti kolera, diare, gangguan penciuman dan nyeri dada. Sampah laut juga mempengaruhi mata pencaharian seperti nelayan (McIlgorm et al., 2008), dan kesehatan masyarakat, seperti konsumsi polutan secara tidak langsung melalui konsumsi ikan yang mengkonsumsi sampah (Rochman et al., 2015). Meskipun ada satuan tugas nasional untuk menangani sampah laut di Indonesia (Gerakan Bersih Pantai Laut), hanya sedikit kemajuan yang dicapai; kurangnya kemauan politik, geografi yang kompleks, prioritas sosial ekonomi yang bersaing, dan koordinasi yang rendah antara lembaga dan masyarakat menghasilkan beberapa kebijakan terpusat untuk menangani sampah laut. Dampak ini terutama terlihat di pulau-pulau kecil yang sering diabaikan dan terbatas secara sosial ekonomi (Farhan & Lim, 2011), termasuk didalamnya Pulau Lengkang.

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan pusat keanekaragaman hayati laut dunia (Stehli & Wells, 1971), yang memiliki kelimpahan dan keanekaragaman spesies tertinggi dan terletak di pusat ekoregion Segitiga Terumbu Karang yang signifikan secara global. Sampah laut di Indonesia didominasi oleh bahan sintesis seperti kantong plastik, pembungkus makanan, alas kaki, tali dan jaring ikan, polistirena, kaleng, botol plastik dan kaca, polietilen, plastik dan kaca (Purba et al., 2017; Sari et al., 2022; Syakti et al., 2017). Bank Dunia juga memperlihatkan bahwa sampah kota di Indonesia didominasi oleh popok sekali pakai (21%), diikuti oleh kantong plastik (16%), kemasan plastik (5%) dan plastik lainnya (9%), kaca dan logam. (4%) dan botol plastik (1%) (World Bank, 2018). Sementara sebagian besar penelitian yang diterbitkan hingga saat ini berfokus pada daerah pesisir yang padat penduduknya, sejumlah kecil penelitian menunjukkan bahwa sampah plastik mendominasi (Purba et al., 2019).

Sampah di Pulau Lengkang dapat terakumulasi di darat dan sebagian besar akan berada di laut. Pengelolaan sampah di Pulau Lengkang sangat penting dilakukan karena pulau ini cukup padat penduduk dan semua wilayah sudah terbangun. Wilayah yang terbangun tidak hanya di darat, akan tetapi juga di atas laut yang biasanya berupa rumah apung atau rumah panggung semi permanen. Keadaan ini memaksa masyarakat hidup berdampingan dengan tumpukan sampah yang terakumulasi di sekitar pulau. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kebutuhan fasilitas pengelolaan persampahan berdasarkan timbulan dan komposisi sampah di Pulau Lengkang, Kota Batam dalam menjaga lingkungan di daerah perbatasan Indonesia.

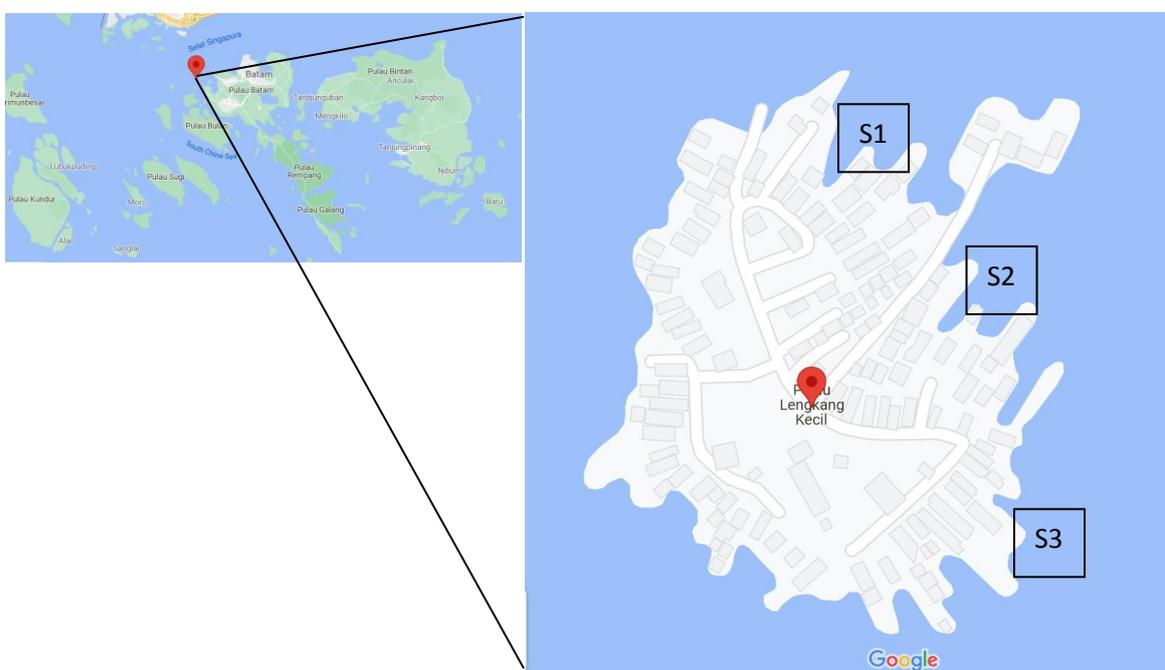
Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Pulau Lengkang, Kecamatan Belakang Padang, Kota Batam, dari bulan Januari – Juli 2019. Stasiun penelitian tersebar di sekitar Pulau Lengkang yang dapat dilihat pada Gambar 1. Stasiun pengamatan dilakukan di tiga lokasi transek.

Stasiun penelitian diharapkan memperlihatkan total sampah dan komposisi sampah. Selama survei, data jumlah dan komposisi sampah dikumpulkan untuk empat stasiun. Sampel laut diambil secara acak pada 5 sub transek (1 m x 1 m) dari transek kuadrat berukuran 1 m x 1 m menggunakan ayakan untuk makro debris (Hastuti et al., 2014; Suryawan et al., 2021). Panjang dan lebar transek yang digunakan berukuran 1 m x 1 m, dengan empat kali pengulangan pada setiap stasiun pendataan yang tersebar di daerah tepi dengan kedalaman 0-1 m. Metode transek sabuk diterapkan untuk merekam data. Lebar dan panjang transek yang digunakan berdasarkan pertimbangan jumlah kerapatan sampah laut di suatu daerah (Lippiatt et al., 2013). Jenis sampah yang diambil kemudian diidentifikasi dalam kategori sampah plastik berdasarkan Pedoman Pemantauan Sampah Pesisir oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Kementerian Lingkungan

Hidup dan Kehutanan, 2017). Selanjutnya dilakukan penimbangan berat sampah kering menggunakan timbangan digital. Sehingga didapatkan komposisi sampah berdasarkan massa/massa (w/w). Pengukuran komposisi sampah ini dilakukan berdasarkan berat kering dengan cara sampah didiamkan sampai kering dengan sinar matahari hingga berat konstan. Metode ini juga telah dilaksanakan pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan untuk sampah perairan (Sari et al., 2022).

Setelah data kuantitatif seperti jumlah dan komposisi sampah terkumpul, maka dilakukan analisis secara kualitatif dengan deskriptif. Analisis deskriptif dilakukan dengan melakukan kajian literatur dari jurnal, prosiding, buku, maupun laporan pemerintah terkait dalam meningkatkan pengelolaan sampah di Pulau Lengkang. Ketika data sekunder tersebut didapatkan dan dibandingkan dengan observasi lapangan dari suatu masalah harus didefinisikan, teknik deskriptif dapat bermanfaat untuk mengevaluasi masalah yang terjadi di Pulau Lengkang.



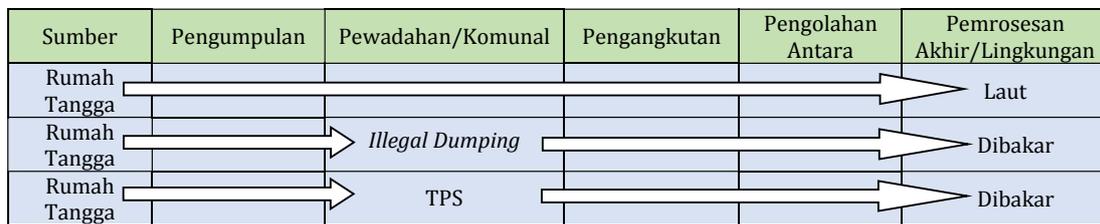
Gambar 1. Peta Pulau Lengkang beserta Stasiun Pengambilan Sampel Komposisi Sampah Laut

Hasil dan Pembahasan

Pesatnya perkembangan industri di Kota Batam diikuti dengan peningkatan pergerakan sebagian masyarakat dari kota lain ke Batam dengan harapan kehidupan yang lebih baik. Peningkatan jumlah penduduk dan pendapatan masyarakat serta segala kegiatan yang dikhawatirkan akan melebihi daya dukung dan daya tampung lingkungan. Ketidakesesuaian atau kelebihan daya lingkungan akan berdampak negatif yang dapat mencemari lingkungan. Salah satu pencemar lingkungan yang muncul saat ini adalah persampahan perkotaan salah satunya di Kota Batam (Yodi et al., 2020).

Wilayah Kota Batam terdiri dari 329 pulau yang tersebar di sekitarnya, termasuk Pulau Lengkang. Observasi pengelolaan sampah di Pulau Lengkang setidaknya memperlihatkan tiga jenis pengelolaan sampah. Jenis pengelolaan sampah yang telah dilakukan penduduk Pulau Lengkang meliputi membuang sampah langsung ke laut dan

melakukan pengumpulan di satu lokasi sehingga membuat illegal dumping atau dikumpulkan di tempat pembuangan sementara (TPS) dan kemudian dibakar. Untuk lebih jelasnya, sistem pengelolaan sampah di Pulau Lengkang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Pengelolaan Sampah di Pulau Lengkang

Pengumpulan sampah merupakan elemen fungsional penting dari sistem pengelolaan sampah. Tidak adanya sistem pengumpulan sampah yang tepat akan mengganggu aliran pengelolaan sampah dan penduduk cenderung akan melakukan praktik ilegal dan tidak diinginkan seperti membuang sampah di tempat terbuka dan membakar sampah. Di banyak pulau kecil, praktik-praktik ini lazim dan mengakibatkan dampak ekologis dan kesehatan yang parah karena pelepasan emisi beracun selama pembakaran dan penyebaran penyakit dari pembuangan ilegal (Asian Development Bank, 2014). Tabel 1 menunjukkan sampah yang tidak terproses di Kecamatan Belakang Padang, Kota Batam terlihat tidak terproses, dimana hanya 0,08% penduduk mengelola sampah secara mandiri.

Tabel 1. Pengelolaan Sampah di Kecamatan Belakang Padang, Kota Batam

Pengelolaan	Volume Timbulan (m ³ /hari)	%
Dikelola Secara Mandiri	0,04	0,08
Sampah Terproses 3R	0,00	0
Sampah Terangkut ke TPA	0,00	0
Sampah Tidak Terproses	50,87	99,92

Sumber: Pokja Sanitasi Kota Batam, 2017

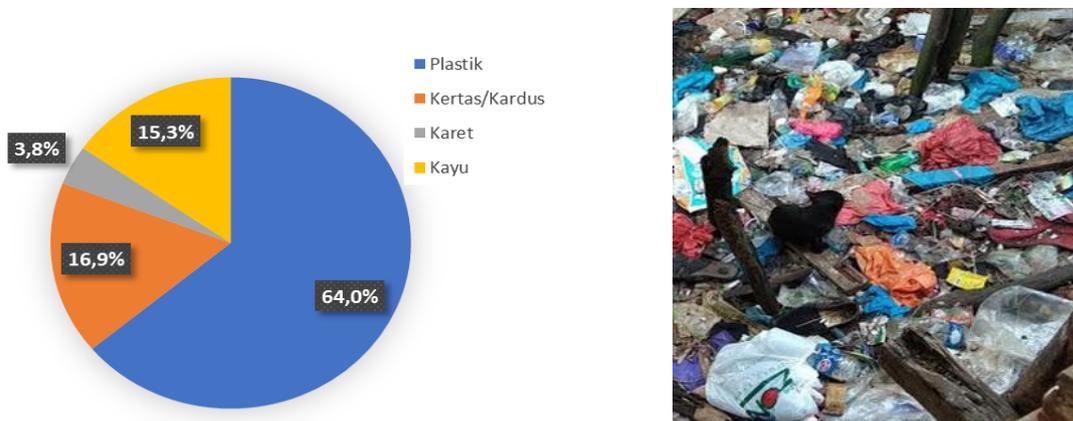
Lokasi pengumpulan sampah terdapat di dua lokasi yang berada di tengah pulau (Gambar 3). Akses jalan untuk mengumpulkan sampah di dua lokasi di Pulau Lengkang terbilang tidak mudah karena jalan terlalu sempit atau tidak dapat diakses kendaraan. Akibatnya, kendaraan pengumpul sampah tidak dapat mengakses area ini dan sampah tetap berada di sumbernya. Faktor lain yang menyebabkan rendahnya pengumpulan sampah adalah kurangnya dana yang cukup untuk membeli kendaraan pengumpul yang layak dan menyediakan tempat sampah yang sesuai untuk penghasil sampah (Saleh & Ansari, 2012). Akibatnya, penghasil sampah menggunakan pembakaran sampah di lahan kosong atau pembuangan ilegal di laut sebagai pilihan pemrosesan terdekat.

Jumlah sampah laut di Pulau Lengkang berdasarkan tiga stasiun pengamatan dapat mencapai total $19,5 \pm 3,7$ kg/m². Sampah laut tersebut sebagian besar terdiri dari sampah plastik (64%), diikuti dengan kertas/kardus (16,9%) beserta sampah kayu sebesar 15,3%, dan karet sebesar 3,8%. Sampah plastik di lautan terdiri dari campuran banyak partikel dan benda, ukuran, kepadatan, dan bentuknya dapat diwakili oleh distribusi ukuran (Kooi & Koelmans, 2019). Karakteristik partikel plastik ini berubah terus menerus dari waktu ke waktu karena beberapa proses seperti embrittlement, fragmentasi, *biofouling*, pelapukan dan erosi (ter Halle et al., 2016; van Sebille et al., 2020). Beberapa proses tersebut tidak hanya bersifat fisik atau kimia, tetapi juga dimediasi oleh aktivitas biologis (Dawson et al., 2018; Zettler et al., 2013). Daya tahan plastik terbukti sangat berbahaya, terutama plastik yang dibuang secara tidak benar dan masuk ke ekosistem. Dilaporkan bahwa dua hingga

lima persen dari 249 juta ton sampah plastik yang dihasilkan pada tahun 2010 adalah sampah plastik yang tidak dikelola dengan baik (Jambeck et al., 2015) dan sekitar 6–10% plastik yang diproduksi kemungkinan akan berakhir di ekosistem laut (Troost et al., 2018).



Gambar 3. Lokasi Pengumpulan Sampah di Pulau Lenggang



Gambar 4. Komposisi Sampah Laut di Pulau Lenggang

Konsentrasi sampah laut yang dilaporkan dalam air laut dekat pantai berkisar dari 2,5mg/m³ di Teluk Cilacap, Jawa Timur (Syakti et al., 2017). Selain itu konsentrasi mikro-debris yang sangat tinggi di sedimen pesisir Teluk Jakarta, berkisar antara 18.405 hingga 38.790 partikel kg⁻¹ sedimen kering (Manalu et al., 2017). Selain itu mikro-debris pada sedimen laut dalam bagian barat daya Sumatera yang terdiri dari butiran mikroplastik (85%) dan serat (15%), dan dengan konsentrasi terbesar terdapat pada kedalaman <500m (Cordova & Wahyudi, 2016).

Pengembangan Kota Batam sebagai daerah wisata harus memperhatikan sampah laut yang semakin luas. Sampah laut telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap

kerugian ekonomi di sektor pariwisata dengan berdampak negatif terhadap nilai estetika lokasi wisata. Sebagai contoh, di New Jersey dan California, perkiraan hilangnya pendapatan dari pariwisata karena sampah laut masing-masing adalah 379–1567 juta USD dan 67 juta USD (Leggett et al., 2014). Sebagai langkah awal yang harus dilakukan adalah melakukan perencanaan yang tepat dari *cradle to grave* agar sampah terkelola dengan baik. Data-data untuk perencanaan pengelolaan sampah di Kota Batam dapat dilakukan dengan memperhatikan parameter seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Data Kuantitatif untuk Perencanaan Pengelolaan Sampah di Pulau Lengkang, Kota Batam

Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Jumlah Rumah	146	Rumah	(Apritama et al., 2020)
Penduduk Perumah	6	Orang/Rumah	(Apritama et al., 2020)
Luas Pulau	2,5	Hektar	(Google Earth, 2021)
Jumlah Penduduk	876	Orang	(Apritama et al., 2020)
Kepadatan	350,4	Jiwa/Hektar	-
Laju Timbulan Sampah	2,5	L/orang.hari	(SSK Kota Batam, 2017)
Timbulan Sampah Pulau Lengkang	2190	L/hari	-
Dikelola Secara Mandiri	0,08	%	-
	0,0018	m ³ /hari	-
Sampah di Buang Ke Laut	99,92	%	-
	2,1882	m ³ /hari	-
Luas illegal dumping	550	m ²	(Google Earth, 2021)
Luas TPS	30	m ²	(Google Earth, 2021)

Pengangkutan sampah yang telah terkumpul di Pulau Lengkang yang paling tepat adalah dengan membawa sampah tersebut ke TPA sekitar yang legal. Terdapat dua pilihan yaitu TPA di pulau terdekat yaitu Sekanak Raya atau di Telaga Punggur (pusat Kota Batam). Pengumpulan ini harus memperhatikan jenis kendaraan pengumpul sampah yang tidak ketinggalan zaman harus dirawat dengan tepat (Coffey & Coad, 2010). Hal tersebut memengaruhi proses pemindahan dan pengangkutan sampah karena kendaraan yang digunakan untuk menghindari pengangkutan dan perawatan yang buruk, efektivitas proses pemindahan dan peningkatan jumlah sampah yang diangkut. Kondisi saat ini di Kecamatan Belakang Padang menyebutkan tidak adanya alat angkut untuk operasional pengangkutan sampah laut (Sutarto & Solihin, 2019). Hal ini tentunya akan menyebabkan akumulasi sampah laut akan semakin meningkat dari waktu ke waktu.

Perencanaan pengangkutan sampah pulau kecil khususnya Pulau Lengkang harus dilakukan untuk mengurangi pencemaran sampah. Seperti perencanaan yang telah dilakukan di Pulau Seribu, Kota Jakarta dapat ditentukan alur pengolahan sampah plastik yang dapat diaplikasikan di kapal, seperti *cargo hold*, proses pengeringan, dan proses pengolahan menjadi *crude oil* dan bentuk lambung kapal (Swastitanaya & Kurniawati, 2021). Pola pengangkutan sampah dari Pulau Lengkang harus direncanakan dengan baik dengan mempertimbangkan berbagai aspek. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Sutarto & Solihin, 2019) hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merancang pengangkutan sampah di Kecamatan Belakang Padang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Faktor yang Harus Digunakan dalam Perencanaan Pengangkutan Sampah ke TPA di Kecamatan Belakang Padang, Kota Batam

Faktor	Rangkuman
Frekuensi	6 hari kerja yakni dari Senin – Sabtu, dalam 1 hari mereka sanggup mengangkut 3 kali
Cakupan wilayah	Pemerintah Kecamatan Belakang Padang hanya 2 wilayah kelurahan yaitu; Sekanak Raya dan Tanjung Sari
Sosialisasi	Belum ada sosialisasi di wilayah pesisir
Ketepatan layanan	Membantu warga untuk tidak membuang sampah jauh ke TPA

Pendirian kemitraan publik-swasta untuk pengelolaan masalah lingkungan telah dianjurkan dalam pengelolaan sampah laut (Hung et al., 2022). Kemitraan publik-swasta dapat memainkan peran “strategis”, “praktis”, atau “regulatif” dalam memfasilitasi pengelolaan masalah lingkungan (Cheng, 2017). Hanya sedikit kebijakan di tingkat nasional atau internasional yang telah diumumkan secara global untuk mengurangi sampah laut (Hung et al., 2022). Pengembangan pengelolaan sampah juga perlu dilakukan untuk menguatkan implementasi pengelolaan sampah berkelanjutan (Sari et al., 2022; Sari et al., 2023; Suryawan et al., 2022) terutama di perbatasan negara. Ketika mempertimbangkan tantangan pengembangan dan penerapan kebijakan sampah laut, studi ini mengungkapkan bahwa kebijakan yang efektif harus perencanaan yang matang berdasarkan aksesibilitas dan kemampuan adaptasi masyarakat.

Kesimpulan

Kurangnya fasilitas pengelolaan sampah di Pulau Lengkang menyebabkan banyaknya penduduk melakukan pembuangan sampah ke lingkungan secara tidak baik. Perilaku terbanyak adalah membuang sampah ke laut sehingga menyebabkan tingginya timbunan sampah mencapai $19,5 \pm 3,7$ kg/m². Dari total akumulasi sebanyak 64% merupakan sampah plastik. Perencanaan pengelolaan sampah di Pulau Lengkang harus dilakukan satu persatu yang terdiri dari pengumpulan, pengangkutan, hingga pemrosesan yang paling tepat. Pengelolaan dan mitigasi sampah laut di Indonesia merupakan masalah yang kompleks, yang melibatkan perilaku masyarakat, kebijakan nasional, dan kolaborasi lintas pemangku kepentingan. Temuan ini menyiratkan bahwa pengelola lingkungan dan pembuat kebijakan harus terus memperbaiki pengelolaan infrastruktur di perbatasan untuk memenuhi tujuan pembangunan berkelanjutan multidisiplin. Sehubungan dengan hal ini, dapat diperlukan penelitian oleh peneliti, pengelola lingkungan, dan pembuat kebijakan dalam merancang sebuah platform untuk mendorong partisipasi warga berdasarkan pertimbangan karakteristik sosial ekonomi warga. Diperlukan juga memahami kesadaran warga dengan melihat perilaku mereka dalam kegiatan lingkungan dan mengurangi sampah laut. Peningkatan penelitian mengenai sampah laut juga mendukung komitmen Indonesia untuk mengurangi sampah plastik laut setidaknya 70% pada tahun 2025 sesuai kebijakan pemerintah Indonesia.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih terhadap warga Pulau Lengkang atas keterbukaan terhadap observasi dan data yang telah diberikan. Selain itu, peneliti juga mengucapkan terima kasih atas bantuan editor dan *reviewer* yang membantu dalam peningkatan kualitas artikel ini.

Daftar Pustaka

- Abul, S. (2010). Environmental and health impact of solid waste disposal at Mangwaneni dumpsite in Manzini: Swaziland. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 12(7), 64–78.
- Adicita, Y., Suryawan, I. W. K., & Apritama, M. R. (2020). Design of centralized wastewater sewerage system in Small Lengkang Island, Batam City, Indonesia. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 4(1), 15–24. doi:10.23969/jcbeem.v4i1.2250.
- Apritama, M. R., Suryawan, I. W. K., & Adicita, Y. (2020). Analisis hidrolis dan jejak karbon jaringan distribusi air bersih di pulau kecil padat penduduk (Pulau Lengkang Kecil, Kota Batam). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(2), 227–235. doi:10.29122/jtl.v21i2.3807.
- Asian Development Bank. (2014). *Solid waste management in the Pacific*. Appropriate Technologies. Asian Development Bank.
- Cheng, F.-T. (2017). Public-private partnerships to address global environmental problem: Sino-US cooperation on climate change and energy. *Journalism and Mass Communication*, 7(3), 149–164. doi:10.17265/2160-6579/2017.03.004.
- Coffey, M., & Coad, A. (2010). *Collection of municipal solid waste in developing countries*. UN-Habitat, United Nations Human Settlements Programme.
- Cordova, M., & Wahyudi, A. (2016). Microplastic in the deep-sea sediment of Southwestern Sumatran waters. *Marine Research in Indonesia*, 41, 27–36. doi:10.14203/mri.v41i1.99.
- Dawson, A. L., Kawaguchi, S., King, C. K., Townsend, K. A., King, R., Huston, W. M., & Bengtson Nash, S. M. (2018). Turning microplastics into nanoplastics through digestive fragmentation by Antarctic krill. *Nature Communications*, 9(1), 1001. doi:10.1038/s41467-018-03465-9.
- Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., ... Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: More than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLOS ONE*, 9(12), e111913.
- Farhan, A. R., & Lim, S. (2011). Resilience assessment on coastline changes and urban settlements: A case study in Seribu Islands, Indonesia. *Ocean and Coastal Management*, 54(5), 391–400. doi:10.1016/j.ocecoaman.2010.12.003.
- Hastuti, A. R., Yulianda, F., & Wardiatno, Y. (2014). Distribusi spasial sampah laut di ekosistem mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonorowo Wetlands*, 4(2), 94–107. doi:10.13057/bonorowo/w040203.
- Hung, L.-Y., Wang, S.-M., & Yeh, T.-K. (2022). Collaboration between the government and environmental non-governmental organisations for marine debris policy development: The Taiwan experience. *Marine Policy*, 135, 104849. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104849.
- Jambeck, J., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. doi:10.1126/science.126035.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2017). *Pemantauan sampah laut Indonesia*. Jakarta: Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Pesisir dan Laut, Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan.
- Kooi, M., & Koelmans, A. A. (2019). Simplifying microplastic via continuous probability distributions for size, shape, and density. *Environmental Science & Technology Letters*, 6(9), 551–557. doi:10.1021/acs.estlett.9b00379.
- Leggett, C., Scherer, N., Curry, M., Bailey, R., & Haab, T. (2014). Assessing the economic benefits of reductions in marine debris. *Industrial Economics, Incorporated*.
- Lippiatt, S., Opfer, S., & Arthur, C. (2013). Marine debris monitoring and assessment: recommendations for monitoring debris trends in the marine environment. *NOAA Technical Memorandum*, (NOS-OR&R-46), 88.
- Manalu, A. A., Hariyadi, S., & Wardiatno, Y. (2017). Microplastics abundance in coastal sediments of Jakarta Bay, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 10, 1164–1173.
- McIlgorm, A., Campbell, H. F., & Rule, M. J. (2008). *Understanding the economic benefits and costs of controlling marine debris in the APEC Region (MRC 02/2007) A report to the Asia-Pacific Economic Cooperation Marine Resource Conservation Working Group by the National Marine Science, Centre University of Co. Coffs Harbour: University of New England and Southern Cross University*.
- Misra, V., & Pandey, S. D. (2005). Hazardous waste, impact on health and environment for development of better waste management strategies in future in India. *Environment International*, 31(3), 417–431. doi:10.1016/j.envint.2004.08.005.

- Nurhati, I. S., & Cordova, M. R. (2020). Marine plastic debris in Indonesia: Baseline estimates (2010-2019) and monitoring strategies (2021-2025). *Marine Research in Indonesia*, 45(2), 97-102. doi:10.14203/mri.v45i2.581.
- 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. doi:10.1016/j.marpolbul.2019.05.057.
- Purba, N. P., Syamsuddin, M., Sandro, R., Pangestu, I., & Prasetio, M. (2017). Distribution of marine debris in Biawak Island, West Java, Indonesia. *World Scientific News*, 66, 281-292.
- Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., ... Teh, S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, 5(1), 14340. doi:10.1038/srep14340.
- Saleh, M., & Ansari, A. (2012). Municipal solid waste management systems in the Kingdom of Bahrain. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, 4(May), 150-161. doi:10.5897/IJWREE12.022.
- Sari, M. M., Inoue, T., Harryes, R. K., Suryawan, I. W. K., & Yokota, K. (2022). Potential of recycle marine debris in Pluit emplacement, Jakarta to achieve sustainable reduction of marine waste generation. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 17(1), 119-125. doi:10.18280/ijstdp.170111.
- Sari, Mega Muiari, Septiariva, I. Y., Fauziah, E. N., Ummatin, K. K., Arifianti, Q. A. M. O., Faria, N., ... Suryawan, I. W. K. (2023). Prediction of recovery energy from ultimate analysis of waste generation in Depok City, Indonesia. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 13(1), 1. doi:10.11591/ijece.v13i1.pp1-8.
- Septiariva, I. Y., & Suryawan, I. W. K. (2021). Development of water quality index (WQI) and hydrogen sulfide (H₂S) for assessment around suwung landfill, Bali Island. *Journal of Sustainability Science and Management*, 16(4), 137-148.
- Stehli, F. G., & Wells, J. W. (1971). Diversity and age patterns in hermatypic corals. *Systematic Biology*, 20(2), 115-126. doi:10.2307/2412052.
- Suryawan, I. W. K., Sarwono, A., Septiariva, I. Y., & Lee, C.-H. (2021). Evaluating marine debris trends and the potential of incineration in the context of the COVID-19 pandemic in Southern Bali, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 13(1).
- Suryawan, I. W. K., Septiariva, I. Y., Fauziah, E. N., Ramadan, B. S., Qonitan, F. D., Zahra, N. L., ... Wei, L. J. (2022). Municipal solid waste to energy: Palletization of paper and garden waste into refuse derived fuel. *Journal of Ecological Engineering*, 23(4), 64-74.
- Sutarto, D., & Solihin, M. (2019). Implementasi program pengangkutan sampah di Kecamatan Belakang Padang. *Jurnal Dimensi*, 8(3), 449-472.
- Swastitanaya, V. P., & Kurniawati, H. A. (2021). Desain kapal pengangkut dan pengolah sampah plastik untuk Kepulauan Seribu. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2).
- Syakti, A. D., Bouhroum, R., Hidayati, N. V., Koenawan, C. J., Boulkamh, A., Sulisty, I., ... Wong-Wah-Chung, P. (2017). Beach macro-litter monitoring and floating microplastic in a coastal area of Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 122(1-2), 217-225. doi:10.1016/j.marpolbul.2017.06.046.
- ter Halle, A., Ladirat, L., Gendre, X., Goudouneche, D., Pusineri, C., Routaboul, C., ... Perez, E. (2016). Understanding the fragmentation pattern of marine plastic debris. *Environmental Science & Technology*, 50(11), 5668-5675. doi:10.1021/acs.est.6b00594.
- Troost, T. A., Desclaux, T., Leslie, H. A., van Der Meulen, M. D., & Vethaak, A. D. (2018). Do microplastics affect marine ecosystem productivity? *Marine Pollution Bulletin*, 135, 17-29. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.067.
- van Sebille, E., Aliani, S., Law, K. L., Maximenko, N., Alsina, J. M., Bagaev, A., ... Wichmann, D. (2020). The physical oceanography of the transport of floating marine debris. *Environmental Research Letters*, 15(2), 23003. doi:10.1088/1748-9326/ab6d7d.
- World Bank. (2018). *Indonesia marine debris hotspot*. World Bank. doi:10.1201/9781315119243-6.
- Yodi, Y., Suryawan, I. W. K., & Affah, A. S. (2020). Estimation of Green House Gas (GHG) emission at Telaga Punggur landfill using triangular, LandGEM, and IPCC methods. *Journal of Physics: Conference Series*, 1456(1). doi:10.1088/1742-6596/1456/1/012001.
- Zettler, E. R., Mincer, T. J., & Amaral-Zettler, L. A. (2013). Life in the "Plastisphere": Microbial communities on plastic marine debris. *Environmental Science & Technology*, 47(13), 7137-7146. doi:10.1021/es401288x.