

Persepsi Masyarakat: SMART-LANDFILLPRISM-Inovasi Teknologi AI untuk Pengelolaan Limbah dan Pembangunan Berkelanjutan di Benowo, Surabaya

Community Perception: SMART-LANDFILLPRISM - AI Technology Innovation for Waste Management and Sustainable Development in Benowo, Surabaya

**Karna Abadi¹, Akbar Wildanata², Roy Nurfaza³, May Treyakasih⁴,
Dwi Anggorowati Rahayu⁵***

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Surabaya, 60231, Indonesia

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Surabaya, 60231, Indonesia

³Program Studi Manajemen Informatika, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Surabaya, 60231, Indonesia

⁴Program Studi Ilmu Administrasi Negara, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Jalan Ketintang Surabaya, 60231, Indonesia

⁵Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Surabaya, 60231, Indonesia

*e-mail korespondensi: dwirahayu@unesa.ac.id

Riwayat Artikel

Diterima : 25 January 2025
Direvisi : 5 February 2025
Diterima : 12 March 2025
Publish : 30 Juni 2025

Kata kunci:

Inovasi; Smart-Landfillprism,
Presepsi

ABSTRAK

Sampah menjadi permasalahan lingkungan hidup yang harus dihadapi banyak negara, salah satunya Indonesia. Isu lingkungan yang tengah ramai diperbincangkan yakni fenomena darurat pengelolaan sampah, salah satunya TPA Benowo Kota Surabaya. Pengelolaan limbah adalah salah satu tantangan utama dalam pembangunan kota yang berkelanjutan, terutama di kawasan padat penduduk seperti Benowo, Surabaya. Konsep desain teknologi ini dikembangkan dengan fitur sortir dibantu artificial intelligence, machine learning, fitur waste energy dengan nano wind generator, photovoltaic array, droplet-based energy generator, dan fitur sensoring. Smart-Landfillprism yang dikembangkan mendukung SDGs poin ke-7 (Energy bersih dan terjangkau) ke-9 (Industri, inovasi, dan infrastruktur), dan ke-11 (Kota dan permukiman yang berkelanjutan). Penelitian ini mengevaluasi konsep SMART-LANDFILLPRISM, sebuah inovasi teknologi yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan landfill dengan memanfaatkan teknologi Artificial Intelligence (AI). Berdasarkan penilaian dari responden, teknologi ini mendapatkan skor rata-rata tinggi dalam berbagai aspek, pengembangan produksi (4.7), tingkat pengetahuan yang berkembang (4.4), dan kemampuannya dalam mengatasi masalah limbah di Benowo (4.5). Penggunaan AI dalam manajemen landfill menunjukkan potensi besar dengan skor 4.7, teknologi ini dapat mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) melalui perwujudan kota berkelanjutan. Video animasi yang menjelaskan SMART-LANDFILLPRISM tidak hanya efektif dalam mengkomunikasikan gagasan futuristik ini, tetapi juga relevan dalam memperkenalkan teknologi kepada masyarakat luas dengan skor 4.7. Secara keseluruhan, SMART-LANDFILLPRISM memberikan manfaat signifikan bagi masyarakat di sekitar lokasi dengan skor 4.7 dan menunjukkan potensi pengembangan lebih lanjut dalam konteks kota Surabaya dengan skor 4.7. Penelitian ini mengindikasikan bahwa inovasi seperti SMART-LANDFILLPRISM yang di desain memiliki kemampuan untuk meningkatkan pemahaman Masyarakat terkait teknologi pengelolaan sampah dan efektivitas pengelolaan limbah secara keseluruhan.

How to cite: Abadi, K., Wildanata, A., Nurfaza, R., Treyakasih, M & Rahayu, D.A. (2025). Persepsi Masyarakat: SMART-LANDFILLPRISM-Inovasi Teknologi AI untuk Pengelolaan Limbah dan Pembangunan Berkelanjutan di Benowo, Surabaya. *Journal of innovation and Technology*, 2(1): 1-7.

PENDAHULUAN

Sampah menjadi permasalahan lingkungan hidup yang harus dihadapi banyak negara, salah satunya Indonesia. Isu lingkungan yang tengah ramai diperbincangkan yakni fenomena darurat pengelolaan sampah. Merujuk pada data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) terdapat 260 kota di Indonesia pada tahun 2023 menghadapi masalah pengelolaan sampah (SIPSN, 2023). Hal tersebut berdampak pada jumlah timbunan sampah setiap harinya. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menyebutkan bahwa jumlah timbunan sampah Indonesia tahun 2020 menembus angka 67,8 juta ton dan berpotensi terjadi lonjakan (Anugrah, 2020). Potensi tersebut harus diatasi dengan menekan angka konsumsi masyarakat terhadap penggunaan plastik dan peningkatan kesadaran masyarakat. Kurang lebih 38,28% sampah bersumber dari rumah tangga (KLHK, 2023). Komposisi sampah cukup beragam mulai B3, organik, pecahan kaca, dan lainnya. Kapasitas sampah tergolong banyak, tetapi ketersediaan lahan tempat pemrosesan akhir (TPA) semakin menipis (Monice & Perinov, 2016). Menipisnya tempat pemrosesan akhir berisiko terbakar, overload, dan ditutup permanen.

Kota Surabaya sebagai jantung dari Jawa Timur dengan penduduk terbanyak mencapai 2,88 juta jiwa di tahun 2022 (BPS, 2023). Jumlah tersebut diperkirakan akan terus meningkat setiap tahunnya. Peningkatan jumlah penduduk dapat dilihat di tahun 2024, penduduk mencapai 3.009.286 jiwa (BPS, 2024). Tempat pengelolaan sampah yang ada di Kota Surabaya yaitu TPA Benowo. Jumlah sampah yang masuk ke TPA Benowo menyentuh angka 1500 – 1600 ton/hari (Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2023). Angka tersebut tergolong tinggi, jika tidak diimbangi dengan pengelolaan sampah secara efektif efisien akan berdampak buruk pada TPA. Sumber emisi gas rumah kaca terbesar dari kegiatan pengelolaan sampah timbul dari pengangkutan sampah dari sumber ke TPA dan penimbunan sampah di TPA (Masrifatus et al., 2021). Emisi gas rumah kaca menjadi bukti nyata adanya dampak yang dihasilkan dari tumpukan sampah yang berlebih di TPA.

Berdasarkan permasalahan dan pernyataan di atas, terciptalah sebuah terobosan baru berupa Smart-Landfillprism. Inovasi landfill pintar memproses sampah secara efektif dan efisien memaksimalkan energi terbarukan dengan sentuhan teknologi modern artificial intelligence. Konsep bangunan dari landfill pintar yakni prisma segi delapan, melambangkan delapan fungsi bangunan mulai dari pemilahan, penyimpanan, pembakaran, operasional, pembuatan pupuk, daur ulang sampah, penjualan, dan sarana edukasi. Berbagai fitur ditawarkan untuk meningkatkan performa dari Bangunan Smart-Landfillprism sebagai alternatif penyelesaian masalah sempitnya lahan TPA dan peningkatan volume sampah akibat kurangnya kesadaran masyarakat dalam membuang serta memilah sampah. Hal ini terlihat dari keberadaan fitur sortir dibantu artificial intelligence, machine learning, fitur waste energy dengan nano wind generator, photovoltaic array, droplet-based energy generator, dan fitur sensing. Smart-Landfillprism yang dikembangkan mendukung SDGs poin ke-7 (Energy bersih dan terjangkau) ke-9 (Industri, inovasi, dan infrastruktur), dan ke-11 (Kota dan permukiman yang berkelanjutan).

Kebutuhan untuk mengidentifikasi adanya kesenjangan pengetahuan dan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan limbah sangat penting dilakukan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah dapat meningkatkan efektivitas layanan dan mengurangi dampak lingkungan negatif (Inaku, 2023; Khair et al., 2022). Namun, masih terdapat tantangan dalam membangun kesadaran dan pemahaman masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Keterlibatan masyarakat dalam perencanaan dan pelaksanaan program pengelolaan limbah sangat penting untuk menciptakan solusi yang berkelanjutan dan efektif (Niyobuhungiro & Schenck, 2022). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis persepsi masyarakat terhadap teknologi AI dalam pengelolaan limbah dan dampaknya terhadap pembangunan berkelanjutan di Benowo. Dengan memahami persepsi masyarakat, diharapkan dapat ditemukan strategi yang lebih baik untuk meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan limbah dan mendukung

inisiatif pembangunan berkelanjutan (Yusof et al., 2019; Seng et al., 2018; Putri, 2023). Melalui pendekatan partisipatif, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi bagi pemerintah dan pemangku kepentingan lainnya dalam merancang program pengelolaan limbah yang lebih responsif terhadap kebutuhan dan harapan masyarakat. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan kebijakan yang lebih inklusif dan berkelanjutan dalam pengelolaan limbah di Surabaya.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *mixed methods* dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk mengkaji persepsi masyarakat terhadap inovasi teknologi SMART-LANDFILLPRISM di TPA Benowo, Surabaya. Data kuantitatif diperoleh melalui survei kuesioner dengan teknik *stratified random sampling* untuk mewakili berbagai lapisan masyarakat, sedangkan data kualitatif dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan tokoh masyarakat dan observasi lapangan. Analisis data kuantitatif dilakukan menggunakan statistik deskriptif dan inferensial, sedangkan data kualitatif dianalisis dengan penguatan referensi. Hasil dari kedua pendekatan ini diintegrasikan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai persepsi masyarakat terhadap penerapan teknologi tersebut dalam konteks pengelolaan limbah dan pembangunan berkelanjutan. Penggunaan metode analisis kuantitatif untuk mengukur efektivitas dari inovasi teknologi yang diterapkan (Fajriyah & Wardhani, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian mengenai persepsi masyarakat terhadap SMART-LANDFILLPRISM, sebuah inovasi teknologi AI dalam pengelolaan limbah di TPA Benowo, Surabaya, menunjukkan tanggapan yang umumnya positif. Mayoritas responden menyatakan bahwa inovasi yang dikembangkan sebagai langkah maju yang efektif dalam mengatasi masalah pengelolaan sampah yang selama ini menjadi tantangan utama di wilayah tersebut. Skor persepsi masyarakat terhadap berbagai aspek implementasi SMART-LANDFILLPRISM, seperti efisiensi pengelolaan limbah, dampak lingkungan, serta potensi keberlanjutan, menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi. Masyarakat juga mengapresiasi peningkatan kualitas hidup dan pengurangan polusi yang dihasilkan dari implementasi teknologi ini. Secara keseluruhan, hasil ini mencerminkan penerimaan yang baik terhadap inovasi teknologi tersebut, dengan potensi besar untuk mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan di Surabaya. Hasil penelitian terkait persepsi Masyarakat sebagai berikut:

Tabel 1. Persepsi Masyarakat terkait pengembangan SMART-LANDFILLPRISM

Persepsi Masyarakat terhadap Landfillprism yang dikembangkan	Smart-Rata-rata	Analisis
Pengembangan Produksi	4.7	Pengembangan produksi SMART-LANDFILLPRISM dinilai sangat baik (4.7), mencerminkan efisiensi dalam proses pengembangan teknologi ini. Implementasi yang efektif dari teknologi ini dapat dilihat sebagai langkah maju dalam mengatasi masalah pengelolaan sampah di tempat pembuangan akhir (TPA). Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyoroti pentingnya pengembangan teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam manajemen sampah (Misra & Pandey, 2020).

Tingkat pengetahuan tentang SMART-LANDFILLPRISM yang dikembangkan setelah menyimak video	4.4	Skor ini menunjukkan bahwa video yang disediakan telah memberikan pemahaman yang baik kepada penonton tentang konsep SMART-LANDFILLPRISM, meskipun ada ruang untuk meningkatkan pemahaman lebih lanjut.
SMART-LANDFILLPRISM dalam mengatasi masalah limbah sampah di Benowo, Surabaya	4.5	Kontribusi SMART-LANDFILLPRISM dalam mengatasi masalah limbah di Benowo, Surabaya, dinilai cukup efektif (4.5). Hal ini menggarisbawahi pentingnya teknologi canggih dalam pengelolaan limbah untuk mencapai kota yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Solikha et al., 2024). Dengan implementasi yang tepat, teknologi ini dapat mengurangi dampak negatif dari limbah terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat setempat.
Penggunaan teknologi Artificial Intelligence (AI) dalam manajemen landfill	4.7	Penggunaan AI dalam manajemen landfill dipersepsikan sangat efektif (4.7), menggambarkan kehandalan teknologi ini dalam mengoptimalkan operasi pengelolaan sampah. AI telah terbukti memberikan solusi yang inovatif dalam analisis dan prediksi dalam berbagai bidang, termasuk manajemen sumber daya alam dan lingkungan (Zhang et al., 2022). Implementasi AI dalam SMART-LANDFILLPRISM dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.
SMART-LANDFILLPRISM yang tertuang dalam Video merupakan gagasan futuristik yang menarik dan mendukung pengembangan SDGS melalui penciptaan kota yang berkelanjutan di Benowo, Surabaya	4.7	Konsep SMART-LANDFILLPRISM yang dianggap sebagai gagasan futuristik yang menarik (4.7) menunjukkan potensi besar untuk mendukung penciptaan kota yang berkelanjutan melalui penerapan teknologi canggih. Konsep ini mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) dengan meminimalkan limbah dan memanfaatkan sumber daya secara efisien.
SMART-LANDFILLPRISM memberikan manfaat yang cukup signifikan bagi masyarakat di sekitar lokasi	4.7	Manfaat yang signifikan dari SMART-LANDFILLPRISM bagi masyarakat lokal (4.7) menyoroti dampak positif teknologi ini terhadap kualitas hidup dan lingkungan sekitar. Implementasi teknologi yang berorientasi pada keberlanjutan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan meminimalkan risiko kesehatan akibat limbah.

Pengembangan lebih lanjut Gagasan Futuristik yang tertung dalam animasi video seperti SMART-LANDFILLPRISM di Kota Surabaya 4.7

Efektif konsep SMART-LANDFILLPRISM kepada masyarakat 4.6

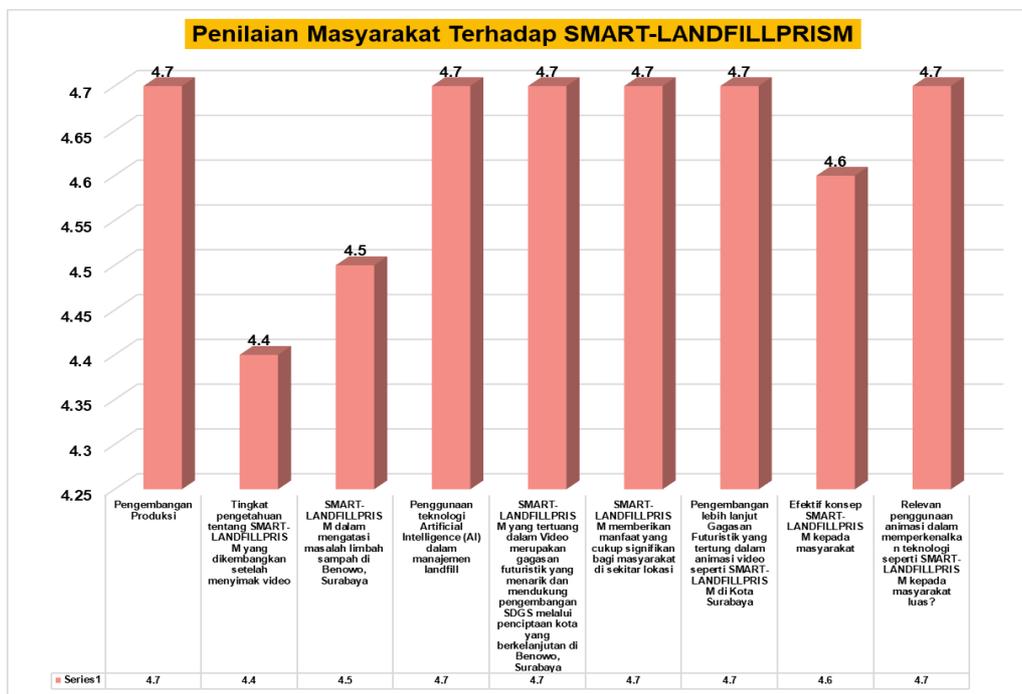
Relevan penggunaan animasi dalam memperkenalkan teknologi seperti SMART-LANDFILLPRISM kepada masyarakat luas? 4.7

Dukungan kuat untuk pengembangan lebih lanjut dari konsep futuristik yang diusulkan dalam animasi video

Konsep ini dianggap efektif dalam komunikasinya kepada masyarakat luas.

Penggunaan animasi dalam memperkenalkan teknologi seperti SMART-LANDFILLPRISM kepada masyarakat luas dinilai sangat relevan (4.7). Media visual seperti animasi telah terbukti efektif dalam menyampaikan informasi kompleks secara menarik dan mudah dipahami oleh berbagai kelompok Masyarakat.

Permasalahan sampah merupakan isu global yang memerlukan penanganan serius, termasuk di Indonesia. Salah satu lokasi yang menjadi sorotan dalam penelitian pengelolaan sampah adalah TPA Benowo, Kota Surabaya. Di kawasan padat penduduk seperti Benowo, tantangan pengelolaan limbah semakin kompleks, terutama dalam konteks pembangunan kota yang berkelanjutan. Inovasi teknologi seperti SMART-LANDFILLPRISM merupakan salah satu solusi yang dinilai dapat menjawab permasalahan sampah. Teknologi SMART-LANDFILLPRISM mengintegrasikan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI). Teknologi ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dalam manajemen limbah melalui proses otomatisasi dan pemantauan real-time. Implementasi teknologi ini berkontribusi secara signifikan dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya poin ke-7 (Energi Bersih dan Terjangkau), ke-9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur), serta ke-11 (Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan).



Gambar 1. Hasil persepsi Masyarakat terhadap pengembangan SMART LANDFILLPRISM

Teknologi AI menjadi komponen utama dalam manajemen TPA melalui SMART-LANDFILLPRISM, yang dinilai sangat positif dengan skor 4.7. AI memungkinkan pengelolaan limbah yang lebih tepat sasaran melalui otomatisasi proses, prediksi pola pengumpulan sampah, dan pengoptimalan pemanfaatan energi. Studi yang telah dilakukan oleh Zhang et al. (2022) menunjukkan bahwa penerapan AI dalam pengelolaan lingkungan dapat meningkatkan efisiensi operasional dan

membantu mengurangi dampak negatif lingkungan, yang sejalan dengan temuan dalam penelitian ini. Selain itu, penggunaan **video animasi** sebagai media untuk memperkenalkan konsep SMART-LANDFILLPRISM kepada masyarakat umum dinilai sangat relevan, dengan skor 4.7. Media visual ini terbukti efektif dalam menyampaikan ide-ide kompleks secara menarik dan mudah dipahami, sebagaimana didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa media animasi mampu meningkatkan engagement dan pemahaman masyarakat terhadap konsep teknologi (Aristovnik et al., 2021).

Secara keseluruhan, SMART-LANDFILLPRISM tidak hanya memberikan manfaat signifikan bagi masyarakat sekitar lokasi TPA Benowo, tetapi juga menunjukkan potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut di kota-kota lain, terutama dalam konteks pencapaian pembangunan kota berkelanjutan. Dengan skor 4.7 pada berbagai aspek seperti manfaat bagi masyarakat, potensi pengembangan teknologi ini sangat besar, dan sejalan dengan pencapaian SDGs yang lebih luas. Inovasi ini dapat menjadi salah satu solusi utama dalam meningkatkan pengelolaan limbah di Indonesia.

Kesimpulan

SMART-LANDFILLPRISM memberikan manfaat signifikan bagi masyarakat di sekitar lokasi dengan skor 4.7 dan menunjukkan potensi pengembangan lebih lanjut dalam konteks kota Surabaya dengan skor 4.7. Penelitian ini mengindikasikan bahwa inovasi seperti SMART-LANDFILLPRISM yang di desain memiliki kemampuan untuk meningkatkan pemahaman Masyarakat terkait teknologi pengolahan sampah dan efektivitas pengelolaan limbah secara keseluruhan.

Daftar Pustaka

- Anugrah, Nunu. 2020. *KLHK: Indonesia Memasuki Era Baru Pengelolaan Sampah*. URL: http://ppid.menlhk.go.id/siaran_pers/browse/2329. Diakses pada 12 Februari 2024.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. 2023. *Kota Surabaya Dalam Angka 2023*. BPS Kota Surabaya. Surabaya.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. 2024. *Kota Surabaya Dalam Angka 2024*. BPS Kota Surabaya. Surabaya.
- Bagus, H. 2017. Analisis Kadar Nh3, Karakteristik Individu dan Keluhan Pernapasan Pemulung di TPA Sampah Benowo dan Bukan Pemulung di Sekitar TPA Sampah Benowo Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 9(2): 135–144.
- Diskominfo Kota Surabaya. 2023. *Volume Sampah Harian di Kota Surabaya 60 Persen Didominasi Organik*. URL: <https://www.surabaya.go.id/id/berita/74939/volume-sampah-harian-di-surabaya-60-persen-didominasi-organik>. Diakses pada 13 Februari 2024.
- Herman Bagus D. 2017. Analisis Kadar Nh3, Karakteristik Individu dan Keluhan Pernapasan Pemulung di TPA Sampah Benowo dan Bukan Pemulung di Sekitar TPA Sampah Benowo Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* Vol. 9, No. 2 Juli 2017: 135–144.
- Hidayat Ramli Inaku, A., Hadiyanto, H., Rya Abdurachim, H., & Hawali Abdul Matin, H, 2023. Plastic management on the kelapa island, indonesia: analysis of community perception and participation. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 20(3): 612-620. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v20i3.612-620>.
- Khair, M. S. A. A., Ahmad, P. B., & Marzukhi, M. A, 2022. Public perception on involvement in solid waste management process and practices: a case study of johor bharu, malaysia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1067(1): 012032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1067/1/012032>.
- KLHK, 2023. *Oase Kabinet dan KLHK Ajak Masyarakat Kelola Sampah Organik Menjadi Kompos*. URL: <https://ppid.menlhk.go.id/berita/siaran-pers/7222/oase-kabinet-dan-klhk-ajak-masyarakat-kelola-sampah-organik-menjadi-kompos>. Diakses tanggal 16 Juli 2024.
- Masrifatus et al. 2021. Estimasi Gas Rumah Kaca (GRK) Kegiatan Pengelolaan Sampah di Kelurahan Karang Joang, Balikpapan. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*. 13(1): 17–33.
- Monice & Perinov, 2016. Analisis Potensi Sampah sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) di Pekanbaru. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*. 1(2):9-16.

- Niyobuhungiro, Rissa V., & Schenck, Catherina, 2022. Exploring community perceptions of illegal dumping in Fisantekraal using participatory action research. *South African Journal of Science*, 118(spe): 33-39. <https://dx.doi.org/10.17159/sajs.2022/12563>.
- Putri, N. A., Adinugraha, H. H., Sophie, B., & Sophie, V, 2023. Waste bank management in improving the community economy in sokoyoso village, kajen district, pekalongan regency. *Pengabdian: Jurnal Abdimas*, 1(3). <https://doi.org/10.55849/abdimas.v1i3.191>.
- Seng, B., Fujiwara, T., & Spoann, V, 2018. Households' knowledge, attitudes, and practices toward solid waste management in suburbs of phnom penh, cambodia. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 36(10), 993-1000. <https://doi.org/10.1177/0734242x18790800>.
- Shi *et al.* 2020. Bi-objective design of household E-waste collection with public advertising and competition from informal sectors. *Waste Management*. 52(102):5-10.
- SIPSN. 2023. *Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah*. URL: [SIPSN – Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional \(menlhk.go.id\)](https://sipsn.menlhk.go.id). Diakses tanggal 16 Juli 2024.
- Solikha, N., Nawiyanto, Haryanto, D & Sampurna, H. 2024. Bank sampah and waste management in urban Surabaya, Indonesia. *International Journal of Humanities and Arts*. 6(1): 78-82
- Yusof, K., Ismail, F., Yunus, J., Kasmuni, N., Ramele@Ramli, R., Omar, M. F. & Mustaffa, H, 2019. Community participation and performance of waste segregation program in malacca: towards sustainable waste management. *MATEC Web of Conferences*, 266, 02003. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201926602003>.
- Zhang, Y., Liu, Q., Wang, Y., & Chen, J. 2022. Application of Artificial Intelligence in Environmental Protection: A Review. *Journal of Cleaner Production*. 429 (1):23-30.