

Evaluasi Implementasi Insinerator dalam Pengelolaan Sampah di Kabupaten Purworejo

Sapta Suhardono¹, I Wayan Koko Suryawan^{2*}

¹Program Ilmu Lingkungan, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Perencanaan Infrastruktur, Universitas Pertamina, Jakarta, 12220, Indonesia

*Corresponding author: i.suryawan@universitaspertamina.ac.id

Received: 28 Oktober 2024

Accepted: 25 December 2024

Abstrak

Kabupaten Purworejo menghadapi tantangan peningkatan volume sampah sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan urbanisasi. Penelitian ini fokus pada evaluasi implementasi insinerator sebagai alternatif solusi pengelolaan sampah di daerah tersebut. Berdasarkan analisis data, ditemukan bahwa komposisi sampah didominasi oleh kayu-ranting (52%), kertas-karton (2%), dan plastik (15%), dengan kayu-ranting menunjukkan potensi nilai kalor tinggi. Dari total sampah yang dikelola di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Jetis, insinerator mampu memproses 397,85 ton/tahun, memusnahkan 372,3 ton/tahun dan meninggalkan 25,55 ton residu/tahun, dengan efisiensi mencapai 93,58%. Walaupun teknologi insinerator menawarkan solusi efektif, penelitian ini menemukan urgensi pemantauan kualitas udara sebagai dampak operasionalnya. Sebagai rekomendasi, dianjurkan peningkatan kemitraan dengan sektor swasta, adopsi teknologi pengolahan udara terkini, dan pelatihan masyarakat untuk pemilahan sampah di sumber. Diharapkan dengan implementasi rekomendasi ini, Kabupaten Purworejo dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah sambil meminimalkan dampak lingkungannya.

Kata kunci: Insinerator, Pengelolaan Sampah, Kabupaten Purworejo, Pemantauan Lingkungan

Abstract

Purworejo District faces challenges with escalating waste volumes, in line with population growth and urbanization. This study centers on evaluating the implementation of incinerators as an alternative waste management solution in the region. Based on data analysis, it was found that the waste composition is dominated by wood branches (52%), paper-cardboard (2%), and plastic (15%), with wood branches indicating a high calorific potential. Of the total waste managed at the Jetis Final Disposal Site (TPA), the incinerator is capable of processing 397.85 tons/year, destroying 372.3 tons/year, and leaving 25.55 tons of residue/year, achieving an efficiency of 93.58%. While the incinerator technology offers an effective solution, the study identifies the urgency of air quality monitoring due to its operational impact. Recommendations include enhancing partnerships with the private sector, adopting cutting-edge air processing technology, and community training for source-based waste segregation. With the implementation of these recommendations, it is hoped that Purworejo District can enhance waste management efficiency while minimizing environmental impacts.

Keywords: Incinerator, Waste Management, Purworejo District, Environmental Monitoring.

PENDAHULUAN

Peningkatan populasi dan perkembangan urbanisasi di berbagai wilayah di dunia, termasuk di Indonesia, telah menimbulkan berbagai tantangan dalam pengelolaan sampah (N. A. Sari et al., 2022; Sianipar et al., 2022; Suhardono et al., 2024; Suryawan et al., 2025; Ulhasanah et al., 2025; Widyarsana & Zafira, 2015). Salah satu teknologi yang kerap dianggap sebagai solusi dalam menangani isu ini adalah insinerator (Baxter et al., 2016; Rania et al., 2019; M. M. Sari, Inoue, Septiariva, et al., 2022). Melalui proses pembakaran, insinerator mampu mengurangi volume dan berat sampah secara signifikan, sambil menghasilkan energi yang dapat dimanfaatkan. Namun, meskipun potensinya besar, implementasi insinerator tidak

luput dari kontroversi, terutama terkait dampak lingkungannya. Ada kekhawatiran mengenai emisi yang dihasilkan dari pembakaran sampah dan dampaknya terhadap kualitas udara dan kesehatan masyarakat (Wajs et al., 2019). Oleh karena itu, penting untuk melakukan kajian mendalam mengenai implementasi insinerator, terutama dalam konteks lokal, untuk memahami sejauh mana efektivitas dan dampak lingkungan dari teknologi ini.

Urgensi penerapan insinerator terutama terletak pada kemampuannya mengatasi persoalan *landfill* atau tempat pemrosesan akhir (TPA) yang semakin menipis (Suhardono et al., 2023, 2025; Suryawan & Lee, 2024). Selain itu, banyak TPA yang kini

menghadapi masalah kapasitas penuh, sehingga pembakaran dengan insinerator menjadi alternatif yang menjanjikan. Insinerator juga dapat mengurangi dampak lingkungan dari dekomposisi sampah organik, seperti produksi metana, yang merupakan gas rumah kaca (Abubakar et al., 2022; Septiariva & Suryawan, 2021; Suryawan & Lee, 2023). Namun, meskipun potensinya besar, implementasi insinerator tidak luput dari kontroversi, terutama terkait dampak lingkungannya. Ada kekhawatiran mengenai emisi yang dihasilkan dari pembakaran sampah dan dampaknya terhadap kualitas udara dan kesehatan masyarakat.

Insinerator didefinisikan sebagai fasilitas yang menggunakan proses pembakaran untuk mengkonversi sampah menjadi energi dan sisa residu yang lebih sedikit (Tchobanoglous & Vigil, 1993). Pembakaran sampah pada suhu tinggi tidak hanya mengurangi volume dan berat sampah, tetapi juga mengurangi potensi bahaya dari limbah tertentu (Honus et al., 2018; Mlonka-Mędrala et al., 2021; N. A. Sari et al., 2022; Suryawan et al., 2022a). Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai implementasi insinerator di berbagai wilayah. Sebagai contoh, di Jepang, insinerator telah lama dijadikan solusi utama dalam mengelola sampah perkotaan, dengan teknologi yang canggih dalam mengurangi emisi gas rumah kaca (Chaowiang et al., 2022; Xiong et al., 2019). Eropa, terutama negara-negara seperti Swedia dan Denmark, juga telah sukses mengimplementasikan insinerator dengan efisiensi tinggi yang menghasilkan energi listrik (Levaggi et al., 2020). Menurut (Pasek et al., 2013; M. M. Sari, Inoue, Harryes, et al., 2022), insinerator membantu mengurangi timbulan sampah yang akan dibuang ke *landfill*, sehingga memperpanjang umur operasional *landfill*. Selain itu, energi yang dihasilkan dari proses pembakaran bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan listrik atau pemanasan.

Meski memiliki keuntungan, implementasi insinerator juga menimbulkan kekhawatiran, terutama terkait emisi dan dampaknya terhadap kualitas udara. Studi oleh (Pan et al., 2013; Verma et al., 2016) menunjukkan bahwa insinerator bisa menghasilkan polutan seperti dioksin yang

berpotensi merugikan kesehatan manusia dan lingkungan. Oleh karena itu, teknologi pengendalian polusi mutakhir diperlukan untuk memastikan operasi insinerator yang aman (Breum et al., 1996; Fikri et al., 2013).

Kabupaten Purworejo, seperti banyak kabupaten lain di Indonesia, juga menghadapi tantangan dalam pengelolaan sampah. Dengan karakteristik sampah yang didominasi oleh kayu-ranting, kertas-karton, dan plastik, Kabupaten Purworejo memiliki potensi tertentu dalam implementasi insinerator. Mengingat urgensi yang semakin mendesak, pertimbangan yang matang perlu dilakukan, dengan mempertimbangkan komposisi sampah, kebutuhan masyarakat, serta potensi dampak lingkungan. Dalam konteks inilah studi ini dilakukan, untuk memberikan wawasan mendalam mengenai potensi dan tantangan implementasi insinerator di Kabupaten Purworejo serta urgensi penerapannya dalam rangka pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

Kabupaten Purworejo, seperti banyak kabupaten lain di Indonesia, juga menghadapi tantangan dalam pengelolaan sampah. Dengan karakteristik sampah yang didominasi oleh kayu-ranting, kertas-karton, dan plastik, Kabupaten Purworejo memiliki potensi tertentu dalam implementasi insinerator. Namun, pertimbangan yang matang perlu dilakukan, dengan mempertimbangkan komposisi sampah, kebutuhan masyarakat, serta potensi dampak lingkungan. Dalam konteks inilah studi ini dilakukan, untuk mengalisa mengenai potensi dan tantangan implementasi insinerator di Kabupaten Purworejo.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metodologi yang digunakan berakar dari dua pendekatan utama: analisis data empiris dan tinjauan pustaka. Sumber data primer yang menjadi rujukan adalah dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) yang dioperasikan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2021. Platform digital ini menyediakan data terperinci tentang pengelolaan sampah di seluruh wilayah Indonesia, termasuk Kabupaten Purworejo (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021). Melalui sistem ini, informasi khusus mengenai komposisi

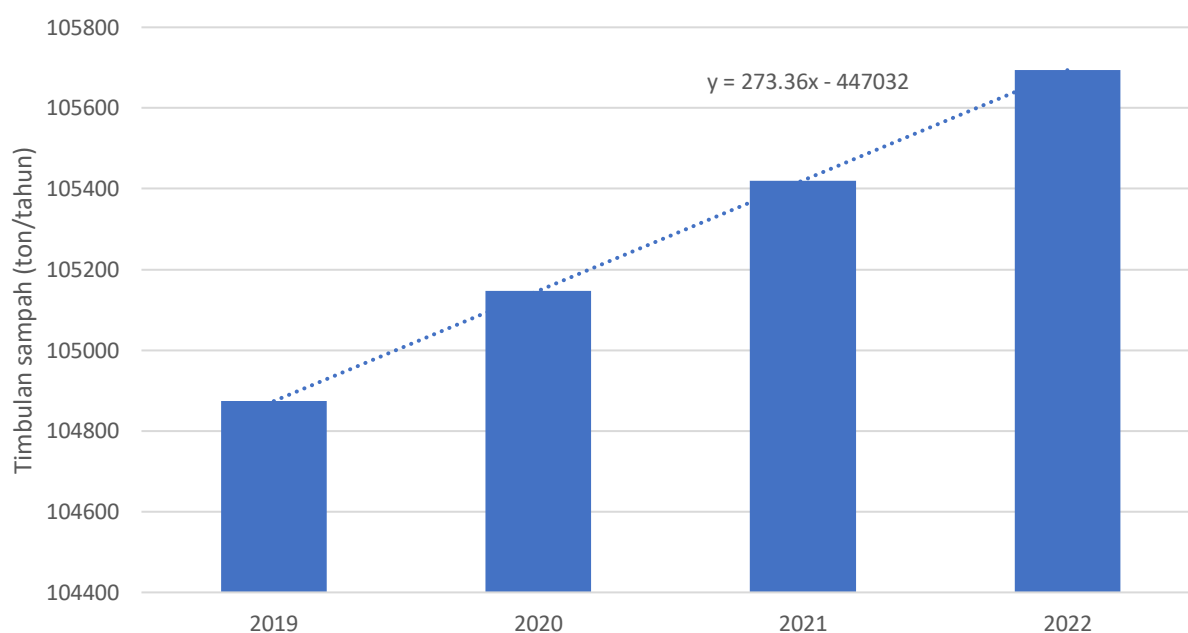
sampah, jumlahnya, serta strategi pengelolaannya di Kabupaten Purworejo berhasil diperoleh.

Setelah pengumpulan data berhasil dilakukan, langkah berikutnya adalah menganalisis data tersebut secara deskriptif. Analisis deskriptif ini mengungkap karakteristik dasar sampah di Kabupaten Purworejo, mencakup komposisi dan volumenya. Proses ini penting untuk memahami situasi pengelolaan sampah yang ada dengan lebih jelas. Untuk memberikan konteks yang lebih luas dan memperdalam pemahaman tentang situasi pengelolaan sampah di Indonesia secara lebih umum, penelitian ini juga mengadakan tinjauan pustaka. Pendekatan ini mengacu pada berbagai publikasi ilmiah, laporan riset sebelumnya, serta dokumen kebijakan yang relevan. Kajian literatur ini membantu dalam memetakan kajian-kajian terdahulu serta mengidentifikasi gap yang ada dalam penelitian sebelumnya. Dengan mengintegrasikan kedua pendekatan tersebut, penelitian ini berusaha untuk menggali informasi secara mendalam tentang tren, tantangan, dan solusi yang berhubungan dengan pengelolaan sampah di Kabupaten

Purworejo. Ini termasuk mempertimbangkan praktik-praktik terbaik dan hasil temuan dari daerah lain untuk memperkaya analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari tahun 2019 hingga 2022, Kabupaten Purworejo mengalami kenaikan timbulan sampah, seperti yang divisualisasikan pada Gambar 1. Data menunjukkan bahwa pada tahun 2019, timbulan sampah sebanyak 104,874 ton/tahun, dan meningkat tipis menjadi 105,694 ton/tahun pada tahun 2022. Meskipun terdapat peningkatan, namun jika dilihat dari selisih angkanya, pertumbuhan tersebut tidaklah besar, hanya sekitar 820 ton dalam rentang waktu tiga tahun. Dalam upaya memahami tren dari data ini, dilakukan analisis regresi linier. Hasil analisis menunjukkan bahwa koefisien determinasi atau R^2 bernilai 1. Nilai R^2 ini menandakan bahwa model regresi linier yang dibuat mampu menjelaskan seluruh variabilitas dari data timbulan sampah. Dengan kata lain, setiap perubahan tahun dapat dijelaskan dengan sempurna oleh model yang dibuat.



Gambar 1. Timbulan sampah di Kabupaten Purworejo

Kabupaten Purworejo menghadapi tantangan dalam pengelolaan timbulannya yang terus meningkat setiap tahun. Sebagai upaya untuk mengelolanya, mereka telah memanfaatkan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Jetis. Di lokasi ini, proses pengelolaan

sampah dibagi menjadi dua metode utama. Sebagian dari sampah tersebut, sebesar 397,85 ton/tahun, dikirim ke insinerator, suatu fasilitas yang dirancang untuk membakar sampah pada suhu yang sangat tinggi.

Insinerator ini efektif dalam mengurangi volume sampah. Data menunjukkan bahwa dari 397,85 ton sampah yang masuk ke insinerator setiap tahun, sebanyak 372,3 ton berhasil dimusnahkan. Artinya, dari proses pembakaran ini, hanya 25,55 ton residu yang tersisa. Ini menunjukkan efisiensi pembakaran yang sangat tinggi, mencapai 93,58%. Dengan kata lain, hampir 94 dari setiap 100 ton sampah yang masuk ke insinerator berhasil dimusnahkan, dan sisanya menjadi residu yang harus dikelola lebih

lanjut. Namun, jika kita melihat dalam skala yang lebih besar, yakni dari total timbulan sampah di Kabupaten Purworejo pada tahun 2022, proses insinerasi ini hanya mampu menyisihkan sekitar 0,352%. Meskipun angka ini mungkin tampak kecil, namun tetap memberikan kontribusi penting dalam pengurangan beban sampah yang harus dikelola di *landfill*.

Tabel 1. Reduksi Sampah dengan Insinerator di Kabupaten Purworejo

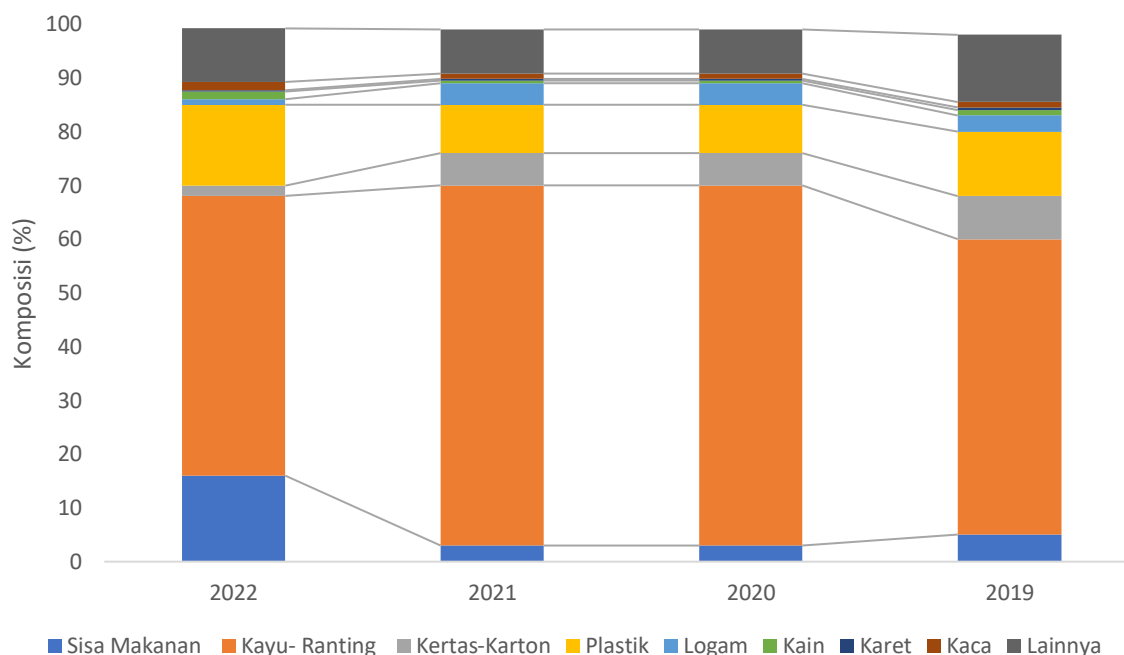
Fasilitas Insinerator	Sampah masuk ke fasilitas (ton/tahun)	Sampah terkelola (ton/tahun)	Residu (ton/tahun)
Insenerator TPA Jetis	397.85	372.3	25.55

Kabupaten Purworejo menunjukkan keberhasilan yang mencolok dalam pengelolaan sampah, terutama dalam penggunaan insinerator di TPA Jetis. Salah satu faktor kunci yang mempengaruhi keberhasilan ini adalah komposisi dari sampah yang ada di Kabupaten Purworejo. Dengan didominasi oleh sampah kayu-ranting yang mencakup sekitar 52% dari total timbulan, insinerator memperoleh bahan bakar dengan nilai kalor yang tinggi. Kayu-ranting, sebagai material organik, memiliki kandungan energi yang signifikan, memungkinkannya untuk dibakar dengan efisiensi yang baik (Fauziah et al., 2022; Suryawan et al., 2022a).

Selain itu, adanya plastik yang mencapai 15% juga memberikan kontribusi dalam meningkatkan nilai kalor dari sampah yang dibakar. Plastik, terutama jenis tertentu, dikenal memiliki nilai kalor yang sangat tinggi, bahkan melebihi beberapa bahan bakar fosil (M. M. Sari, Inoue, Rofiah, et al., 2023;

Suryawan et al., 2023; Zahra et al., 2022a). Dengan kombinasi kayu-ranting dan plastik, insinerator di Kabupaten Purworejo memiliki bahan bakar yang optimal untuk operasionalnya.

Namun, ada sisi lain dari penggunaan insinerator, yaitu potensi dampak negatif terhadap kualitas udara. Proses pembakaran sampah, meskipun efektif dalam mengurangi volume sampah, dapat menghasilkan emisi gas buang yang mungkin mengandung polutan (Pan et al., 2013; Verma et al., 2016). Oleh karena itu, sangat penting bagi pemerintah daerah untuk melakukan pemantauan berkala terhadap kualitas udara di sekitar TPA Jetis. Hal ini tidak hanya untuk memastikan kesejahteraan lingkungan tetapi juga kesehatan masyarakat sekitar. Monitoring dan pengendalian yang ketat akan menjamin bahwa proses insinerasi berjalan dengan aman dan efektif tanpa menimbulkan dampak negatif pada lingkungan.



Gambar 2. Komposisi sampah di Kabupaten Purworejo

Kabupaten Purworejo telah berhasil mengimplementasikan sistem pengelolaan sampah yang memanfaatkan teknologi insinerator di TPA Jetis. Penggunaan insinerator, yang didukung oleh komposisi sampah didominasi oleh kayu-ranting dan plastik, menawarkan solusi efektif dalam mengurangi volume sampah. Hal ini karena kedua jenis sampah tersebut memiliki nilai kalor yang tinggi, memungkinkan proses pembakaran berjalan efisien. Keberhasilan pengurangan volume sampah melalui teknologi insinerator mencerminkan komitmen lokal dalam mengadopsi inovasi pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

Namun, penggunaan insinerator tidak lepas dari potensi dampak negatif, terutama terkait dengan emisi residu dan gas buang yang berpotensi mencemari lingkungan. Tanpa adanya sistem pemantauan kualitas udara yang ketat dan efektif, potensi pencemaran ini bisa berkembang menjadi isu lingkungan yang serius. Hal ini menegaskan perlunya strategi komprehensif yang tidak hanya fokus pada pengurangan volume sampah tetapi juga pada mitigasi dampak lingkungan. Salah satu aspek kritis dalam pengelolaan sampah adalah edukasi masyarakat. Peningkatan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam memilah sampah merupakan langkah penting untuk mendukung efisiensi teknologi insinerator. Kolaborasi dengan sektor

swasta dan masyarakat umum dapat diperkuat untuk menggalakkan program edukasi sampah, mengajak masyarakat berkontribusi aktif dalam pengelolaan lingkungan. Inisiatif ini bisa mengambil bentuk kampanye publik, program sekolah, atau kerjasama dengan organisasi non-pemerintah.

Di sisi lain, diversifikasi teknologi pengelolaan sampah merupakan strategi penting untuk menangani variabilitas komposisi sampah dan tantangan operasional yang mungkin timbul. Pengembangan dan penerapan teknologi baru, seperti pengolahan sampah menjadi energi (*waste-to-energy*) atau pengomposan, dapat memberikan alternatif efisien yang melengkapi penggunaan insinerator. Penerapan teknologi tersebut harus disesuaikan dengan karakteristik spesifik sampah lokal dan didukung oleh studi kelayakan serta analisis dampak lingkungan yang komprehensif. Selain itu, ada ketergantungan yang besar pada jenis sampah tertentu, seperti kayu-ranting, untuk menjaga efisiensi insinerator.

Kayu-ranting memiliki nilai kalor yang tinggi, menjadikannya bahan bakar yang potensial untuk proses pembakaran dalam insinerator. Pemanfaatan kayu-ranting tidak hanya membantu dalam mengurangi volume sampah secara signifikan tetapi

juga menawarkan peluang untuk konversi sampah menjadi *Refuse Derived Fuel* (RDF) (Brás et al., 2020; Fauziah et al., 2022; M. M. Sari, Inoue, Septiariva, et al., 2023; Zahra et al., 2022b). RDF merupakan bahan bakar yang dibuat dari sampah yang tidak bisa didaur ulang, termasuk kayu dan plastik, yang dikonversi melalui proses pengeringan dan penghancuran (M. M. Sari et al., 2024; Suryawan et al., 2022b). Penerapan teknologi RDF dari sampah kayu-ranting memerlukan penyesuaian terhadap karakteristik sampah lokal. Hal ini berarti bahwa teknologi harus dirancang untuk memaksimalkan efisiensi pembakaran bahan bakar dengan nilai kalor tinggi, sembari meminimalisir emisi berbahaya. Untuk mencapai hal ini, perlu dilakukan studi kelayakan yang menyeluruh. Studi tersebut akan mengevaluasi aspek teknis dari proses konversi sampah menjadi RDF, termasuk pemilihan teknologi, desain fasilitas, dan kebutuhan logistik.

Potensi kolaborasi dengan sektor swasta dan masyarakat umum dapat ditingkatkan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya memilah sampah (Suryawan & Lee, 2023). Melalui edukasi, masyarakat dapat berkontribusi lebih banyak dalam upaya pengelolaan lingkungan (Sutrisno et al., 2023). Selain itu, pemanfaatan teknologi baru dalam pengelolaan sampah dapat diperkenalkan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak lingkungan. Dalam konteks yang lebih luas, strategi pengelolaan sampah di Kabupaten Purworejo harus memperhatikan prinsip pengurangan, penggunaan kembali, dan daur ulang (*reduce, reuse, recycle* - 3R) sebagai upaya preventif dalam mengurangi timbunan sampah. Integrasi prinsip 3R dalam kebijakan dan praktik pengelolaan sampah dapat membantu mengurangi ketergantungan pada pembakaran sampah sebagai solusi utama.

Menyikapi potensi gangguan operasional insinerator dan kekhawatiran masyarakat sekitar terkait masalah lingkungan, pembangunan kapasitas dan dialog yang konstruktif antara pemangku kepentingan lokal, termasuk pemerintah daerah, masyarakat, dan sektor swasta, menjadi penting. Pendekatan inklusif ini tidak hanya dapat meningkatkan penerimaan sosial terhadap fasilitas pengelolaan sampah tetapi juga

mempromosikan kerjasama dalam mencari solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan mempertimbangkan kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman dari sistem pengelolaan sampah saat ini, Kabupaten Purworejo dapat merencanakan dan menerapkan strategi pengelolaan sampah yang lebih holistik dan berkelanjutan. Strategi tersebut harus mampu menyesuaikan dengan dinamika perkembangan daerah dan kebutuhan lingkungan, menuju masa depan yang lebih hijau dan lestari untuk generasi mendatang.

KESIMPULAN

Pengelolaan sampah di Kabupaten Purworejo telah menghadapi berbagai tantangan seiring dengan pertumbuhan populasi dan urbanisasi. Dalam upaya mengatasi permasalahan ini, penerapan teknologi insinerator menjadi salah satu opsi yang menjanjikan. Teknologi ini menawarkan solusi dalam mengurangi volume dan berat sampah, serta memanfaatkan energi dari proses pembakaran. Urgensi dari implementasi insinerator di Kabupaten Purworejo terletak pada kapasitas TPA yang semakin terbatas dan dampak lingkungan dari dekomposisi sampah organik. Dengan komposisi sampah yang didominasi oleh kayu-ranting, kertas-karton, dan plastik, insinerator dapat menjadi solusi efektif, terutama mengingat potensi nilai kalor yang tinggi dari kayu-ranting dan plastik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, I. R., Maniruzzaman, K. M., Dano, U. L., AlShihri, F. S., AlShammari, M. S., Ahmed, S. M. S., Al-Gehlani, W. A., & Alrawaf, T. I. (2022). Environmental Sustainability Impacts of Solid Waste Management Practices in the Global South. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 19). <https://doi.org/10.3390/ijerph191912717>
- Baxter, J., Ho, Y., Rollins, Y., & Maclaren, V. (2016). Attitudes toward waste to energy facilities and impacts on diversion in Ontario, Canada. *Waste Management*, 50, 75–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.02.017>
- Brás, I., Silva, E., & de Lemos, L. T. (2020). Feasibility of using municipal solid wastes rejected fractions as fuel in a biomass power

- plant. *Environment Protection Engineering*, 46(2), 53–62.
<https://doi.org/10.37190/epe200204>
- Breum, N. O., Nielsen, B. H., Nielsen, E. M., & Poulsen, O. M. (1996). Bio-aerosol exposure during collection of mixed domestic waste - An intervention study on compactor truck design. *Waste Management and Research*, 14(6), 527–536.
<https://doi.org/10.1006/wmre.1996.0052>
- Chaowiang, S., Singh, V., Chiraprawattrakun, P., & Tangprasert, S. (2022). Key Points and Best Practices for Successful Municipal Solid Waste Incineration. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1008(1), 12020.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1008/1/012020>
- Fauziah, E. N., Septiariva, I. Y., & Sari, M. M. (2022). Possibility Municipal Waste Management with Refuse-Derived Fuel (RDF) Mixed Paper and Garden in Depok City. *Journal of Sustainable Infrastructure*, 1(2 SE-Articles), 49–56.
<file://jsi.universitaspertamina.ac.id/index.php/jsi/article/view/8>
- Fikri, Y., Sumardi, S., & Setiyono, B. (2013). Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 Dengan Komunikasi Protokol Tcp/Ip. *Transient*, 2(3), 643–650.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/3572/3483>
- Honus, S., Kumagai, S., Fedorko, G., Molnár, V., & Yoshioka, T. (2018). Pyrolysis gases produced from individual and mixed PE, PP, PS, PVC, and PET—Part I: Production and physical properties. *Fuel*, 221, 346–360.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.02.074>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Sistem informasi Pengelolaan Sampah Nasional*. <http://sipsn.menlhk.go.id>
- Levaggi, L., Levaggi, R., Marchiori, C., & Trecroci, C. (2020). Waste-to-Energy in the EU: The Effects of Plant Ownership, Waste Mobility, and Decentralization on Environmental Outcomes and Welfare. In *Sustainability* (Vol. 12, Issue 14), 14).
<https://doi.org/10.3390/su12145743>
- Mlonka-Mędrala, A., Dziok, T., Magdziarz, A., & Nowak, W. (2021). Composition and properties of fly ash collected from a multifuel fluidized bed boiler co-firing refuse derived fuel (RDF) and hard coal. *Energy*, 234, 121229.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121229>
- Pan, X., Yan, J., & Xie, Z. (2013). Detoxifying PCDD/Fs and heavy metals in fly ash from medical waste incinerators with a DC double arc plasma torch. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 25(7), 1362–1367.
[https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(12\)60196-X](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(12)60196-X)
- Pasek, A. D., Gultom, K. W., & Suwono, A. (2013). Feasibility of recovering energy from municipal solid waste to generate electricity. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 45(3), 241–256.
<https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2013.45.3.3>
- Rania, M. F., Lesmana, I. G. E., & Maulana, E. (2019). Analisis Potensi Refuse Derived Fuel (RDF) dari Sampah pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Kabupaten. *Sintek Jurnal : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(1), 51–59.
- Sari, M. M., Inoue, T., Harryes, R. K., Suryawan, I. W. K., Yokota, K., Notodarmojo, S., & Priyambada, I. B. (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.
<https://doi.org/10.18280/ijstdp.170111>
- Sari, M. M., Inoue, T., Rofiah, R., Septiariva, I. Y., Prayogo, W., Suryawan, I. W. K., & Arifianingsih, N. N. (2023). Transforming Bubble Wrap and Packaging Plastic Waste into Valuable Fuel Resources. *Journal of Ecological Engineering*, 24(8), 260–270.
<https://doi.org/10.12911/22998993/166554>
- Sari, M. M., Inoue, T., Salsabilla, V. C., Septiariva, I. Y., Mulyana, R., Prayogo, W., Arifianingsih, N. N., Suhardono, S., & Suryawan, I. W. K. (2024). Transforming disposable masks to sustainable gasoline-like fuel via pyrolysis. *Environmental Advances*, 15, 100466.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envadv.2023.100466>
- Sari, M. M., Inoue, T., Septiariva, I. Y., Suryawan, I. W. K., Kato, S., Harryes, R. K., Yokota, K., Notodarmojo, S., Suhardono, S., & Ramadan, B. S. (2022). Identification of Face Mask Waste Generation and Processing in Tourist Areas with Thermo-Chemical Process. *Archives of Environmental Protection*, 48(2).
- Sari, M. M., Inoue, T., Septiariva, I. Y., Yokota, K., Notodarmojo, S., Kato, S., Suhardono, S., Suryawan, I. W. K., Prayogo, W., &

- Arifianingsih, N. N. (2023). Utilizing Pyrolysis of Plastic Debris for Refuse-Derived Fuel Production and Viable Substitute to Wood Debris. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24(8). <http://www.ecoet.com/Utilizing-Pyrolysis-of-Plastic-Debris-for-Refuse-Derived-Fuel-Production-and-Viable>,171443,0,2.html
- Sari, N. A., Rini, M. A., Oktaviani, W. N., Ghaida, R. N., Sari, M. M., & Suryawan, I. W. K. (2022). Penentuan teknologi pengolahan sampah menjadi energi di Kabupaten Boyolali dengan Analytic Hierarchy Process (AHP). *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 9(1), 17. <https://doi.org/10.31258/dli.9.1.p.17-24>
- 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.
- Sianipar, I. M. J., Suryawan, I. W. K., & Tarigan, S. R. (2022). The Challenges and Future of Marine Debris Policy in Indonesia and Taiwan Case Studies. *Journal of Sustainable Infrastructure*, 1(2 SE-Articles), 56–62.
- Suhardono, S., Lee, C.-H., & Suryawan, I. W. K. (2024). Trends in citizen influencing willingness to participate in marine debris management and social well-being in Bali metropolitan, Indonesia. *Urban Governance*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ugj.2024.12.005>
- Suhardono, S., Lee, C.-H., Thuy Phan, T. T., & Suryawan, I. W. K. (2025). Resident action in smart waste management during landfill disclosure transition: Insights from Yogyakarta's smart city initiatives. *Cleaner Production Letters*, 100093. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clpl.2025.100093>
- Suhardono, S., Septiariva, I. Y., Prayogo, W., Suryawan, I. W. K., & Sari, M. M. (2023). Current Situation of Solid Waste Management to Archive Sustainability in Klungkung Regency, Bali. *Journal of Sustainable Infrastructure*, 2(1 SE-Articles). <https://doi.org/10.61078/jsi.v2i1.14>
- Suryawan, I. W. K., & Lee, C.-H. (2023). Citizens' willingness to pay for adaptive municipal solid waste management services in Jakarta, Indonesia. *Sustainable Cities and Society*, 97. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104765>
- Suryawan, I. W. K., & Lee, C.-H. (2024). Achieving zero waste for landfills by employing adaptive municipal solid waste management services. *Ecological Indicators*, 165, 112191. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112191>
- Suryawan, I. W. K., Septiariva, I. Y., Fauziah, E. N., Ramadan, B. S., Qonitan, F. D., Zahra, N. L., Sarwono, A., Sari, M. M., Ummatin, K. K., & Wei, L. J. (2022a). Municipal solid waste to energy : palletization of paper and garden waste into refuse derived fuel. *Journal of Ecological Engineering*, 23(4), 64–74.
- Suryawan, I. W. K., Septiariva, I. Y., Fauziah, E. N., Ramadan, B. S., Qonitan, F. D., Zahra, N. L., Sarwono, A., Sari, M. M., Ummatin, K. K., & Wei, L. J. (2022b). Municipal Solid Waste to Energy : Palletization of Paper and Garden Waste into Refuse Derived Fuel. *Journal of Ecological Engineering*, 23(4), 64–74.
- Suryawan, I. W. K., Septiariva, I. Y., Sari, M. M., Ramadan, B. S., Suhardono, S., Sianipar, I. M. J., Tehupeior, A., Prayogo, W., & Lim, J.-W. (2023). Acceptance of Waste to Energy (WtE) Technology by Local Residents of Jakarta City, Indonesia to Achieve Sustainable Clean and Environmentally Friendly Energy. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 11(2), 1004.
- Suryawan, I. W. K., Sianipar, I. M. J., & Lee, C.-H. (2025). Community importance-performance preferences and policy adaptiveness in marine debris management: A case study from the Komodo Subdistrict, Indonesia. *Marine Policy*, 174, 106592. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106592>
- Sutrisno, A. D., Chen, Y.-J., Suryawan, I. W., & Lee, C.-H. (2023). Establishing Integrative Framework for Sustainable Reef Conservation in Karimunjawa National Park, Indonesia. In *Water* (Vol. 15, Issue 9). <https://doi.org/10.3390/w15091784>
- Tchobanoglous, G., & Vigil, S. A. (1993). *Integrated solid waste management engineering principles and management*. McGraw-Hill.
- Ulhasanah, N., Sari, M. M., Sarwono, A., Johari, K., Suhardono, S., Sanda, D. V., Netriyunita, N., Lee, C.-H., & Suryawan, I. W. K. (2025). Exploratory factors in community-based adaptation strategies for managing marine microplastics. *Regional Studies in Marine Science*, 82, 104015. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rsma.2025.104015>
- Verma, R., Vinoda, K. S., Papireddy, M., & Gowda,

- A. N. S. (2016). Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 701–708. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.069>
- Wajs, J., Bochniak, R., & Golabek, A. (2019). Proposal of a Mobile Medical Waste Incinerator with Application of Automatic Waste Feeder and Heat Recovery System as a Novelty in Poland. In *Sustainability* (Vol. 11, Issue 18). <https://doi.org/10.3390/su11184980>
- Widyarsana, I. M. W., & Zafira, A. D. (2015). Study On The Development Of Solid Waste Management In Tangerang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 21, 87–97.
- Xiong, Y., Takaoka, M., Sano, A., Kusakabe, T., Yang, J., Shiota, K., Fujimori, T., & Oshita, K. (2019). Distribution and characteristics of heavy metals in a first-generation monofill site for incinerator residue. *Journal of Hazardous Materials*, 373, 763–772. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.04.019>
- Zahra, N. L., Septiariva, I. Y., Sarwono, A., Qonitan, F. D., Sari, M. M., Gaina, P. C., Ummatin, K. K., Arifianti, Q. A. M. O., Faria, N., Lim, J.-W., Suhardono, S., & Suryawan, I. W. K. (2022a). Substitution garden and polyethylene terephthalate (PET) plastic waste as refused derived fuel (RDF). *International Journal of Renewable Energy Development*, 11(2), 523–532. <https://doi.org/10.14710/ijred.2022.44328>
- Zahra, N. L., Septiariva, I. Y., Sarwono, A., Qonitan, F. D., Sari, M. M., Gaina, P. C., Ummatin, K. K., Arifianti, Q. A. M. O., Faria, N., Lim, J.-W., Suhardono, S., & Suryawan, I. W. K. (2022b). Substitution Garden and Polyethylene Terephthalate (PET) Plastic Waste as Refused Derived Fuel (RDF). *International Journal of Renewable Energy Development*, 11(2), 523–532. <https://doi.org/10.14710/ijred.2022.44328>