

Pengelolaan Sampah Plastik melalui Pirolisis sebagai Tanggung Jawab Warga Negara terhadap Lingkungan

**Joko Septio¹, Andro Primsa Sembiring², Christian Tarigan³,
Ovi Nehas Sinaga⁴, Ariansyah Batubara⁵**

^{1,2,3,4,5}Universitas Negeri Medan, Indonesia

Email: jokoseptio30905@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan sampah plastik di Indonesia terus mengalami peningkatan dan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti pencemaran tanah, air, dan udara. Sistem pengelolaan sampah yang belum optimal serta rendahnya kesadaran masyarakat menyebabkan penumpukan sampah plastik di berbagai daerah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan teknologi pirolisis sebagai alternatif pengolahan sampah plastik sekaligus bentuk tanggung jawab warga negara terhadap kelestarian lingkungan. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dengan mengumpulkan data dari jurnal ilmiah, buku, dan dokumen resmi yang berkaitan dengan pengelolaan sampah plastik dan teknologi pirolisis. Hasil kajian menunjukkan bahwa teknologi pirolisis mampu mengubah limbah plastik menjadi bahan bakar cair, gas, dan residu karbon melalui proses pemanasan tanpa oksigen. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pirolisis dapat mengurangi volume sampah plastik serta menghasilkan bahan bakar alternatif yang memiliki nilai ekonomis. Selain itu, penerapan teknologi pirolisis dapat mendorong partisipasi masyarakat dalam menjaga lingkungan melalui pengelolaan sampah yang lebih ramah lingkungan. Dengan demikian, pengelolaan sampah plastik melalui teknologi pirolisis dapat menjadi salah satu solusi alternatif dalam mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus mendukung pengembangan teknologi tepat guna di masyarakat.

Kata kunci: Sampah Plastik; Pirolisis; Lingkungan; Teknologi Tepat Guna; Tanggung Jawab Warga Negara

ABSTRACT

Plastic waste in Indonesia continues to increase and causes environmental problems such as soil, water, and air pollution. Inadequate waste management systems and low public awareness have contributed to the accumulation of plastic waste in various regions. This study aims to examine the use of pyrolysis technology as an alternative solution for plastic waste management and as a form of citizens' responsibility toward environmental preservation. The method used in this study is a literature review by collecting data from scientific journals, books, and official documents related to plastic waste management and pyrolysis technology. The results of the study indicate that pyrolysis technology is capable of converting plastic waste into liquid fuel, gas, and carbon residue through a heating process without oxygen. Several studies reported that plastic pyrolysis can reduce waste volume and produce alternative fuel with economic value. In addition, the implementation of pyrolysis technology can encourage community participation in maintaining environmental sustainability through environmentally friendly waste management practices. Therefore, plastic waste management through pyrolysis technology can be an alternative solution in reducing environmental pollution while supporting the development of appropriate technology in society.

Keywords: Plastic Waste; Pyrolysis; Environment; Appropriate Technology; Citizens' Responsibility

PENDAHULUAN

Permasalahan sampah plastik menjadi salah satu persoalan lingkungan yang terus mengalami peningkatan di berbagai negara, termasuk Indonesia. Penggunaan plastik yang tinggi dalam kehidupan sehari-hari menyebabkan jumlah limbah plastik semakin bertambah setiap tahun. Plastik memiliki sifat sulit terurai secara alami sehingga keberadaannya dapat mencemari lingkungan dalam jangka waktu yang lama. Sampah plastik yang tidak terkelola dengan baik dapat mencemari tanah, sungai, laut, dan udara serta menimbulkan gangguan terhadap kesehatan manusia dan ekosistem.

Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menunjukkan bahwa jumlah timbulan sampah nasional pada tahun 2023 mencapai sekitar 69,9 juta ton dan sebagian besar berasal dari sampah rumah tangga. Persentase sampah plastik mencapai sekitar 19% dari total timbulan sampah nasional. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan sampah plastik masih menjadi tantangan yang memerlukan perhatian serius dari pemerintah maupun masyarakat.

Upaya pengelolaan sampah plastik dapat dilakukan melalui berbagai metode, seperti reduce, reuse, recycle, dan recovery. Salah satu teknologi yang berkembang dalam pengolahan limbah plastik adalah teknologi pirolisis. Pirolisis merupakan proses dekomposisi termal suatu material pada temperatur tertentu tanpa adanya oksigen. Pada proses tersebut, rantai panjang hidrokarbon pada plastik akan terurai menjadi senyawa yang lebih sederhana dan menghasilkan produk berupa bahan bakar cair, gas, dan residu karbon.

Teknologi pirolisis dinilai memiliki potensi untuk mengurangi jumlah limbah plastik sekaligus menghasilkan energi alternatif yang dapat dimanfaatkan kembali. Selain memberikan manfaat dalam bidang lingkungan, penerapan teknologi ini juga menunjukkan bentuk tanggung jawab warga negara dalam menjaga kelestarian lingkungan. Kesadaran masyarakat dalam mengelola sampah merupakan bagian penting dalam menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pirolisis mampu mengubah limbah plastik menjadi bahan bakar dengan kualitas tertentu. Penelitian yang dilakukan oleh Amany menyatakan bahwa proses pirolisis dapat menjadi salah satu solusi pengolahan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak yang bernilai ekonomis. Penelitian lain yang dilakukan oleh Mayora dkk. menunjukkan bahwa pirolisis plastik jenis LDPE dan PP menghasilkan bahan bakar cair dengan karakteristik yang mendekati bahan bakar konvensional.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pemanfaatan teknologi pirolisis sebagai solusi pengelolaan sampah plastik sekaligus bentuk tanggung jawab warga negara terhadap lingkungan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah metode studi literatur. Data diperoleh dari berbagai sumber, seperti jurnal ilmiah nasional, artikel penelitian, buku, serta dokumen resmi yang berkaitan dengan pengelolaan sampah plastik dan teknologi pirolisis.

Tahapan penelitian dimulai dengan pengumpulan referensi yang relevan mengenai permasalahan sampah plastik, proses pirolisis, serta penerapan teknologi ramah lingkungan. Setelah itu dilakukan proses identifikasi dan analisis terhadap hasil penelitian terdahulu untuk mengetahui efektivitas teknologi pirolisis dalam mengurangi limbah plastik.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif untuk menjelaskan hubungan antara pengelolaan sampah plastik, teknologi pirolisis, dan tanggung jawab warga negara terhadap lingkungan. Hasil analisis disusun dalam bentuk pembahasan yang sistematis berdasarkan tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil berbagai penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu pirolisis mempengaruhi jumlah produk cair yang dihasilkan. Pada suhu tertentu, proses penguraian rantai hidrokarbon berlangsung lebih optimal sehingga volume bahan bakar cair meningkat. Namun, suhu yang terlalu tinggi dapat meningkatkan pembentukan gas dan menurunkan hasil produk cair.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Penelitian Pirolisis Sampah Plastik

Jenis Plastik	Suhu Pirolisis	Produk Utama	Hasil Penelitian
LDPE	350–450°C	Bahan bakar cair	Menghasilkan bahan bakar cair dengan nilai kalor tinggi
PP	400–500°C	Minyak pirolisis dan gas	Produk cair memiliki karakteristik mendekati solar
PS	350–450°C	Cairan hidrokarbon	Menghasilkan cairan dengan kandungan hidrokarbon tinggi

Selain suhu, jenis plastik juga mempengaruhi kualitas produk hasil pirolisis. Plastik jenis polypropylene dan polyethylene lebih sering digunakan karena memiliki kandungan hidrokarbon yang tinggi dan menghasilkan bahan bakar cair dengan kualitas yang cukup baik.

Permasalahan Sampah Plastik di Indonesia

Penggunaan plastik yang semakin meningkat menyebabkan jumlah limbah plastik terus bertambah setiap tahun. Plastik banyak digunakan karena memiliki sifat ringan, praktis, tahan air, dan harga yang relatif murah. Namun, plastik juga memiliki kelemahan karena membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai secara alami.

Penumpukan sampah plastik dapat menimbulkan berbagai dampak lingkungan, seperti pencemaran tanah, tersumbatnya saluran air, banjir, dan pencemaran laut. Sampah plastik yang dibuang ke perairan juga dapat membahayakan biota laut karena dapat tertelan oleh hewan laut dan mengganggu rantai makanan.

Kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan sampah menjadi salah satu faktor utama meningkatnya pencemaran lingkungan akibat sampah plastik. Banyak masyarakat masih membuang sampah sembarangan tanpa melakukan pemilahan antara sampah organik dan anorganik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan sampah tidak hanya memerlukan teknologi, tetapi juga partisipasi aktif masyarakat.

Teknologi Pirolisis sebagai Solusi Pengolahan Sampah Plastik

Pirolisis merupakan salah satu teknologi pengolahan limbah plastik yang dilakukan melalui proses pemanasan pada suhu tinggi tanpa adanya oksigen. Pada proses tersebut, material plastik akan mengalami penguraian termal menjadi senyawa hidrokarbon yang lebih sederhana.

Secara umum, proses pirolisis terdiri dari beberapa tahapan, yaitu persiapan bahan baku, proses pemanasan dalam reaktor, proses kondensasi uap hasil pirolisis, dan pengambilan produk akhir. Plastik yang digunakan biasanya berasal dari jenis polyethylene (PE), polypropylene (PP), dan polystyrene (PS) karena memiliki kandungan hidrokarbon yang tinggi.

Pada suhu tertentu, limbah plastik akan berubah menjadi uap hidrokarbon yang kemudian didinginkan melalui kondensor sehingga menghasilkan bahan bakar cair. Selain menghasilkan bahan bakar cair, proses pirolisis juga menghasilkan gas yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber energi pemanas dan residu karbon.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa hasil bahan bakar cair dari proses pirolisis memiliki karakteristik yang mendekati bahan bakar minyak. Penelitian oleh Wibowo dan Wulamdari menunjukkan bahwa pirolisis plastik polypropylene menghasilkan nilai kalor yang cukup tinggi sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif.

Teknologi pirolisis memiliki beberapa keunggulan, antara lain mampu mengurangi volume limbah plastik, menghasilkan energi alternatif, dan mengurangi pencemaran lingkungan. Selain itu, teknologi ini juga dapat diterapkan dalam skala kecil maupun skala industri sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan di masyarakat.

Tanggung Jawab Warga Negara terhadap Lingkungan

Menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan merupakan salah satu bentuk tanggung jawab warga negara. Permasalahan sampah plastik tidak dapat diselesaikan hanya oleh pemerintah, tetapi memerlukan keterlibatan seluruh lapisan masyarakat.

Penerapan teknologi pirolisis dapat menjadi salah satu bentuk partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah yang lebih ramah lingkungan. Masyarakat dapat memanfaatkan limbah plastik yang sebelumnya tidak bernilai menjadi produk yang memiliki manfaat ekonomi.

Selain itu, kesadaran masyarakat dalam memilah sampah, mengurangi penggunaan plastik sekali pakai, dan mendukung penggunaan teknologi tepat guna juga menjadi bagian penting dalam upaya menjaga lingkungan. Dengan adanya edukasi dan penerapan teknologi yang tepat, masyarakat diharapkan lebih peduli terhadap dampak sampah plastik terhadap lingkungan.

Pemanfaatan teknologi pirolisis juga menunjukkan kontribusi bidang teknik mesin dalam pengembangan teknologi ramah lingkungan. Perancangan reaktor pirolisis, sistem pemanas, dan sistem kondensasi menjadi bagian penting dalam meningkatkan efektivitas proses pengolahan sampah plastik.

Analisis Potensi Penerapan Pirolisis di Masyarakat

Penerapan teknologi pirolisis di masyarakat memiliki peluang yang cukup besar karena bahan baku berupa limbah plastik mudah diperoleh. Selain membantu mengurangi jumlah sampah, teknologi ini juga dapat memberikan nilai tambah ekonomi melalui produksi bahan bakar alternatif.

Namun demikian, penerapan teknologi pirolisis masih menghadapi beberapa kendala, seperti biaya pembuatan alat, keterbatasan pengetahuan masyarakat, serta perlunya pengendalian emisi hasil pembakaran. Oleh karena itu, diperlukan dukungan pemerintah, institusi pendidikan, dan masyarakat untuk mengembangkan teknologi ini secara berkelanjutan.

Pengembangan teknologi pirolisis skala kecil dapat menjadi solusi pengelolaan sampah berbasis masyarakat. Dengan adanya pelatihan dan sosialisasi, masyarakat dapat memahami cara pengoperasian alat pirolisis dan pentingnya pengelolaan sampah yang baik.

KESIMPULAN

Permasalahan sampah plastik di Indonesia masih menjadi tantangan lingkungan yang memerlukan solusi berkelanjutan. Teknologi pirolisis dapat menjadi salah satu alternatif pengolahan limbah plastik karena mampu mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar cair, gas, dan residu karbon melalui proses pemanasan tanpa oksigen.

Penerapan teknologi pirolisis tidak hanya membantu mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga mendukung pengembangan energi alternatif yang memiliki nilai ekonomis. Selain itu penggunaan teknologi pirolisis mencerminkan bentuk

tanggung jawab warga negara dalam menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan.

Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat serta dukungan teknologi yang tepat guna, pengelolaan sampah plastik melalui pirolisis diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengurangi limbah plastik dan menciptakan lingkungan yang lebih bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- Achilias DS, Antonakou EV, Roupakias C, Megalokonomos P, Lappas AA. Recycling Techniques of Polyolefins from Plastic Wastes. *Global NEST Journal*. 2008;10(1):114–122.
- Al-Salem SM, Lettieri P, Baeyens J. Recycling and Recovery Routes of Plastic Solid Waste: A Review. *Waste Management*. 2009;29(10):2625–2643.
- Amany MD. Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis. *Prosiding Sains dan Teknologi*. 2023;2(1):501–505.
- Bani GA. Kajian Pemanfaatan Zeolit Alam Ende sebagai Katalis dalam Pirolisis Polietilena dari Sampah Plastik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 2024;22(2):447–454.
- Demirbas A. Pyrolysis of Municipal Plastic Wastes for Recovery of Gasoline-Range Hydrocarbons. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2004;72(1):97–102.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*. Jakarta: KLHK; 2023.
- Mayora EM, Arifin, Nugraheni PW. Pirolisis Limbah Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE) dan Polypropylene (PP) Menggunakan Katalis Zeolit Alam. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 2023;11(3):773–779.
- Miandad R, Barakat MA, Aburiazaiza AS, Rehan M, Nizami AS. Catalytic Pyrolysis of Plastic Waste: A Review. *Process Safety and Environmental Protection*. 2016;102:822–838.
- Panda AK. Studies on Process Optimization for Production of Liquid Fuels from Waste Plastics. *Journal of Fuel Chemistry and Technology*. 2011;39(2):147–152.
- Sari MM, Afifah AS, Suryawan IWK. Pengelolaan Sampah Plastik Melalui Teknologi Pirolisis di TPST Manding Kabupaten Sragen: Analisis Efektivitas dan Potensi Keberlanjutan. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*. 2023.
- Sarker M, Rashid MM, Rahman MS. Conversion of Low Density Polyethylene Plastic Waste into Liquid Fuel by Thermal Cracking Process. *British Journal of Environment and Climate Change*. 2012;2(1):1–11.
- Sharma BK, Moser BR, Vermillion KE, Doll KM, Rajagopalan N. Production, Characterization and Fuel Properties of Alternative Diesel Fuel from Waste Plastic Grocery Bags. *Fuel Processing Technology*. 2014;122:79–90.
- Surono UB. Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*. 2013;3(1):32–40.
- Wibowo K, Wulamdari W. Pengolahan Sampah Plastik (Polypropylene) Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Kesmas Asclepius*. 2023;5(2):231–239.
- Yuriandala Y, Syamsiah S, Saptoadi H. Pirolisis Campuran Sampah Plastik Polistirena Dengan Sampah Plastik Berlapis Aluminium Foil. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 2016;8(1):29–37.