



KARYA ILMIAH

SMA KOLESE DE BRITTO



Pemanfaatan Limbah Plastik Melalui Pirolisis Untuk Bahan Bakar Alternatif

Aurellio Harry Baskoro Christianto ^{a,1*}, Christophorus Arka Brahma Mandira ^{b,2}, Edwardus Kevandre Damarjati ^{c,3}, Agustinus Wahyu Dwi Anggoro

^a SMA Kolese De Britto, Yogyakarta, Indonesia

¹ 17764@student.debritto.sch.id; 18029@student.debritto.sch.id; 17768@student.debritto.sch.id

*korespondensi penulis 17764@student.debritto.sch.id

Informasi artikel

Kata kunci:

Bahan bakar
Alternatif
Plastik
Pirolisis

ABSTRAK

Di Masa saat ini penggunaan plastik sangat banyak untuk dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, namun hal ini menyebabkan tingginya angka limbah plastik yang belum dapat diolah kembali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui alternatif pengolahan limbah plastik dalam kehidupan sehari-hari dan menguji kualitas nya. Fokus pada penelitian ini adalah pada kualitas dari bahan bakar hasil pirolisis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pirolisis untuk mendapatkan minyak hasil pirolisis dan data reaksi selama proses pirolisis kemudian dilakukan uji pembakaran dengan membandingkan minyak hasil pirolisis dengan bahan bakar pertalite untuk mendapatkan data uji kualitas minyak hasil pirolisis. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas yang dimiliki oleh minyak hasil pirolisis lebih buruk jika dibandingkan dengan bahan bakar pertalite. Uji bakar minyak pirolisis menghasilkan kerak hitam, yang menunjukkan kemurnian rendah dan adanya zat yang belum terurai. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa minyak pirolisis belum memenuhi standar bahan bakar kendaraan, namun dapat digunakan untuk kebutuhan sederhana seperti bahan bakar lampu minyak atau memasak.

Keywords:

Fuel
Alternative
Plastic
Pyrolysis

ABSTRACT

In the present era, plastic is widely used in daily life, but this has led to a high volume of plastic waste that cannot yet be processed. This study aims to explore alternative methods for processing plastic waste in daily life and test its quality. The focus of this research is on the quality of the fuel produced from pyrolysis. The method used in this research is an experimental method. Data collection was carried out by conducting pyrolysis to obtain pyrolysis oil, and reaction data during the pyrolysis process were recorded. Subsequently, a combustion test was conducted by comparing the pyrolysis oil with pertalite fuel to assess the quality of the pyrolysis oil. The results of this study indicate that the quality of the pyrolysis oil is worse compared to pertalite fuel. The combustion test of the pyrolysis oil produced black residue, indicating low purity and the presence of unprocessed substances. Therefore, it can be concluded that pyrolysis oil does not meet vehicle fuel standards, but it can be used for simpler needs such as fuel for oil lamps or cooking.

© 2024 (Aurellio Harry Baskoro Christianto,dkk). All Right Reserved

Pendahuluan

Sampah plastik menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang semakin meningkat di seluruh dunia, termasuk Indonesia.

Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), Tujuan utama penelitian adalah mengolah sampah plastik PS yang sulit terurai secara alami, serta

mengembangkan metode pengolahan sampah untuk mengurangi dampak lingkungan plastik jenis ini. Indonesia menghasilkan 41,34 juta ton sampah pada 2023, dengan 19,27% berupa plastik, setara 7,97 juta ton. Sampah rumah tangga menyumbang 60,4%, termasuk plastik *Polystyrene* (PS) yang sulit terurai. Penelitian ini bertujuan mengolah sampah PS menjadi bahan bakar alternatif melalui pirolisis. Sampel plastik PS dikumpulkan dari lingkungan rumah di Sleman, Yogyakarta.

Plastik jenis *Polystyrene* (PS) merupakan bahan yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, terutama untuk produk kemasan, seperti *styrofoam*, wadah makanan sekali pakai, dan bahan pengemas lainnya. Plastik PS memiliki keunggulan seperti kestabilan dimensi yang baik dan kekakuan yang tinggi, namun memiliki kelemahan utama yaitu sulit terurai secara alami, yang berdampak buruk bagi lingkungan, terutama bagi ekosistem laut. Oleh karena itu, pengolahan sampah plastik, khususnya plastik PS, menjadi sangat penting untuk menjaga kelestarian lingkungan.

Plastik PS, yang biasa kita kenal sebagai *styrofoam*, merupakan jenis plastik yang seringkali digunakan sebagai kemasan makanan, barang, dll, plastik PS adalah polimer berbasis styrene yang sulit terurai namun memiliki potensi diubah menjadi bahan bakar. Penelitian ini terinspirasi dari studi sebelumnya tentang pirolisis plastik LDPE dan HDPE, yang menghasilkan minyak nafta, bensin, dan solar. Tidak seperti penelitian sebelumnya, studi ini fokus pada plastik PS dan membandingkan kualitas hasil pirolisis dengan BBM fosil melalui uji bakar.

Kajian Literatur

Dari data yang didapat dari (SIPSN) Indonesia dengan 281 juta penduduk menghasilkan 41.342.097 ton sampah, dan 19.27% nya merupakan sampah plastik, Yang 60.4% nya berasal dari rumah tangga. Maka dari itu, peneliti ingin mengolah ulang sampah plastik tersebut menjadi BBM alternatif.

Sampah plastik, terutama yang berasal dari produk sekali pakai seperti *styrofoam*, telah menjadi masalah lingkungan utama karena kesulitan dalam penguraiannya. Pemahaman tentang jenis-jenis plastik, termasuk polistirena (*styrofoam*), serta teknik pengolahan sampah plastik sangat penting dalam upaya mengubah

limbah plastik menjadi sumber energi yang lebih berkelanjutan.

Teknik pengolahan sampah plastik yang dibahas dalam bab ini adalah destilasi dan pirolisis. Destilasi merupakan proses pemisahan komponen campuran berdasarkan perbedaan titik didih, yang digunakan untuk mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar. Pirolisis, di sisi lain, adalah proses dekomposisi bahan pada suhu tinggi tanpa adanya oksigen, menghasilkan produk-produk seperti gas, arang, dan bio-oil. Kedua teknik ini dapat membantu mengubah sampah plastik, terutama *styrofoam*, menjadi energi yang lebih ramah lingkungan dan berpotensi mengurangi dampak sampah plastik terhadap lingkungan.

Dari penelitian ini diharapkan dapat membantu memberikan alternatif menggunakan sampah plastik PS kembali. Demi mengurangi banyaknya limbah plastik PS.

Metode

Penelitian ini mengolah limbah plastik berjenis *Polystyrene* (PS) menjadi bahan bakar alternatif melalui proses pirolisis. Peneliti mengumpulkan sampel plastik PS dari rumah tangga. Kemudian peneliti melakukan proses pirolisis dengan tujuan untuk mengolah limbah plastik menjadi bahan bakar alternatif. Dalam proses pirolisis peneliti mengamati dan mencatat reaksi yang terjadi selama proses pirolisis berlangsung. Selanjutnya, setelah diperoleh bahan bakar dari hasil pirolisis guna mengetahui kualitas dari bahan bakar tersebut.

1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan oleh peneliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

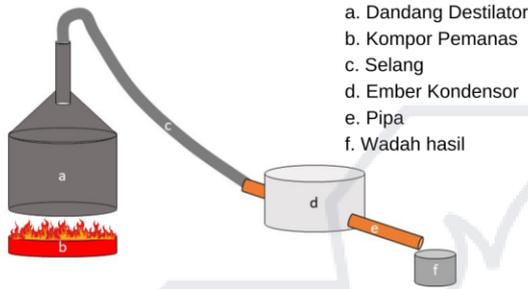
1. Dandang
2. Pipa Besi
3. Selang
4. Ember
5. Kompor
6. Stopwatch
7. Penggaris
8. Pisau
9. Sumbu
10. Piring kaca datar

Bahan-bahan yang dibutuhkan oleh peneliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. *Styrofoam*
2. Gas LPG
3. Air
4. Es Batu
5. BBM jenis pertalite

2. Perancangan alat

peneliti merancang perangkat pirolisis sederhana seperti pada gambar berikut.



Gambar 1. Rancangan skema rangkaian perangkat pirolisis

3. Pengamatan Reaksi Yang Terjadi Selama Proses Pirolisis

Dalam percobaan pirolisis limbah plastik *Polystyrene* (PS) peneliti mencatat reaksi yang terjadi selama proses tersebut ke dalam tabel berikut.

Tabel 1. Tabel pengamatan reaksi dari proses destilasi.

Percobaan	Berat Plastik (gr)	Waktu (menit)	Reaksi

4. Uji Kualitas Bahan Bakar Hasil Pirolisis

Bahan bakar yang telah diperoleh melalui proses pirolisis di uji kualitasnya melalui uji pembakaran dengan bahan bakar jenis pertalite digunakan dalam sebagai bahan bakar pembanding. Pengujian pembakaran dilakukan dengan menuangkan masing-masing sampel bahan bakar sebanyak 10 ml pada piring kaca datar berdiameter 14 cm sebagai wadah dengan masing-masing bahan bakar diberi sumbu sepanjang 6 cm. Dari kedua BBM yang dibakar

tersebut, diamati dan dicatat waktu yang dibutuhkan hingga masing-masing api mati.

Peneliti mencatat waktu yang dibutuhkan hingga masing-masing api mati ke dalam tabel berikut.

Tabel 2. Tabel Perbandingan Lama Waktu pembakaran.

BBM	Pirolisis	Pertalite
Waktu (detik)		

Hasil dan pembahasan

1. Data Reaksi yang Timbul dari Proses Pirolisis

Dalam melakukan pirolisis peneliti mengamati dan mencatat reaksi yang terjadi selama proses pirolisis dan diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 3. Reaksi dari Proses Pembakaran *Styrofoam*

Percobaan	Berat Plastik (gr)	Waktu (menit)	Reaksi
1	30	1-7	Asap keluar dari ujung pipa
		8-12	Asap mulai berkurang, tidak sepekat sebelumnya
		12-18	Minyak mulai menetes deras keluar dari pipa kondensor
		18-20	Minyak yang menetes mulai berkurang
2	30	20-23	Tidak ada minyak yang dihasilkan lagi
		1-7,5	Asap keluar dari ujung pipa
		7,5-14	Asap yang keluar mulai berkurang
		13-19	Minyak menetes

			dari ujung pipa kondensor
		19-22	Minyak yang menetes mulai berkurang
		22-24	Tidak ada lagi minyak yang menetes

Percobaan pirolisis plastik PS dilakukan dua kali dengan berat sampel 30 gram dan waktu 30 menit. Hasilnya menunjukkan pola reaksi yang serupa, dimulai dari asap tebal (menit 1–8), berkurangnya asap (menit 8–12), dan munculnya minyak (menit 12–19), hingga minyak berhenti menetes (menit 22–24).

2. Minyak Hasil Eksperimen

Dari eksperimen yang dilakukan sebanyak dua kali dengan menggunakan sampel plastik styrofoam seberat 30 gram yang dibakar selama 24 menit, menghasilkan 15 ml tetesan minyak sebagai hasil dari proses pirolisis. Minyak yang dihasilkan dari pirolisis yang dilakukan memiliki warna coklat kekuningan dan sedikit kental. Terdapat endapan pada bagian bawah gelas ukur. Minyak ini memiliki aroma yang khas seperti plastik yang dibakar.

Gambar 2. Minyak Hasil Pirolisis.



3. Hasil Uji Pembakaran

Setelah melakukan uji pembakaran sampel, diperoleh data waktu pembakaran sebagai berikut.

Tabel 3. Tabel Perbandingan Waktu Pembakaran Antara BBM Hasil Pirolisis dengan BBM Jenis Peralite.

Tabel Perbandingan		
BBM	Pirolisis	Peralite
Waktu	60	43

(detik)		
---------	--	--

Pada uji pembakaran, BBM hasil pirolisis terbakar lebih lama (60 detik) dibandingkan Peralite (43 detik), namun meninggalkan kerak hitam tebal, menunjukkan kemurniannya belum optimal. Minyak pirolisis tidak cocok untuk kendaraan, namun dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan energi sederhana, seperti bahan bakar lampu atau memasak. Penelitian lanjutan diperlukan untuk meningkatkan kualitasnya.

Gambar 3. Hasil uji pembakaran minyak pirolisis



Gambar 4. Hasil pembakaran minyak peralite



Simpulan

Dari penelitian ini dapat dilihat bahwa plastik masih dapat diolah kembali menjadi barang yang dapat digunakan lagi, seperti BBM. BBM dari sampah plastik yang hanya melalui 1 kali pirolisis masih harus diolah kembali melalui proses pirolisis, karena BBM hasil pirolisis ketika dibakar, masih akan menghasilkan kerak, sehingga ketika digunakan pada kendaraan, maka akan memberikan masalah pada kendaraan tersebut. Namun BBM hasil pirolisis ini masih dapat digunakan untuk lampu parafin, atau untuk menyalakan api unggun.

Ucapan terima kasih

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan kemampuan kepada penulis sehingga penulisan makalah dengan judul “Pemanfaatan Limbah Plastik melalui Pirolisis untuk Energi Alternatif” dapat terselesaikan dengan baik. Terima kasih khusus peneliti sampaikan kepada romo Agustinus Wahyu Dwi Anggoro SJ dan bapak Cosmas Jerry Anggoro, S.Pd. selaku guru pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam proses penulisan karya ilmiah. Tidak lupa, peneliti juga mengucapkan banyak terima kasih kepada guru penguji, orang tua, dan pihak-pihak terlibat yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Referensi

Distilasi Teori dan Pengendalian Operasi – MeTSi FT UGM. (2019, May 21). MeTSi FT UGM. Retrieved September 4, 2024, from

<https://metsi.ft.ugm.ac.id/2019/05/21/distilasi-teori-dan-pengendalian-operasi/>

Hartono, E. F., & Rachmat, N. (2022). Klasifikasi Jenis Plastik HDPE, LDPE, dan PS Berdasarkan Tekstur Menggunakan Metode Support Vector Machine. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 9(2), 1403-1412.

<https://jurnal.mdp.ac.id/index.php/jatisi/article/download/2470/806/>

Hudoyo, P. F., Riani, D., & Robby. (2021). Analisis Penggunaan Limbah Plastik Jenis Polystyrene (PS) Sebagai Bahan Tambahan Pada Campuran (HRS-WC). *Jurnal Kacapuri*, 4(1), 213-222.

<https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jurnalkacapuri/article/view/5158/3108>

Jenis Bahan Bakar Alternatif yang Lebih Rendah Emisi. (n.d.). Shell Indonesia. Retrieved September 9, 2024, from

https://www.shell.co.id/in_id/konsumen-bisnis/shell-fleet-card/bahan-bakar-alternatif.html

Jenis-Jenis Plastik & Contohnya: HDPE, PC, LDPE, PP, PET/PETE, PVC. (2018, July 17). Waste4Change. Retrieved September 10, 2024, from

<https://waste4change.com/blog/tipe-dan-jenis-plastik/>

kumparan.com. (2021, July 31). *Bahan Bakar Alternatif dan Beragam Jenisnya* | kumparan.com. Retrieved September 9, 2024, from

<https://kumparan.com/info-otomotif/bahan-bakar-alternatif-dan-beragam-jenisnya-1wEWkTe2go1>

Nasution, R. S. (2015). Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik. *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 1(1), 97-104.

<http://dx.doi.org/10.22373/ekw.v1i1.522>

Novia, T. (2021). Pengolahan Limbah Sampah Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) Menjadi Bahan Bakar Minyak Dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 4(1), 33-41.

Pertamina. (2021, 1 29). *Apa Itu Pirolisis? Bisa Ubah Sampah Plastik Jadi BBM.*

Pertamina. Retrieved 9 9, 2024, from

<https://www.pertamina.com/id/news-room/energi-news/apa-itu-pirolisis-bisa-ubah-sampah-plastik-jadi-bbm>

Pertamina. (2024, June 28). *Ingin Lebih Ramah Lingkungan? Coba 4 Bahan Bakar Alternatif Ini!* Pertamina One Solution.

Retrieved September 9, 2024, from

<https://onesolution.pertamina.com/Insight/Page/ingin-lebih-ramah-lingkungan-coba-4-bahan-bakar-alternatif-ini>

Ratnawati, S. (2020). Processing of Plastic Waste Into Alternative Fuels in The Form of Grounded (Pertalastic) Through Pirolisis Process in Science Laboratory of MTsN 3 West Aceh. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*, 3(1), 8-16.

S., S. (1999). *Kimia Dasar 1*. Penerbit ITB.

Setiawan, T. (2018). Rancang Bangun Alat Destilasi Uap Bioetanol Dengan Bahan Baku Batang Pisang. *Jurnal Media Teknologi*, 4(2), 119-127.

<https://jurnal.unigal.ac.id/mediateknologi/article/view/2625>

7 *Simbol dan Jenis Plastik yang Perlu Kamu Ketahui*. (n.d.). Zero Waste Indonesia. Retrieved September 10, 2024, from <https://zerowaste.id/zero-waste-for-beginners/symbol-dan-jenis-plastik/>

SIPSN. (n.d.). SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. Retrieved October 1, 2024, from <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>

