

ANALISIS EFEKTIVITAS OPERASIONAL UNIT PENGELOLA SAMPAH (UPS) PULAU MERAH TERHADAP JUMLAH DAN KOMPOSISI SAMPAH TERKELOLA DI KAWASAN WISATA PANTAI PULAU MERAH BANYUWANGI

Siti Muyassaroh^{1,2)}, Mawan Eko Defriatno^{*3)}, Carri Noer Fida Yanik⁴⁾, Wahyu Nur Achmadin⁵⁾

^{1,3,4,5)} Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Argopuro Jember

²⁾ Emvitrust Indonesia

*email: muyassaroh.siti.sm@gmail.com, mawan.ekodefriatno@gmail.com

Abstrak

Operasional Unit Pengelola Sampah (UPS) di kawasan wisata Pantai Pulau Merah bertujuan untuk meningkatkan pengelolaan sampah melalui pemilahan, daur ulang, dan pengomposan. Penelitian ini menganalisis dampak beroperasinya UPS Pulau Merah terhadap perubahan jumlah dan komposisi sampah dengan membandingkan data bulanan sebelum operasional UPS (November 2020–Oktober 2021) dan setelah operasional UPS (November 2021–Oktober 2022). Data diperoleh dari laporan bulanan sampah terkelola dan divalidasi melalui wawancara terstruktur. Analisis statistik deskriptif dan inferensial (Independent T-test, uji Chi-square) digunakan untuk menguji signifikansi perubahan. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan volume sampah dari rata-rata 5.239,38 kg/bulan ($SD = \pm 2.088,82$) menjadi 12.109,33 kg/bulan ($SD = \pm 4.495,79$), diduga akibat peningkatan kunjungan wisatawan, perluasan cakupan layanan, dan sampah laut. Komposisi sampah mengalami perubahan dengan dominasi organik meningkat dari 65,29% menjadi 68,65%, residu turun dari 30,47% menjadi 27,72%, dan anorganik daur ulang berkurang dari 4,24% menjadi 3,63%. Temuan ini mengindikasikan efektivitas operasional UPS Pulau Merah dalam meningkatkan pemilahan organik dan mengurangi residu, meskipun perlu penguatan sistem daur ulang anorganik. Implikasi penelitian menekankan pentingnya integrasi UPS dengan pendekatan ekonomi sirkular dan implementasi 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) untuk optimalisasi pengelolaan sampah di kawasan wisata pesisir.

Kata kunci: Unit Pengelola Sampah (UPS); jumlah sampah; komposisi sampah; pengelolaan sampah wisata

Abstract

The operation of the Waste Management Unit (UPS) in the Pulau Merah Beach aims to improve waste management through sorting, recycling, and composting. This study analyzes the impact of the operation of the Pulau Merah UPS on changes in the amount and composition of managed waste by comparing monthly data before the UPS operation (November 2020–October 2021) and after the UPS operation (November 2021–October 2022). Data were obtained from monthly reports of managed waste and validated through structured interviews. Descriptive and inferential statistical analysis (Independent T-test, Chi-square test) were used to test the significance of the changes. The results showed a significant increase in waste volume from an average of 5,239.38 kg/month ($SD = \pm 2,088.82$) to 12,109.33 kg/month ($SD = \pm 4,495.79$), allegedly due to increased tourist visits, expansion of

service coverage, and marine litter. The composition of waste has changed with organic dominance increasing from 65.29% to 68.65%, residue decreasing from 30.47% to 27.72%, and recycleable material decreasing from 4.24% to 3.63%. These findings indicate the operational effectiveness of Pulau Merah UPS in increasing organic sorting and reducing residue, although strengthening the recycleable material system is enormously needed. The implications of the study emphasize the importance of integrating UPS with a circular economy approach and implementing 3R (Reduce, Reuse, Recycle) to optimize waste management in coastal tourism areas.

Keywords: Waste Management Unit (UPS); amount of waste; waste composition; tourism waste management

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah di kawasan wisata menjadi tantangan besar akibat tingginya volume sampah dari aktivitas pengunjung, serta memiliki karakteristik dan dinamika yang berbeda dengan kawasan pemukiman karena fluktuasi jumlah pengunjung (Ardiansyah & Nugroho, 2023). Sebelum adanya Unit Pengolahan Sampah (UPS), pengelolaan sampah cenderung konvensional dengan tingkat daur ulang rendah dan ketergantungan pada pembuangan akhir. Implementasi UPS diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah melalui pemilahan, daur ulang, dan pengomposan, sehingga mengurangi beban lingkungan (Suryani & Fitri, 2020). Konsep pengelolaan sampah terpadu berbasis UPS sejalan dengan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*) dan ekonomi sirkular, di mana sampah tidak hanya dibuang tetapi dikembalikan sebagai sumber daya (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021). Menurut penelitian Pratiwi *et al.* (2022), UPS efektif mengurangi timbunan residu hingga 30% dalam konteks kawasan wisata karena pendekatan pemilahan di sumber. Selain itu, studi oleh Hadi *et al.* (2020) menunjukkan bahwa pengolahan sampah organik di UPS mampu menghasilkan kompos yang bernilai ekonomi, sekaligus menekan emisi gas rumah kaca dari pembusukan sampah di TPA. Selain itu, hasil kajian ini dapat mengisi *gap* literatur terkait evaluasi kinerja UPS di kawasan wisata pesisir di Indonesia, karena studi-studi sebelumnya lebih banyak mengulas UPS di perkotaan atau permukiman (Ardiansyah & Nugroho, 2023; Rahmawati *et al.*, 2021).

Pantai Pulau Merah merupakan destinasi wisata unggulan di Banyuwangi yang menarik ribuan pengunjung setiap bulan, terutama pada musim liburan. Aktivitas pariwisata ini menghasilkan sampah dalam jumlah besar, didominasi oleh sisa makanan (organik) dan kemasan plastik (anorganik) (Dinas Pariwisata Kabupaten Banyuwangi, 2022; Widodo *et al.*, 2021). Sejak 17 Juni 2019 hingga 31 Desember

2021, pengelolaan sampah di kawasan wisata pantai Pulau Merah dan sekitarnya dikelola dengan Kerjasama antara POKMAS Wisata Pantai Pulau Merah dan EcoRanger Banyuwangi melalui Sentra Kelola Sampah (SEKOLA) yang dibangun oleh Yayasan Greeneration Indonesia. Saat itu, peran POKMAS Wisata Pantai Pulau Merah terbatas pada teknis pengumpulan dan pengangkutan sampah dari sumber menuju SEKOLA, sedangkan pemilahan, pengolahan sampah organik, distribusi material *recyclable*, dan transportasi residu dilakukan oleh tim EcoRanger Banyuwangi (Muyasaroh *et al.*, 2023). Melalui program pendampingan dari Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif RI dalam implementasi SOP Pengelolaan Sampah Plastik, telah dibentuk UPS Pulau Merah berdasarkan SK Kepala Desa Sumberagung Nomor 660/34/KEP/429.515.02/2021 tentang Pembentukan Struktur Unit Pengelola Sampah (UPS) Pulau Merah pada 18 Oktober 2021. UPS Pulau Merah menangani keseluruhan teknis operasional pengelolaan sampah mulai dari pengumpulan sampah di sumber hingga transport residu ke TPA.

UPS Pulau Merah telah beroperasi sejak November 2021 dengan rata-rata jumlah sampah yang dikelola sebanyak 13.056 kg/bulan, serta komposisi sampah organik 70,24%, anorganik *recyclable* 3,34%, dan residu 26,41% (Krisdhianto *et al.*, 2023). Untuk mengetahui efektivitas operasional UPS Pulau Merah, diperlukan kajian dan evaluasi komprehensif dengan menghitung perubahan jumlah dan komposisi sampah pasca operasional UPS Pulau Merah. Hal ini dapat memberikan bukti empiris sebagai acuan bagi pemerintah daerah dan institusi pengelola wisata dalam menyusun kebijakan pengelolaan sampah berkelanjutan, serta berkontribusi dalam pengembangan model UPS di kawasan wisata bahari.

2. METODE PENELITIAN

a. Lokasi dan Waktu Penelitian:

Lokasi penelitian di Pantai Pulau Merah, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Data yang digunakan adalah data sekunder sampah kawasan wisata Pulau Merah yang telah terkelola sejak 01 November 2020 hingga 30 Oktober 2022, mencakup periode sebelum dan setelah operasional UPS Pulau Merah.

b. Alat dan bahan:

- Bahan : Data sekunder jumlah dan komposisi sampah pada periode 12 bulan sebelum operasional UPS Pulau Merah (01 November 2020-30 Oktober 2021) dan 12 bulan setelah UPS Pulau Merah beroperasi (01 November 2021-30 Oktober 2022).

- Alat : *Software* Microsoft Excel untuk pengolahan data dasar, serta SPSS untuk analisis statistik (uji beda, regresi, tren).

c. Desain Penelitian:

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif-komparatif dengan pendekatan *time-series analysis* (Sugiyono, 2019). Rancangan penelitian berupa *before-after study* untuk membandingkan perubahan jumlah dan komposisi sampah.

d. Variabel Penelitian:

Variabel	Definisi Operasional	Skala Data
Variabel Bebas (X)	Implementasi UPS (dikotomi: sebelum vs. setelah November 2021)	Nominal
Variabel Terikat (Y1)	Volume sampah (kg/bulan)	Rasio
Variabel Terikat (Y2)	Komposisi sampah (persentase sampah anorganik daur ulang, organik, dan residu)	Rasio

e. Prosedur Penelitian:

- Pengumpulan Data:
 - o Data diambil dari laporan harian sampah dari kawasan Pantai Pulau Merah yang telah terkelola sejak 01 November 2020 hingga 30 Oktober 2022.
 - o Validasi data dengan wawancara terstruktur kepada pengelola UPS (jika diperlukan).
- Pengolahan Data:
 - o Pembersihan data (*handling missing value, outliers*).
 - o Klasifikasi data menjadi dua kelompok: sebelum dan setelah operasional UPS Pulau Merah.
- Analisis Data:
 - o Statistik deskriptif (rata-rata, standar deviasi) untuk membandingkan tren jumlah dan komposisi sampah.
 - o Uji beda (*Independent T-test/Mann-Whitney*) untuk menguji signifikansi perubahan jumlah dan komposisi sampah.
 - o Analisis regresi linier untuk melihat hubungan antara operasional UPS Pulau Merah dengan perubahan variabel terikat.
 - o Visualisasi Data (diagram batang perbandingan komposisi sampah).

f. Analisis Data

- Analisis komparatif: Uji T digunakan untuk membandingkan rata-rata dua kelompok independen (Hadi, 2020).
- Analisis persentase komposisi: menghitung proporsi anorganik daur ulang, organik, dan residu sebelum dan setelah operasional UPS Pulau Merah. Uji *Chi-square* untuk mengetahui perubahan signifikan dalam distribusi komposisi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Perubahan Jumlah Sampah Terkelola

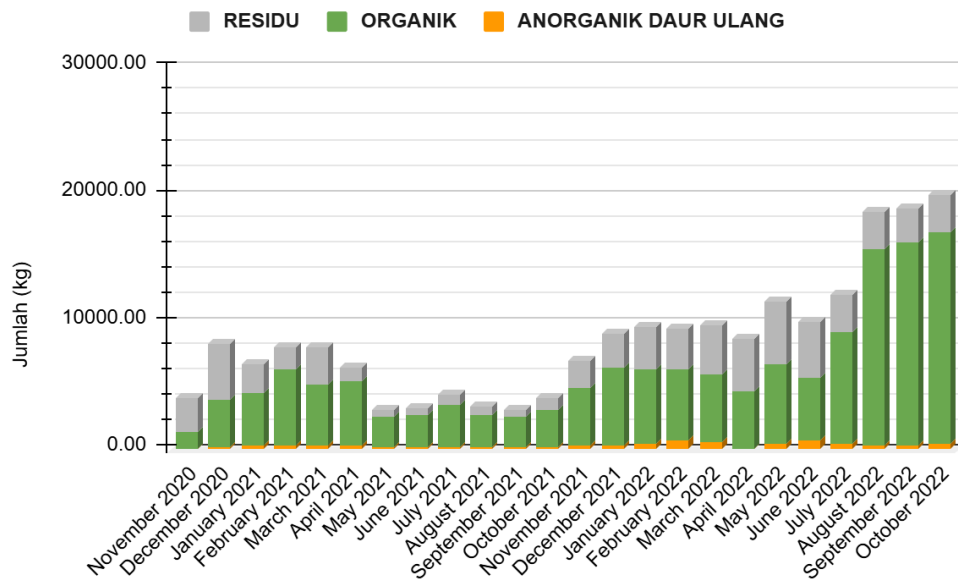
Sebelum UPS Pulau Merah beroperasi, yaitu pada 01 November 2020-30 Oktober 2021, rata-rata jumlah sampah terkelola adalah 5.239,38 kg/bulan ($SD = \pm 2.088,82$) dengan jumlah tertinggi pada Desember 2020 (8.256,82 kg) dan terendah pada September 2021 (3.068,35 kg). Sedangkan setelah beroperasinya UPS Pulau Merah, yaitu pada 01 November 2021-30 Oktober 2022, rata-rata jumlah sampah meningkat signifikan menjadi 12.109,33 kg/bulan ($SD = \pm 4.495,79$), dengan jumlah tertinggi terjadi pada Oktober 2022 (20.028 kg) dan terendah pada November 2021 (6.928 kg).

Tabel 3.1 Statistik Deskriptif Jumlah Sampah Terkelola

Periode	Rata-rata (kg)	Standar Deviasi	Minimum (kg)	Maksimum (kg)
Sebelum Operasional UPS Pulau Merah	5.239,38	2.088,82	3.068,35	8.027,08
Setelah Operasional UPS Pulau Merah	12.109,33	4.495,79	6.928	20.028

Terjadi peningkatan total jumlah sampah terkelola pasca operasional UPS Pulau Merah sebesar 131,12%. Hasil ini menunjukkan peningkatan signifikan volume sampah setelah implementasi UPS, dari rata-rata 5.239,38 kg/bulan menjadi 12.109,33 kg/bulan. Fenomena ini sejalan dengan temuan Pratiwi *et al.* (2021) yang menjelaskan bahwa peningkatan kapasitas pengumpulan sampah pasca intervensi teknologi pengolahan sering terjadi akibat perluasan cakupan layanan dan partisipasi masyarakat. Namun, peningkatan hingga 131,12% perlu ditelaah lebih lanjut mengingat fluktuasi ekstrem seperti puncak 20.028 kg pada Oktober 2022. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kunjungan wisata musiman (Susanto *et al.*, 2022) dan angin muson barat menyebabkan hidrodinamika arus bergerak dari barat ke timur membawa sampah laut yang kemudian terdampar di pantai Pulau Merah setiap bulan November hingga Februari. Selain itu, terjadi peningkatan jumlah homestay dan

warung makan yang mengikuti layanan pengelolaan sampah menjadi salah satu alasan peningkatan jumlah sampah terkelola di UPS Pulau Merah. Berdasarkan hasil uji beda (*independent t-test*), terdapat perbedaan signifikan ($\alpha < 0,05$) antara jumlah sampah sebelum dan setelah UPS Pulau Merah beroperasi, dengan standar deviasi lebih tinggi pasca-implementasi (Tabel 3.1). Variabilitas ini, seperti diungkapkan oleh Kurniawan (2022), sering terkait dengan ketidakkonsistenan operasional atau adaptasi sistem. Hal ini sesuai dengan kondisi jumlah sampah terkelola dari kawasan wisata pantai Pulau Merah yang mengalami transisi operasional dari Sentra Kelola Sampah (cakupan layanan Dusun Pancer) ke UPS Pulau Merah (cakupan layanan hanya area wisata, homestay dan warung yang terletak di RW 01 Dusun Pancer).



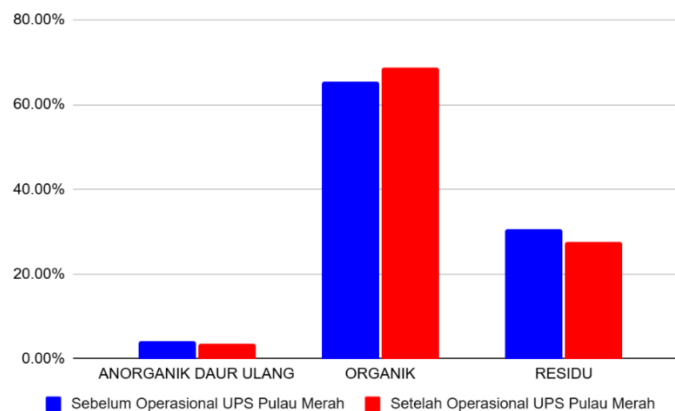
Gambar 1. Jumlah Sampah Terkelola Dari Kawasan Wisata Pantai Pulau Merah

Berdasarkan **Gambar 1**, sampah organik merupakan jenis sampah dengan persentase terbesar, yaitu 65,29% saat sebelum UPS Pulau Merah beroperasi, dan 68,65% setelah UPS Pulau Merah beroperasi. Terjadi peningkatan persentase jumlah sampah organik yang terkelola setelah berjalannya operasional UPS Pulau Merah sebesar 3,37%. Hal ini menunjukkan bahwa UPS Pulau Merah berpotensi meningkatkan persentase pemilahan dan daur ulang sampah, salah satunya melalui pengolahan sampah organik. Temuan ini konsisten dengan penelitian Rahmadi *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa unit pengolahan berbasis komunitas cenderung meningkatkan kesadaran pemilahan, khususnya untuk sampah organik. Kondisi ini sejalan dengan penurunan persentase residu sebesar 2,75% (dari 30,47% sebelum operasional UPS Pulau Merah menjadi 27,72% setelah UPS Pulau Merah beroperasi). Persentase residu masih dapat

dioptimalkan hingga 15% dari total jumlah sampah yang dikelola UPS melalui pendekatan *circular economy* (Handayani, 2021). Diperlukan strategi tambahan seperti edukasi 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), pemilahan di sumber, serta inovasi daur ulang material menjadi barang bernilai ekonomi (*upcycle*) guna memaksimalkan tingkat daur ulang (*recycling rate*) di UPS Pulau Merah.

b. Perubahan Komposisi Sampah Terkelola

Secara keseluruhan, operasional UPS Pulau Merah tidak signifikan mengubah komposisi sampah di kawasan wisata Pantai Pulau Merah. Sebelum UPS Pulau Merah beroperasi, komposisi didominasi oleh organik (65,29%), diikuti residu (30,47%), dan anorganik daur ulang (4,24%). Setelah UPS Pulau Merah beroperasi, persentase sampah organik meningkat menjadi 68,65%, residu turun menjadi 27,72%, dan anorganik daur ulang 3,63% (**Gambar 2**).



Gambar 2. Komposisi Sampah Sebelum dan Setelah Operasional UPS Pulau Merah

Peningkatan persentase sampah organik pasca operasional UPS Pulau Merah menunjukkan efektivitas dalam memfasilitasi pemilahan dan pengomposan, sebagaimana dikonfirmasi oleh penelitian Wulandari dan Pratama (2022) yang menemukan bahwa unit pengolahan berbasis komunitas dapat meningkatkan pemilahan organik hingga 20–25%. Sementara itu, penurunan residu mencerminkan berkurangnya sampah yang tidak terkelola, sesuai dengan temuan Rahmadani et al. (2020) bahwa intervensi pengolahan sampah mampu menekan timbunan residu sebesar 15–35%. Penurunan persentase anorganik daur ulang (dari 4,24% menjadi 3,63%) perlu dikaji lebih mendalam. Hasil ini kontras dengan beberapa studi seperti Sari *et al.* (2023) yang melaporkan peningkatan sampah daur ulang setelah intervensi pengolahan. Namun, penurunan dalam penelitian ini dapat dijelaskan melalui dua faktor: (1) sebagian material daur ulang telah terkonversi menjadi produk lain

(misalnya *ecobrick*) sehingga tidak tercatat sebagai sampah, atau (2) adanya kebocoran sistem pengumpulan sampah anorganik ke pihak informal (pemulung), sebagaimana diungkapkan dalam penelitian Febrianto (2021).

Implikasi dari temuan ini menegaskan bahwa UPS Pulau Merah berperan penting dalam mentransformasi komposisi sampah melalui peningkatan pengelolaan organik dan reduksi residu. Namun, diperlukan penguatan sistem daur ulang untuk memastikan material anorganik tidak terlepas dari rantai nilai. Rekomendasi kebijakan mencakup integrasi UPS Pulau Merah dengan bank sampah atau pengepul, serta insentif bagi partisipasi masyarakat dalam memilah sampah, sebagaimana disarankan oleh Nasution *et al.* (2022). Dengan demikian, UPS tidak hanya mengurangi beban TPA tetapi juga mendukung ekonomi sirkular di kawasan pesisir.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai dampak beroperasinya Unit Pengelola Sampah (UPS) Pantai Pulau Merah Banyuwangi, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

- a. Jumlah sampah terkelola meningkat signifikan pasca operasional UPS Pulau Merah
 - Rata-rata volume sampah sebelum UPS Pulau Merah adalah 5.239,38 kg/bulan ($SD = \pm 2.088,82$), sedangkan setelah UPS meningkat menjadi 12.109,33 kg/bulan ($SD = \pm 4.495,79$).
 - Jumlah sampah terkelola paling tinggi pada Oktober 2022 (20.028 kg). Terjadi peningkatan jumlah total sampah sebesar 131,12% pasca operasional UPS Pulau Merah dibandingkan ketika UPS Pulau Merah belum beroperasi.
 - Peningkatan ini dapat disebabkan oleh efektivitas pengumpulan sampah oleh UPS Pulau Merah, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kenaikan jumlah wisatawan, penambahan jumlah homestay dan warung makan yang ikut layanan, serta sampah laut akibat angin muson barat.
 - Hasil uji T-test mengonfirmasi perbedaan signifikan ($\alpha < 0,05$) antara jumlah sampah sebelum dan setelah operasional UPS Pulau Merah.
- b. Tidak terjadi perubahan komposisi sampah yang signifikan pasca operasional UPS Pulau Merah:
 - Sampah organik merupakan sampah dengan persentase terbesar, disusul residu dan anorganik daur ulang. Pola serupa baik sebelum maupun setelah UPS Pulau Merah beroperasi.
 - Sebelum UPS Pulau Merah beroperasi, komposisi sampah adalah organik 65,29%, residu 30,47%, dan anorganik daur ulang 4,24%. Setelah UPS Pulau Merah beroperasi, terjadi peningkatan proporsi organik menjadi 68,65%,

penurunan residu menjadi 27,72%, dan penurunan anorganik daur ulang 3,63%.

- Perubahan ini menunjukkan bahwa UPS berhasil meningkatkan pemilahan dan pengolahan sampah organik (melalui pengomposan), serta mengurangi sampah residu yang dibuang ke TPA.
- Namun, penurunan persentase anorganik daur ulang mengindikasikan bahwa sistem daur ulang masih perlu ditingkatkan, kemungkinan karena kebocoran ke sektor informal (pemulung) atau kurangnya insentif bagi masyarakat yang memilah dan mengumpulkan material *recyclable*.

c. Implikasi Kebijakan & Rekomendasi

- UPS efektif dalam mengelola sampah organik, tetapi perlu diintegrasikan dengan sistem daur ulang yang lebih kuat (misalnya melalui bank sampah atau kemitraan dengan pelaku daur ulang).
- Perlu edukasi lebih intensif kepada wisatawan dan masyarakat mengenai pemilahan sampah di sumber dan praktik 3R untuk memaksimalkan dampak UPS Pulau Merah.
- Fluktuasi jumlah sampah yang tinggi setelah operasional UPS Pulau Merah perlu dikaji lebih lanjut, termasuk pengaruh faktor musim wisatawan terhadap timbulan sampah dan sampah laut.
- Studi lanjutan diperlukan untuk menganalisis dampak ekonomi dari peningkatan persentase pengelolaan sampah organik dan distribusi anorganik daur ulang, serta analisis pengurangan emisi gas rumah kaca karena penurunan persentase residu pasca berjalannya operasional UPS Pulau Merah.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih atas program pendampingan masyarakat di kawasan wisata pantai Pulau Merah melalui program EcoRanger oleh Yayasan Greeneration Indonesia pada tahun 2019-2021, dan program Implementasi SOP Sampah Plastik di Kawasan Wisata Bahari oleh Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif RI tahun 2021-2022.

6. REFERENSI

- [1] K. L. Hidup, "Direktorat Pengurangan Sampah," 2023.
- [2] M. E. Defristno, A. Herdianto, and A. R. Purwandari, "Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca dari Degradasi Popok Sekali Pakai di Kabupaten Jember dengan Metode IPCC Tier 1," vol. 3, no. 2, pp. 72–82, 2024.
- [3] O. Giannakitsidou, I. Giannikos, and A. Chondrou, "Ranking European

- countries on the basis of their environmental and circular economy performance: A DEA application in MSW,” *Waste Manag.*, vol. 109, pp. 181–191, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.04.055>.
- [4] G. M. Galli *et al.*, “Low Dose of Nanocapsules Containing Eucalyptus Oil Has Beneficial Repellent Effect Against Horn Fly (Diptera: Muscidae),” *J. Econ. Entomol.*, vol. 111, no. 6, pp. 2983–2987, Dec. 2018, doi: 10.1093/jee/toy267.
- [5] M. E. Defriatno, “Analisis timbulan dan karakteristik sampah kegiatan akademik di universitas pgri argopuro jember,” *J. Jernih*, vol. 02, no. 01, pp. 10–20, 2024.
- [6] S. A. Siddiqui *et al.*, “Black soldier fly larvae (BSFL) and their affinity for organic waste processing,” *Waste Manag.*, vol. 140, pp. 1–13, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.12.044>.
- [7] M. Salam *et al.*, “Effect of different environmental conditions on the growth and development of Black Soldier Fly Larvae and its utilization in solid waste management and pollution mitigation,” *Environ. Technol. Innov.*, vol. 28, p. 102649, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102649>.
- [8] C. Nainari, G. Sudheer, K. Reddy, and K. Sunil, “Composting zero waste way for sustainable agriculture,” *J. Pharm. Innov.*, vol. 11, no. 12, pp. 278–287, 2022.
- [9] R. Tang *et al.*, “Effect of moisture content, aeration rate, and C/N on maturity and gaseous emissions during kitchen waste rapid composting,” *J. Environ. Manage.*, vol. 326, p. 116662, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116662>.
- [10] S. Zulkifli, A. Jayanegara, B. Noorachmat, M. Fahmi, and T. Tandio, “Sustainability Analysis of Environmental Waste Alleviation through Bioconversion using Black Soldier Fly Larvae: A Case Study in Depok City, Indonesia,” *J. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung. (Journal Nat. Resour. Environ. Manag.)*, vol. 15, p. 19, Jan. 2025, doi: 10.29244/jpsl.15.1.19.
- [11] S. Muyasaroh, A. Muzaqi, M. E. Defriatno, dan A. Krisdhianto, “Analisis Sosial Kelompok Masyarakat di Kawasan Wisata Pantai Pulau Merah dalam Implementasi SOP Pengelolaan Sampah Plastik di Destinasi Wisata Bahari,” *Jurnal Engineering* 5 (1), 1-11, 2023
- [12] A. Krisdhianto, S. Muyasaroh, M. E. Defriatno, “Analisis Timbulan, Komposisi, dan Potensi Pengolahan Sampah Kawasan Wisata Pantai Pulau Merah Banyuwangi,” *Jurnal Biosense* 6 (01), 60-72, 2023