

PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK DAN SAMPAH UMUM MELALUI REFUSE-DERIVED FUEL SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Ahmad Helmi Fauzan¹, Muhammad Najib², Dodit Ardiatma³

Universitas Pelita Bangsa, Indonesia

Email: helmifzn18@gmail.com

Abstrak

Pengelolaan sampah menjadi tantangan global dengan meningkatnya populasi dan produksi limbah. Di Indonesia, metode landfill masih mendominasi pengolahan sampah, menyebabkan dampak lingkungan seperti emisi gas rumah kaca. Salah satu alternatif solusi yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan Refuse-Derived Fuel (RDF), yaitu bahan bakar alternatif yang dihasilkan dari sampah plastik dan sampah umum. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi RDF dalam mengurangi limbah dan menghasilkan energi alternatif yang efisien. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif dengan proses pemilahan, pencacahan, pengeringan, dan penggilingan sampah dari Universitas Pelita Bangsa. Sampel penelitian sebanyak 25 kg sampah umum dan 3 kg sampah plastik diolah menjadi RDF. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari total sampah yang diolah, diperoleh 16 kg (57%) RDF dengan nilai kalor sebesar 14,197 MJ/kg. Hasil ini menunjukkan bahwa RDF dapat menjadi sumber energi alternatif yang efisien, meskipun diperlukan optimalisasi fasilitas pengolahan dan peningkatan kesadaran masyarakat dalam pemanfaatan sampah sebagai energi. Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa RDF berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan mengatasi permasalahan limbah di Indonesia. Namun, implementasi yang lebih luas memerlukan dukungan regulasi dan teknologi yang lebih baik agar RDF dapat diadopsi secara berkelanjutan dalam industri energi dan manufaktur.

Kata Kunci: proses RDF, sampah plastik dan umum.

Abstract

Waste management is a global challenge with increasing population and waste production. In Indonesia, the landfill method still dominates waste processing, causing environmental impacts such as greenhouse gas emissions. One alternative solution that can be applied is the use of Refuse-Derived Fuel (RDF), an alternative fuel produced from plastic waste and general waste. This study aims to analyze the potential of RDF in reducing waste and producing efficient alternative energy. The research method uses a quantitative experimental approach with a process of sorting, shredding, drying, and grinding waste from Pelita Bangsa University. The research sample of 25 kg of general waste and 3 kg of plastic waste was processed into RDF. The results showed that from the total waste processed, 16 kg (57%) of RDF was obtained with a calorific value of 14.197 MJ/kg. These results indicate that RDF can be an efficient alternative energy source, although optimization of processing facilities and increasing public awareness in utilizing waste as energy are needed. The implications of this study indicate that RDF has the potential to reduce dependence on fossil fuels and overcome waste problems in Indonesia. However, broader implementation requires better regulatory and technological support for RDF to be sustainably adopted in the energy and manufacturing industries.

Keywords: RDF process, plastic waste and general.

PENDAHULUAN

Populasi dunia yang terus meningkat telah menyebabkan lonjakan konsumsi sumber daya dan produksi limbah dalam skala yang belum pernah terjadi sebelumnya. Saat ini, populasi global telah mencapai lebih dari 8 miliar jiwa dan terus bertambah, menciptakan tantangan lingkungan yang signifikan, termasuk pengelolaan sampah yang tidak terkendali (World Population Clock, 2024). Menurut Bank Dunia, produksi limbah global diperkirakan akan meningkat sebesar 70% pada tahun 2050, dengan dampak serius terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Ellis, 2018). Salah satu dampak utama dari peningkatan limbah adalah emisi gas rumah kaca dari tempat pembuangan akhir (TPA) yang berkontribusi terhadap perubahan iklim (Sauve & Van Acker, 2020).

Selain itu, ketergantungan global pada bahan bakar fosil terus menjadi perhatian utama. Pemanfaatan sumber energi alternatif menjadi kebutuhan mendesak untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan ketergantungan pada sumber daya yang tidak terbarukan. Salah satu solusi potensial yang muncul adalah pemanfaatan Refuse-Derived Fuel (RDF), yaitu bahan bakar yang berasal dari sampah, sebagai energi alternatif yang dapat mengurangi timbulan sampah dan meningkatkan efisiensi energi (Tihin et al., 2023).

Indonesia merupakan salah satu negara dengan produksi sampah yang cukup besar. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, komposisi sampah di Indonesia terdiri dari 57% sampah organik, 16% plastik, dan sisanya berupa logam, kaca, dan bahan lainnya (Kurniawan, 2024). Pengelolaan sampah yang tidak optimal menyebabkan permasalahan lingkungan seperti pencemaran air, tanah, dan udara akibat pembakaran sampah yang tidak terkendali (Abidin et al., 2024).

Salah satu tantangan terbesar adalah pengelolaan sampah plastik yang sulit terurai dan memiliki dampak lingkungan yang luas. Sampah plastik yang tidak terkelola dengan baik dapat mencemari ekosistem perairan dan tanah, serta berkontribusi terhadap pelepasan bahan kimia berbahaya ketika terbakar di tempat pembuangan akhir (Vassiliadou et al., 2009). Oleh karena itu, solusi yang berkelanjutan dan inovatif diperlukan untuk mengurangi dampak negatif limbah plastik dan limbah umum.

Konsep RDF telah berkembang sebagai salah satu metode pengelolaan sampah yang dapat memberikan manfaat ganda, yaitu mengurangi volume sampah sekaligus menghasilkan sumber energi alternatif. RDF merupakan bahan bakar yang dihasilkan dari sampah padat perkotaan melalui proses pemilahan, pengeringan, dan pemadatan untuk meningkatkan nilai kalorinya (Maalouf et al., 2020). RDF telah banyak dimanfaatkan dalam industri semen sebagai bahan bakar substitusi untuk mengurangi penggunaan batubara dan menekan emisi karbon (Kahawalage et al., 2023).

Namun, salah satu tantangan utama dalam penerapan RDF adalah kualitas bahan bakar yang bervariasi tergantung pada komposisi sampah dan teknologi pengolahannya (Rogoff & Screve, 2019). Di Eropa, RDF telah digunakan secara luas dengan sistem regulasi yang ketat untuk memastikan efisiensi energi dan keamanan lingkungan (El-Fadel et al., 1997). Berbagai penelitian juga telah menyoroti dampak negatif dari pembakaran sampah yang tidak terkendali, seperti pelepasan dioksin dan furan yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan (Cristale et al., 2019; Nadal et al., 2016).

Meskipun RDF telah banyak diterapkan di negara-negara maju, implementasinya di Indonesia masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi RDF dalam mengelola sampah plastik dan sampah umum di Indonesia serta mengkaji teknologi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutannya (Yuyun, 2022). Pemanfaatan Sampah Plastik Dan Sampah Umum Melalui Refuse-Derived Fuel Sebagai Bahan Bakar Alternatif

Beberapa studi telah menunjukkan bahwa pemanfaatan RDF dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengurangi dampak lingkungan dari pembakaran sampah di TPA yang tidak terkendali (Escobar-Arnanz et al., 2018).

Dalam konteks lokal, penerapan RDF juga perlu mempertimbangkan aspek sosial, ekonomi, dan kebijakan lingkungan. Penelitian ini akan menganalisis berbagai faktor yang mempengaruhi keberhasilan implementasi RDF di Indonesia, termasuk kesiapan infrastruktur, regulasi, serta persepsi masyarakat terhadap penggunaan bahan bakar berbasis sampah (Morales S. et al., 2018).

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis potensi pemanfaatan RDF sebagai bahan bakar alternatif di Indonesia. Mengidentifikasi tantangan utama dalam implementasi RDF, termasuk aspek teknis dan kebijakan. Mengevaluasi dampak lingkungan dan ekonomi dari penggunaan RDF dibandingkan dengan metode pengelolaan sampah konvensional. Memberikan rekomendasi strategis untuk pengembangan RDF sebagai bagian dari solusi energi berkelanjutan di Indonesia. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai RDF dan potensinya dalam mengatasi permasalahan sampah serta memenuhi kebutuhan energi alternatif di Indonesia. Dengan adanya pendekatan yang berbasis bukti dan analisis yang mendalam, RDF dapat menjadi solusi inovatif yang tidak hanya mengurangi timbulan sampah, tetapi juga berkontribusi dalam pencapaian target energi berkelanjutan di masa depan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif untuk menguji efektivitas pengolahan sampah menjadi Refuse-Derived Fuel (RDF). Penelitian dilakukan melalui serangkaian tahap pemrosesan, seperti pemisahan, pencacahan, pengeringan, dan penggilingan sampah hingga menjadi RDF yang siap diuji lebih lanjut. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh sampah yang dihasilkan di Universitas Pelita Bangsa, sementara sampelnya diambil secara proporsional sebanyak 5% dari total sampah yang dihasilkan, yaitu 2 trash bag dengan berat 25 kg yang berasal dari berbagai lokasi seperti lorong kelas, parkir, kantin, dan masjid.

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui observasi langsung, yaitu pencatatan jenis dan jumlah sampah di lokasi penelitian, serta melalui eksperimen laboratorium untuk menguji kandungan sampah dan nilai kalor RDF yang dihasilkan. Selain itu, dokumentasi juga dilakukan sebagai bukti visual dan pencatatan tahapan pengolahan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis kuantitatif, di mana nilai kalor RDF dihitung berdasarkan metode ASTM D7465-15, serta analisis deskriptif yang menjelaskan setiap tahapan pengolahan sampah menjadi RDF dan efisiensi prosesnya. Hasil dari uji laboratorium kemudian diinterpretasikan untuk mengetahui komposisi RDF yang dihasilkan dan membandingkannya dengan standar kualitas bahan bakar alternatif. Dengan metode ini, penelitian bertujuan untuk menilai sejauh mana pengolahan sampah dapat menghasilkan RDF sebagai solusi energi alternatif yang berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Universitas pelita bangsa menghasilkan sampah \pm 500 kg dengan berbagai jenis lokasi diantaranya lorong kelas 16 Trash bag, parkir 4 trash bag, kantin 4 trash bag dan H. masjid 2 trash bag dengan total 26 trash bag. Sampel diambil dari dari sampah yang dihasilkan pada Pemanfaatan Sampah Plastik Dan Sampah Umum Melalui Refuse-Derived Fuel Sebagai Bahan Bakar Alternatif

tiap area di universitas pelita bangsa dan disesuaikan dengan porsi besarnya. Sehingga sampel yang diambil untuk dijadikan penelitian sebanyak 2 trash bag dengan berat 25 kg atau sebanyak 5 % dari total sampah yang dihasilkan. Sampah umum dan sampah plastik yang dihalikan memiliki kandungan air yang cukup tinggi. Maka demikian perlu pengeringan sampah awal untuk menurunkan kadar airnya. Berikut ini kandungan air pada sampah plastik dan sampah umum setelah dikeringkan dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Kandungan Air Sampah Umum Dan Sampah Botol Plastik

	Sampah umum		Sampah botol plastik		
	kg	%	kg	%	
Berat sampah awal	25	100	3	100	-
Berat sampah setelah mengurangi kandungan air	21,4	85,6	2,14	71	Proses selanjutnya
Berat air	3,6	14,4	0,86	29	Dibuang pada saluran air limbah

Sumber: data diperoleh

Sampah yang dihasilkan berupa sampah sisa makanan, palstik, Styrofoam, kayu, daun, kertas, kardus, logam dan kaca. Sampah yang dihasilkan memiliki potensi pemanfaatan secara ekonomi, namun para warga universitas pelita bangsa tidak dimanfaatkan karena tingkat kesadarannya masih rendah. Sampel sampah yang dihasilkan lalu dipindahkan ke lokasi fasilitas pengolahan sampah di kawasan industri ejipt karena fasilitas pengolahannya sudah lengkap.

Proses Pengolahan Sampah Menjadi RDF

1. Memilah sampah

Sampah yang sudah dikumpulkan lalu dipilah sesuai dengan jenisnya secara fisik. Berikut jenis sampah dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 2. Jenis - Jenis Sampah

Keterangan	Berat (kg)	Persentase (%)	Pengolahan
Sampah awal	23,5	100	
Sisa makanan	9,8	42	
Plastik dan strofoam	4,6	20	
Kayu dan daun	3,2	14	Proses selanjutnya
Kertas dan kardus	3,2	14	
Logam	1,7	7	Diolah pihak ejipt
Kaca	1,0	4	

Sumber: data diperoleh

2. Pencacahan Sampah

Sampah dicacah dengan mesin pencacah sampah hingga ukurannya menjadi 2-10 cm.

Tabel 3. Hasil Pencacah Sampah

Keterangan	Berat (kg)	persentase	Keterangan
Sampah masuk	23,5	100	90% sampah, 10% plastik
Sampah keluar	23,3	99	Proses selanjutnya
Sampah loss	0,2	1	Keluar dari sistem (air)

Sumber: data diperoleh

3. Pengeringan Sampah

Sampah dikeringkan menggunakan mesin pengayak selama 15 menit dengan beberapa proses diantaranya putaran 1000 pm, menutup akses keluar, melapisi saringan dengan kain pada kedua sisi (dalam dan luar) dan menambahkan udara panas bersuhu 40 – 70C.

Tabel 4. hasil dari pegeringan sampah

Keterangan	Berat (kg)	Persentase	Pengolahan
Sampah masuk	23,3	100	
Sampah keluar	16,4	70	Proses selanjutnya
Air	5,5	24	Saluran air limbah eji
Uap	1,4	6	

Sumber: data diperoleh

4. Pemisahan logam dengan magnet

Untuk memisahkan logam dengan sampah lainnya menggunakan magnet paku jalan milik pihak eji untuk digunakan dalam proses memisahkan logam dengan sampah RDF. Sehingga didapatkan jenis sampah logam sebagai berikut.

Tabel 5. Kandungan Logam Pada Sampah

Keterangan	Berat (kg)	persentase	Pengolahan
Sampah masuk	16,4	100	
Sampah keluar	16	98	Proses selanjutnya
Kandungan logam	0,4	2	Diolah pihak eji

Sumber: data diperoleh

4. Menggiling sampah menjadi RDF

Proses penggilingan merupakan proses terakhir pada pengolahan RDF. Proses penggilingan digunakan karena ukuran partikel masih diangka 3-5 mm guna memenuhi standard yaitu <2,38 mm.



Gambar 1. Alat penggiling

Hasil Pengolahan

Untuk mengetahui kualitas hasil olahan sampah menjadi RDF berjenis fluff, maka perlu melakukan pengujian. Ada beberapa pengujian dilakukan diantaranya uji proksimat, dan uji kalor.

1. Uji Proksimat

Analisis aproksimasi bertujuan untuk menetapkan nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan kadar karbon tetap. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan *American Society for Testing and Materials (ASTM) D7465-15 Standard test Methods for proximate analysis of Coal and Coke by macro Themogravimetic analysis*, dengan parameter analisis proksimat sebagai berikut.

Pemanfaatan Sampah Plastik Dan Sampah Umum Melalui Refuse-Derived Fuel Sebagai Bahan Bakar Alternatif

Tabel 6. Uji Proksimat

No	Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Limit Of Detection	Method
1	Mercury (Hg)	mg / kg	Not detected	Not detected	0.004	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)
2	Potassium (K)	mg / 100 g	228.35	225.33	-	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)
3	Sodium (Na)	mg / 100 g	87.93	85.45	-	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)
4	Sulphur (S)	mg / kg	2070.28	2040.00	-	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)
5	Moisture Content	%	24.32	24.85	-	SNI 01-2891-1992 butir 5.1
6	Ash Content	%	20.35	20.45	-	SNI 01-2891-1992 butir 6.1
7	Volatile Matter	%	45.05	45.17	-	ASTM E 897-88 (2004)

Sumber : Laboratory PT. Saraswanti Indo Genetech, 2024

Dari tabel 6 pengujian proksimat bahwa parameter tertinggi adalah potassium (K) dengan nilai simplo 228.35 dan duplo 225.33. Sedangkan nilai terendah yaitu sodium (Na) dengan nilai simplo 87.93 dan duplo 85.45.

2. Uji Kalor

Pengujian nilai kalor dilakukan di laboratorium BRIN (Badan Riset Dan Inovasi Nasional). Hasil pengujian nilai kalor dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Sumber : Laboratorium BRIN, 2024

Table 10. Uji Kalor

No	Kode Contoh	Hasil Analisis	Satuan
1	90-10-1	14,4818	MJ/kg
2	90-10-2	14,6014	MJ/kg
3	90-10-3	14,9670	MJ/kg
4	90-10-4	14,6164	MJ/kg

Dari table 10 di atas bahwa nilai kalor terbesar yaitu dengan kode 90-10-3 adalah 14,1970 MJ/kg.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Universitas Pelita Bangsa, pemanfaatan sampah plastik dan sampah umum melalui metode Refuse-Derived Fuel (RDF) terbukti menjadi alternatif pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan. Dari total 500 kg sampah yang dikumpulkan, sebanyak 25 kg sampel diproses melalui tahapan pemilahan, pencacahan, pengeringan, dan penggilingan untuk menghasilkan RDF. Hasilnya, diperoleh 16 kg RDF dengan nilai kalor 14,197 MJ/kg, menunjukkan bahwa RDF memiliki potensi sebagai bahan bakar alternatif yang efisien. Namun, rendahnya kesadaran masyarakat dalam memanfaatkan sampah sebagai sumber energi masih menjadi tantangan utama. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan edukasi mengenai pengelolaan sampah serta optimalisasi fasilitas pengolahan untuk meningkatkan pemanfaatan RDF. Dengan penerapan yang lebih luas dan teknologi yang lebih baik, RDF dapat menjadi solusi dalam mendukung energi terbarukan dan mengurangi dampak lingkungan akibat limbah perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, F. B. Maziya, S. H. Susetyo, M. Yoneda, and Y. Matsui, "Heavy metal air pollution in an Indonesian landfill site: Characterization, sources, and health risk assessment for informal workers," *Environmental Advances*, vol. 15, p. 100512, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.envadv.2024.100512.
- Chrysikou, P. Gemenetzi, A. Kouras, E. Manoli, E. Terzi, and C. Samara, "Distribution of persistent organic pollutants, polycyclic aromatic hydrocarbons and trace elements in soil and vegetation following a large scale landfill fire in northern Greece," *Environ Int*, vol. 34, no. 2, pp. 210–225, Feb. 2008, doi: 10.1016/j.envint.2007.08.007.
- Cody E, "World Bank: Global waste generation could increase 70% by 2050," <https://www.wastedive.com/>, Sep. 23, 2018. .
- Cristale, T. G. Aragão Belé, S. Lacorte, and M. R. R. de Marchi, "Occurrence of flame retardants in landfills: A case study in Brazil," *Environ Res*, vol. 168, pp. 420–427, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.envres.2018.10.010.
- Downard et al., "Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill – Part 1: Characterization of gaseous and particulate emissions," *Atmos Environ*, vol. 104, pp. 195–204, Mar. 2015, doi: 10.1016/j.atmosenv.2014.12.059.
- El-Fadel, A. N. Findikakis, and J. O. Leckie, "Environmental Impacts of Solid Waste Landfilling," *J Environ Manage*, vol. 50, no. 1, pp. 1–25, May 1997, doi: 10.1006/jema.1995.0131.
- Escobar-Arnanz, S. Mekni, G. Blanco, E. Eljarrat, D. Barceló, and L. Ramos, "Characterization of organic aromatic compounds in soils affected by an uncontrolled tire landfill fire through the use of comprehensive two-dimensional gas chromatography–time-of-flight mass spectrometry," *J Chromatogr A*, vol. 1536, pp. 163–175, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.chroma.2017.10.044.
- Kahawalage, M. C. Melaen, and L.-A. Tokheim, "Opportunities and challenges of using SRF as an alternative fuel in the cement industry," *Cleaner Waste Systems*, vol. 4, p. 100072, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.clwas.2022.100072.
- Kurniawan, 2024, *Inklusi Sosial pada Bank Sampah Perpustakaan Rosella Genematrik dalam Menciptakan Ekonomi Baru pada Masyarakat Kelurahan Siantan Tengah Kecamatan Pontianak Utara*. Literatify : Trends in Library Developments, <https://doi.org/10.24252/literatify.v5i2.48814>
- Maalouf, A. Mavropoulos, and M. El-Fadel, "Global municipal solid waste infrastructure: Delivery and forecast of uncontrolled disposal," *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, vol. 38, no. 9, pp. 1028–1036, Sep. 2020, doi: 10.1177/0734242X20935170.
- Morales S., R. Toro A., L. Morales, and M. A. Leiva G., "Landfill fire and airborne aerosols in a large city: lessons learned and future needs," *Air Qual Atmos Health*, vol. 11, no. 1, pp. 111–121, Jan. 2018, doi: 10.1007/s11869-017-0522-8.
- Nadal, J. Rovira, J. Díaz-Ferrero, M. Schuhmacher, and J. L. Domingo, "Human exposure to environmental pollutants after a tire landfill fire in Spain: Health risks," *Environ Int*, vol. 97, pp. 37–44, Dec. 2016, doi: 10.1016/j.envint.2016.10.016.
- Øygard, A. Måge, E. Gjengedal, and T. Svane, "Effect of an uncontrolled fire and the subsequent fire fight on the chemical composition of landfill leachate," *Waste Management*, vol. 25, no. 7, pp. 712–718, Jan. 2005, doi: 10.1016/j.wasman.2004.11.008.

- Rim-Rukeh, "An Assessment of the Contribution of Municipal Solid Waste Dump Sites Fire to Atmospheric Pollution," *Open Journal of Air Pollution*, vol. 03, no. 03, pp. 53–60, 2014, doi: 10.4236/ojap.2014.33006.
- Rogoff and F. Screve, "Energy From Waste Technology," in *Waste-To-energy*, Elsevier, 2019, pp. 29–56.
- Sauve and K. Van Acker, "The environmental impacts of municipal solid waste landfills in Europe: A life cycle assessment of proper reference cases to support decision making," *J Environ Manage*, vol. 261, p. 110216, May 2020, doi: 10.1016/j.jenvman.2020.110216.
- Singh et al., "Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill – Part 2: Population exposure, public health response, and an air quality index for urban fires," *Atmos Environ*, vol. 104, pp. 273–283, Mar. 2015, doi: 10.1016/j.atmosenv.2015.01.002.
- Tihin, K. H. Mo, C. C. Onn, H. C. Ong, Y. H. Taufiq-Yap, and H. V. Lee, "Overvie of municipal solid wastes-derived refuse-derived fuels for cement co-processing," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 84, pp. 153–174, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.aej.2023.10.043.
- Vassiliadou, A. Papadopoulos, D. Costopoulou, S. Vasiliadou, S. Christoforou, and L. Leondiadis, "Dioxin contamination after an accidental fire in the municipal landfill of Tagarades, Thessaloniki, Greece," *Chemosphere*, vol. 74, no. 7, pp. 879–884, Feb. 2009, doi: 10.1016/j.chemosphere.2008.11.016.
- Weichenthal et al., "The impact of a landfill fire on ambient air quality in the north: A case study in Iqaluit, Canada," *Environ Res*, vol. 142, pp. 46–50, Oct. 2015, doi: 10.1016/j.envres.2015.06.018.
- World Population Clock: 8 Billion People (LIVE, 2024) - Worldometer," <https://www.worldometers.info/world-population/>, Nov. 03, 2024.
- Yuyun, Nindhi, Mochamad, Krishna, 2022, Refuse-Derived Fuel In Indonesia. International Pollutants Elimination Network (IPEN)