

Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis

Processing of Plastic Waste Into Fuel Oil by Pyrolysis Process

Muhammad Dzaky Amany¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

¹muhammaddzakayamany@gmail.com

Abstract

Plastic is an item that is often used by humans, resulting in an increase in plastic waste and a source of environmental pollution. Plastic is basically formed from petroleum, so it is very possible to return it to its original shape, namely by the pyrolysis process. Pyrolysis is a suitable conversion technology to address the severe ecological and environmental hurdles caused by waste plastics ineffective pre- and/or post- user management and massive landfilling. Pyrolysis process that converts and organic material at high temperatures and decomposes into smaller molecular bonds. Pyrolysis results are liquid, gas, and residual solids which are collected separately. From various types of plastic waste which are processed into oil by the pyrolysis process can product different volumes of oil and this method is very effective for processing plastic waste into something useful, namely fuel oil.

Keywords: *Plastic Waste, Fuel Oil, Pyrolysis*

Abstrak

Plastik adalah barang yang sering digunakan oleh manusia sehingga berakibat meningkatnya sampah plastik dan sumber pencemaran lingkungan hidup. Plastik pada dasarnya dibentuk dari minyak bumi, sehingga sangat memungkinkan untuk mengembalikannya ke bentuk semula yaitu dengan proses pirolisis. Pirolisis merupakan teknologi konversi yang cocok untuk mengatasi kerusakan ekologi dan rintangan lingkungan yang disebabkan oleh pengelolaan pra dan/atau pasca penggunaan limbah plastik yang tidak efektif dan penimbunan massal. Proses pirolisis yaitu mengkonversi suatu bahan organik pada suhu tinggi dan terurai menjadi ikatan molekul yang lebih kecil. Hasil pirolisis adalah produk cair, gas dan sisa padatan dikumpulkan secara terpisah. Dari berbagai jenis sampah plastik yang diolah menjadi minyak dengan proses pirolisis dapat menghasilkan volume minyak yang berbeda-beda dan cara ini sangat efektif untuk mengolah sampah plastik menjadi suatu yang bermanfaat yaitu menjadi Bahan Bakar Minyak.

Kata kunci: Limbah Plastik, Bahan Bakar Minyak, Pirolisis

Pendahuluan

Sampah plastik adalah salah satu sumber pencemaran lingkungan hidup di Indonesia. Plastik merupakan produk serbaguna, ringan fleksibel, tahan kelembapan, kuat, dan relatif murah. Dan merupakan salah satu barang yang paling sering digunakan oleh manusia untuk pemenuhan keperluan hidupnya adalah plastik[1]. Plastik digunakan dalam pengemasan produk makanan dan konsumen, pembuatan peralatan listrik dan penting dalam industri mulai dari kedirgantaraan, konstruksi, transportasi, biomedis, otomotif, dan tekstil hingga olahraga dan rekreasi dan masih banyak lagi[2]. Peningkatan penggunaan plastik berakibat meningkatnya sampah plastik di Indonesia yang merupakan negara penghasil sampah plastik terbesar kedua di dunia[3].

Tinjauan Pustaka

Jenis plastik yang biasa digunakan sebagai bahan baku diantaranya adalah *Low Density Polyethylene* (LDPE), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyethylene Terephthalate* (PET), *Polypropilene* (PP), dan *Polyvinyl Chloride* (PVC). Plastik yang banyak ditemukan ialah PP yang digunakan sebagai gelas air mineral, PET yang digunakan sebagai bahan baku botol air mineral, HDPE yang digunakan sebagai botol susu cair, dan LDPE yang digunakan sebagai kantong belanja[4]. Jenis plastik PET juga biasa disebut sebagai jenis plastik PETE[5].

Menurut Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton/tahun dimana sebanyak 3,2 juta ton merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut. Menurut sumber yang sama, kantong plastik yang terbuang ke lingkungan sebanyak 10 miliar lembar per tahun atau sebanyak 85.000 ton kantong plastik. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut 15 % berupa sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik/hari[6].

Berbagai upaya untuk menekan peningkatan sampah plastik diantaranya adalah proses daur ulang (*recycling*), dimana sampah plastik akan dilebur lagi menjadi bahan baku plastik dengan kualitas yang lebih rendah sehingga sangat sedikit sampah plastik yang dapat didaur ulang dan bahan hasil daur memiliki kualitas yang buruk. Plastik memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, mencapai 40 MJ/kg, setara dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar[7]. Pirolisis merupakan teknologi konversi yang cocok untuk mengatasi kerusakan ekologi dan rintangan lingkungan yang disebabkan oleh pengelolaan pra dan/atau pasca penggunaan limbah plastik yang tidak efektif dan penimbunan massal[8]. Konversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak, dimana proses ini dapat mengembalikan plastik ke bentuk awalnya[9].

Pirolisis adalah proses degradasi suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya oksigen (proses termokimia), dalam mendegradasi bahan plastik dibutuhkan suhu antara 300-500°C untuk menjadi gas kemudian dikondensasikan, kemudian disuling untuk menghasilkan minyak dan residu yang menjadi arang[10]. Terdapat 3 fraksi di reaktor pertama saat air mulai menguap, fraksi kedua saat bahan baku didekompresi menjadi gas, fraksi ketiga saat pemanasan terus menerus menghasilkan sisa padatan yang tersisa di reaktor. Gas yang dihasilkan dialirkan melalui pipa dan dikondensasikan menjadi produk cair. Efisiensi pirolisis sampah plastik terjadi pada suhu 420°C. Produk cair memiliki nilai kalor yang tinggi sehingga mudah terbakar. Hasil pirolisis adalah produk cair, gas dan sisa padatan dikumpulkan secara terpisah[11].

Alasan Penelitian

Mengingat kurangnya efektivitas masyarakat dalam mengolah sampah plastik dan diperlukan upaya lebih untuk mengubah sampah plastik menjadi bahan yang lebih bermanfaat, seperti bahan bakar minyak sintetis yang menggantikan bensin, solar, atau bahan bakar minyak lainnya yang tentunya melalui proses pirolisis.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan proses pirolisis. Plastik pada dasarnya dibentuk dari minyak bumi, sehingga sangat memungkinkan untuk mengembalikannya ke bentuk semula[12]. Plastik merupakan produk olahan yang berbahan dasar minyak bumi. Perlengkapan rumah tangga, dari yang kecil hingga besar banyak berasal dari produk plastik. Plastik yang berasal dari minyak bumi diperoleh dalam proses pemurnian pada kilang migas[13].

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam melakukan kajian ini adalah dengan cara *literatur review*. Dengan

urutan proses penelitian yaitu melakukan seleksi hasil penelitian yang relevan, mengekstrak data dari studi individual, meringkas hasil, dan penyajian hasil. Pencarian artikel dilakukan menggunakan database jurnal penelitian online. Literatur yang menjadi rujukan dalam penelitian ini mengambil referensi jurnal dalam database Scopus dan SINTA untuk melakukan tinjauan literatur sistematis dan ekstraksi data ilmiah. Pengumpulan literatur dilakukan melalui *google scholar* dengan menggunakan kata kunci limbah plastik, Bahan Bakar Minyak, dan proses pirolisis. Kajian ini membahas informasi tentang pengolahan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan proses pirolisis yang didasari oleh 10 jurnal terpublikasi.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Berdasarkan dari hasil artikel yang dikumpulkan, penulis mendapatkan analisa hasil dari beberapa artikel rujukan tertuang seperti tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Analisa Hasil dari Beberapa Artikel Rujukan

No	Penulis	Judul	Hasil
1	Damian A.L Arifin Y.Fitrianiingsih Suci Paramadita Govira C.A (2022)	Pengolahan Sampah Plastik HDPE (<i>High Density Polyethylene</i>) dan PET (<i>Polyethylene Terephalate</i>) Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Pirolisis	Berdasarkan parameter fisik, minyak dari plastik jenis HDPE memiliki karakteristik warna kuning oranye dan terdapat endapan serta berbau menyerupai minyak tanah, sedangkan minyak dari plastik jenis PET memiliki karakteristik warna kuning oranye pekat serta berbau lebih menyengat dibanding minyak dari plastik jenis HDPE. Minyak hasil pirolisis ini mudah terbakar, dan baunya menyengat. Minyak HDPE memiliki kuantitas volume lebih banyak dibandingkan minyak PET. Sampah plastik yang lebih layak untuk dijadikan bahan bakar adalah HDPE karena PET tidak menghasilkan minyak sama sekali. Nilai densitas minyak pirolisis PET lebih tinggi dibandingkan dengan nilai densitas pirolisis HDPE. Viskositas HDPE lebih rendah dibandingkan PET.
2	Taufik Arjal Rafidah (2020)	Pengolahan Limbah Plastik Jenis <i>Polyethylene Terephalate</i> (PET) dan <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) Menjadi Bahan Bakar Minyak	Berdasarkan hasil eksperimen pengolahan limbah plastik, yang paling banyak menghasilkan minyak yaitu limbah plastik jenis PET, sedangkan yang paling sedikit yaitu gabungan limbah plastik jenis PET dan HDPE. Pengolahan limbah plastik yang paling banyak mengalami penurunan berat adalah PET dan gabungan dari PET dan HDPE, sedangkan penurunan berat lebih sedikit adalah HDPE. Berdasarkan dari proses pirolisis, diketahui bahwa, alat pirolisis tidak dapat menghasilkan minyak sebanyak ≤ 1200 ml dengan sampel PET, alat pirolisis tidak mampu menghasilkan minyak sebanyak ≤ 1200 ml dengan sampel HDPE, alat pirolisis tidak mampu menghasilkan minyak sebanyak ≤ 1200 ml dengan sampel PET dan HDPE, dan alat pirolisis mampu menurunkan berat sampah dengan pemanfaatan limbah plastik menjadi Bahan Bakar Minyak.
3	Bambang Sugiarto Joshua Rio Arfianto Monika (2020)	Pembuatan Bahan Bakar KrisMinyak (BBM) dari Sampah Plastik Menggunakan Proses Pirolisis	Sampah plastik PP (<i>Polypropylene</i>) menghasilkan minyak hasil pirolisis lebih banyak dibandingkan minyak hasil pirolisis sampah plastik HDPE. HDPE membutuhkan waktu pirolisis yang lebih lama dibandingkan PP. Jenis plastik PP yang digunakan merupakan biji plastik sehingga memiliki kemurnian yang lebih tinggi dibandingkan jenis plastik HDPE. Biji plastik PP yang terkonversi dalam proses pirolisis plastik lebih banyak persentasenya dibandingkan sampah plastik HDPE. Densitas minyak hasil pirolisis biji plastik PP lebih banyak dibandingkan sampah plastik HDPE. Viskositas minyak hasil pirolisis HDPE lebih besar dibandingkan PP.

- 4 Sumartono (2019) Produksi Bahan Bakar Minyak Dari Limbah Plastik HDPE dan PETE 1 Kg Plastik yang menghasilkan Bahan Bakar Minyak paling banyak adalah HDPE, dilanjut kedua yaitu LDPE (*Low Density Polyethylene*), dilanjut ketiga yaitu PP, dilanjut keempat yaitu PETE/PET, dan yang paling sedikit yaitu PVC (*Polyvinyl Chloride*). Hasil pengujian nilai kalor jenis plastik HDPE lebih sedikit dibandingkan jenis plastik PETE.

Pembahasan

Pirolisis berasal dari kata Pyro (*fire/api*) dan Lyo (*loosening/pelepasan*) untuk dekomposisi termal dari suatu bahan organik[14]. Jadi pirolisis adalah proses konversi dari suatu bahan organik pada suhu tinggi dan terurai menjadi ikatan molekul yang lebih kecil[15]. Pirolisis merupakan suatu bentuk insenerasi yang menguraikan bahan organik secara kimia melalui pemanasan dengan mengalirkan nitrogen sebagai gas inert[1]. Alat untuk mengolah limbah plastik menjadi BBM dirancang dengan bentuk seperti berikut[5].



Gambar 1. Alat Pengolah Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak

Pada saat proses pengolahan limbah plastik sangat penting untuk memperhatikan setiap komponen dari alat dan bahan yang digunakan saat proses berlangsung seperti wadah pirolisis dan tabung kondensor (pendingin). Sebelum melaksanakan penelitian maka perlu dilakukan pengecekan terhadap wadah pirolisis untuk memastikan bahwa tabung tidak mengalami kebocoran saat akan digunakan pada proses pengolahan limbah plastik karena saat proses pengolahan berlangsung tabung harus kedap udara agar asap dari pemanasan sampah plastik bisa melalui satu jalur saat keluar dari wadah pirolisis yaitu menuju pipa yang akan melalui tabung kondensor (pendingin). Selanjutnya, pada saat proses pirolisis berlangsung sangat penting untuk selalu mengamati air dalam tabung kondensor agar tetap dingin karena hal ini sangat berpengaruh terhadap hasil yang akan didapatkan pada saat proses berlangsung. Air dalam tabung harus tetap berotasi agar suhunya dapat terjaga agar tetap dingin, karena saat air tidak berotasi di tabung kondensor maka air tersebut akan panas dan proses penguapan dari asap menjadi minyak tidak optimal dan akan berdampak pada hasil yang didapatkan[1].

Proses pembuatan Bahan Bakar Minyak (BBM) dari limbah plastik ini dengan cara destilasi, untuk melumerkan dan menguapkan limbah plastik menggunakan proses pirolisis pada reaktornya. Pertama bahan baku atau limbah plastik dibersihkan dan dicacah, kemudian dimasukkan ke dalam reaktor melalui lubang masukan. Pemanasan reaktor menggunakan tungku yang berbahan bakar gas *liquefied petroleum gas* (LPG). Lubang masukan ditutup dan dikunci kuat agar tidak ada kebocoran udara/gas, dan kemudian pasang instalasi saluran uap pipa dari reaktor ke kondesator. Lalu nyalakan api tungku untuk proses pemanasan. Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan Bahan Bakar Minyak ini ± 90 menit. Pada proses pemanasan, plastik akan melumer dan mencair pada suhu kurang lebih 100°C dan akan mulai

menguap menjadi fase gas yang terbentuk akan dikondensasikan melalui kondensor[5].

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa berbagai jenis sampah plastik seperti *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyethylene Terephthalate* (PET/PETE), *Polypropilene* (PP), dan *Polyvinyl Chloride* (PVC) menghasilkan minyak, nilai densitas, viskositas yang berbeda-beda. Data menunjukkan sampah plastik jenis HDPE menghasilkan volume minyak lebih banyak dibandingkan sampah plastik jenis PET/PETE atau sebaliknya. Daur ulang merupakan upaya menekan peningkatan sampah plastik yang kurang efektif sehingga proses pirolisis hadir untuk mengolah berbagai jenis sampah plastik menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat yaitu mengubah limbah plastik menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM).

Daftar Rujukan

- [1] T. Arjal and Rafidah, "Pengolahan Limbah Plastik Jenis Polyethelene Terephalate (PET) dan High Density Polyethelene (HDPE) Menjadi Bahan Bakar Minyak," vol. 20, no. 2, pp. 266–273, 2020.
- [2] M. I. Jahiril, F. Faisal, M. G. Rasul, D. Schaller, M. M. K. Khan, and R. B. Dexter, "Automobile fuels (diesel and petrol) from plastic pyrolysis oil—Production and characterisation," *Energy Reports*, vol. 8, pp. 730–735, 2022, doi: 10.1016/j.egy.2022.10.218.
- [3] D. A. Lubis, Arifin, Y. Fitrianiingsih, S. Pramadita, and G. C. Asbanu, "Pengolahan Sampah Plastik HDPE (High Density Polyethylene) dan PET (Polyethylene Terephthalate) Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Pirolisis," vol. 20, no. 4, pp. 735–742, 2022, doi: 10.14710/jil.20.4.735-742.
- [4] B. Sugiarto, J. R. Arfianto, and K. Monika, "Pembuatan Bahan Bakar Minyak (BBM) dari Sampah Plastik Menggunakan Proses Pirolisis," *Semin. Nas. Tek. Kim. Kejuangan*, vol. 01, no. 6, p. 6, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/kejuangan/article/view/3627>
- [5] Sumartono, "Produksi Bahan Bakar Minyak Dari Limbah Plastik HDPE dan PETE 1 Kg," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi* <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>, vol. 2, no. 2, pp. 131–139, 2019.
- [6] Sumarni and A. Purwanti, "Kinetika Reaksi Pirolisis Plastik Low Density Polyethylene (LDPE)," *J. Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 135–140, 2008.
- [7] M. Syamsiro *et al.*, "Fuel Oil Production from Municipal Plastic Wastes in Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Reactors," *Energy Procedia*, vol. 47, pp. 180–188, 2014, doi: 10.1016/j.egypro.2014.01.212.
- [8] Y. Cheng, E. Ekici, G. Yildiz, Y. Yang, B. Coward, and J. Wang, "Applied Machine Learning for Prediction of Waste Plastic Pyrolysis Towards Valuable Fuel and Chemicals Production," *J. Pre-Proof*, pp. 1–25, 2021, doi: 10.1016/j.jaap.2023.105857.
- [9] R. Rafli, H. B. Fajri, A. Jamaludhin, M. Azizi, H. Riswanto, and M. Syamsiro, "Penerapan Teknologi Pirolisis Untuk Konversi Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak di Kabupaten Bantul," *J. Mek. dan Sist. Termal*, pp. 1–5, 2017.
- [10] E. H. Istoto and S. Saptadi, "Production of Fuels From High Density Polyethylene and Low Density Polyethylene Plastic Wastes via Pyrolysis Methods," *Iran. J. Energy Environ.*, vol. 10, no. 3, pp. 185–189, 2019, doi: 10.5829/ijee.2019.10.03.04.
- [11] A. A. Arahim, Widayat, and Hadiyanto, "Liquid fuel production from motorized vehicle tires with pyrolysis process," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2296, no. November, 2020, doi: 10.1063/5.0030380.
- [12] Mawardi, I., & Lubis, H. Proses manufaktur plastik dan komposit. *Penerbit Andi*. 2019.
- [13] Ristawati, A., Fattahanisa, A., Pramadika, H., & Palit, C. PEMANFAATAN LIMBAH PRODUK PLASTIK YANG BERASAL DARI MINYAK BUMI. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMIN)*, vol.3, no.2, 2021.
- [14] Yanto, R. PEMBUATAN MINYAK PLASTIK DENGAN METODE DESTILASI BERTINGKAT PADA SUHU 200 o C (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Metro). 2019.
- [15] Ismail, A. R. PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, vol.18, no.2, pp.216-223, 2019.