

## PYROLYSIS SYSTEM TERHADAP SAMPAH PLASTIK POLYPROPYLENE (PP) MENJADI BAHAN BAKAR

Wahyu Arini

Universitas PGRI Silampari

**Abstract:** The purpose of this study was to degrade Polypropylene plastic waste into fuel using a pyrolysis system. The method used to analyze the data from the pyrolysis process in this study is an experimental method, while the analysis used is quantitative data analysis, using existing calculations to analyze polypropylene plastic pyrolysis oil. Data collection techniques through three pyrolysis processes, namely 1 hour, 2 hours, and 3 hours. The results of the study through 3 pyrolysis processes at different times obtained that PP plastic waste produced oil, namely 778 ml at 1 hour, 926 ml at 2 hours and 1145 ml at 3 hours. The density value of the pyrolysis oil was weighed after testing. The calorific value in this study ranged from 0.75 to 0.78 Kg/L with the lowest specific gravity in sample 1 and the highest in sample 3. Data on the efficiency of oil produced by waste PP plastic through 3 experiments in the pyrolysis process showed that PP plastic waste was quite good in its efficiency level in producing oil, namely 52%; 62%; 76%. In conclusion, the efficiency of PP plastic waste into fuel is also influenced by various factors such as the pyrolysis equipment used, reactor temperature, conversion time, and others. So that through this research it was found that polypropylene (PP) plastic waste can be converted into fuel using the pyrolysis method with two types of condenser pyrolysis equipment.

**Keywords:** Fuel, Polypropylene, Pyrolysis

**Abstrak:** Tujuan penelitian ini adalah untuk mendegradasi sampah plastik Polypropylene menjadi bahan bakar dengan menggunakan sistem pirolisis. Metode yang digunakan untuk analisis data hasil proses pirolisis pada penelitian ini adalah metode eksperimen, sedangkan analisis yang digunakan adalah analisis data kuantitatif, menggunakan perhitungan yang ada untuk menganalisis minyak pirolisis plastik polipropilen. Teknik pengumpulan data melalui tiga proses pirolisis yaitu 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Hasil penelitian melalui 3 kali proses pirolisis pada waktu yang berbeda diperoleh limbah plastik PP menghasilkan minyak yaitu 778 ml pada 1 jam, 926 ml pada 2 jam dan 1145 ml pada 3 jam. Nilai densitas minyak hasil pirolisis ditimbang setelah dilakukan pengujian Nilai kalor pada penelitian ini berkisar antara 0,75 – 0,78 Kg/L dengan berat jenis terendah pada sampel 1 dan tertinggi pada sampel 3. Data efisiensi minyak yang dihasilkan oleh plastik PP limbah melalui 3 percobaan dalam proses pirolisis menunjukkan bahwa limbah plastik jenis PP cukup baik dalam tingkat efisiensinya dalam menghasilkan minyak yaitu 52%; 62%; 76%. Simpulan, efisiensi sampah plastik jenis PP menjadi bahan bakar di pengaruhi juga oleh berbagai faktor seperti alat pirolisis yang digunakan, suhu reaktor, waktu konversi, dan lain-lain. Sehingga melalui penelitian ini di dapatkan hasil bahwa sampah plastik jenis polypropylene (PP) dapat di konversi menjadi bahan bakar menggunakan metode pirolisis dengan alat pirolisis dua jenis kondensor

**Kata Kunci:** Bahan Bakar, Polypropylene, Pyrolysis

### PENDAHULUAN

Sampah plastik menjadi masalah lingkungan berskala global. Plastik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, karena mempunyai keunggulan-keunggulan seperti kuat ringan dan stabil. Namun plastik yang beredar dipasaran saat ini merupakan polimer sintetik yang terbuat dari minyak bumi yang sulit terurai di alam. Akibatnya semakin banyak yang menggunakan plastik, semakin meningkat

pula pencemaran lingkungan seperti pencemaran tanah (Kadir, 2012).

Sampah plastik tergolong dalam sampah non organik yang sangat berbahaya bagi lingkungan karena sangat sulit dan membutuhkan waktu dan proses yang lama yaitu 1.000 tahun untuk dapat diuraikan secara alami di tanah dan 450 tahun untuk terurai di air. Penyumbang terbesar atas sampah plastik ini adalah aktivitas bisnis ritel sehari-hari diseluruh

penjuru dunia. Sehari-hari, dijumpai berbagai produk terutama produk pangan menggunakan kemasan yang beragam baik bahan, bentuk, warna maupun fungsi dasarnya. Kemasan aseptik, modifikasi atmosfer dan tetra pak adalah jenis kemasan modern yang dalam proses pembuatannya menggunakan bahan kemasan plastik.

Pengolahan sampah plastik akan menjadi produk yang bermanfaat menjadi sangat penting mengurangi timbunan sampah khususnya sampah plastik yang sulit untuk di daur ulang. Ada beberapa metode pengolahan sampah plastik salah satunya dengan metode pirolisis yang mengkonversikannya menjadi bahan bakar atau mengembalikannya ke bahan semula. Salah satu jenis plastic yang sangat banyak digunakan plastic jenis polypropylene (PP), Polipropilena merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Polipropilena mempunyai Transisi gelas ( $T_g$ ) yang cukup tinggi ( $190^{\circ}\text{C}$ – $200^{\circ}\text{C}$ ), sedangkan titik kristalisasinya antara  $130^{\circ}\text{C}$ – $135^{\circ}\text{C}$ . Polipropilena mempunyai ketahanan pada bahan kimia (chemical resistance) yang tinggi, tetapi ketahanan pukulnya rendah (Mujiarto, 2005).

Konduktivitas terhadap panas rendah ( $0,12 \text{ w/m}$ ), tegangan permukaan yang rendah, kekuatan benturan yang tinggi, tahan terhadap pelarut organik, bahan kimia anorganik, uap air, minyak, asam dan basa, isolator yang baik tetapi dapat dirusak oleh asam nitrat pekat, dan mudah terbakar oleh nyala yang lambat merupakan sifat yang dimiliki oleh plastik polipropilena. Sifat kimia polipropilena mempunyai ketahanan yang sangat baik terhadap bahan kimia anorganik non pengoksidasi, deterjen, alkohol dan sebagainya. Tetapi polipropilena dapat terdegradasi oleh zat pengoksidasi seperti asam nitrat dan hidrogen peroksida. Sifat kristalinitasnya yang tinggi menyebabkan daya regangannya tinggi, kaku dan keras (Ningsih, 2010).

Konversi sampah plastik menjadi bahan bakar menggunakan proses pirolisis, yaitu proses fraksinasi material oleh suhu. Proses pirolisis dimulai pada temperatur sekitar  $230^{\circ}\text{C}$ , ketika komponen yang tidak stabil secara termal, dan *volatile matters* pada sampah akan pecah dan menguap bersamaan dengan komponen lainnya. Produk cair yang menguap mengandung tar dan polyaromatic hydrocarbon. Produk pirolisis umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu gas ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{CH}_4$ ), tar (pyrolitic oil), dan arang parameter yang berpengaruh pada kecepatan reaksi. Pirolisis mempunyai hubungan yang sangat kompleks, sehingga model matematis persamaan kecepatan reaksi pirolisis diformulasikan oleh setiap peneliti selalu menunjukkan rumusan empiris yang berbeda (Trianna, 2002). Plastik merupakan polimer yang berat molekulnya tidak bisa ditentukan, ataupun dihitung. Karena itu, kecepatan reaksi dekomposisi didasarkan pada perubahan massa atau fraksi massa per satuan waktu. Produk pirolisis selain dipengaruhi oleh suhu dan waktu, juga oleh laju pemanasan, dengan metode konversi sampah plastik menjadi bahan bakar, kiranya persoalan sampah plastik dapat diatasi.

## METODE PENELITIAN

Metode dalam pengambilan data dilakukan menggunakan alat pirolisis menggunakan kondensor air dan kondensor udara serta reactor dengan suhu  $500^{\circ}\text{C}$ . Metode yang digunakan untuk analisis data hasil proses pirolisis pada penelitian ini adalah metode eksperimen, sedangkan analisa yang digunakan adalah analisa data kuantitatif, menggunakan perhitungan yang ada untuk menganalisa minyak pirolisis plastik Polypropylene.

## HASIL PENELITIAN

### Dimensi Sampah Plastik

Sampah plastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah plastik jenis Poly Propylen (PP) yaitu bekas minuman gelas sebanyak  $1 \frac{1}{2}$  Kg. Pada

penelitian ini jenis sampah plastik PP dibersihkan dan dikeringkan terlebih dahulu kemudian setelah kering baru dipotong-potong agar lebih mudah dimasukkan dan terdegradasi didalam reaktor pengkonversian.



Gambar 1. Plastik jenis Polypropylene

**Massa Jenis Minyak Yang Dihasilkan Sampah Plastik PP**

Adapun masa jenis minyak yang dihasilkan sampah plastik jenis PP adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Massa Jenis Minyak Pirolisis

Sampel	Massa jenis Kg/L
Pirolisis 1 Jam	0,75
Pirolisis 2 Jam	0,76
Pirolisis 3 Jam	0,78

Nilai massa jenis dari minyak pirolisis yang di timbang setelah pengujian nilai kalor pada penelitian ini berkisar antara 0.75 – 0.78 Kg/L dengan massa

jenis terendah pada sampel 1 dan tertinggi pada sampel 3.

Tabel 2. Hasil Minyak Pirolisis dengan Variasi Waktu Proses

Waktu (Jam)	Hasil (ml)
1	778 ml
2	926 ml
3	1145 ml

Pada tabel terlihat bahwa dengan bertambahnya waktu, hasil minyak pirolisis semakin bertambah.



Gambar 2. Minyak Hasil Konversi Plastik Jenis PP

**Pengamatan Proses Pengkonversian Sampah Plastik Jenis PP Menjadi Bahan Bakar**

Adapun pengamatan waktu dan suhu pengkonversian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Waktu Pengkonversian Sampah Plastik

Jenis sampah plastik	Massa sampah plastik	Waktu konversi		
		I	II	III
PP	1 ½ kg	60 menit	120 menit	180 menit

**Tabel 4.** Suhu Kondensor saat Proses Pengkonversian Sampah Plastik

Jenis sampah plastik	Suhu awal Kondensor I	Suhu akhir Kondensor I	Suhu Awal Kondensor II	Suhu Akhir Kondensor II
PP	32 °C	13 °C	29 °C	67 °C

Dari data di atas hasil dari waktu pengkonversian sampah plastik sebanyak 3 kali percobaan, sampah plastik jenis PP

waktu pengkonversiannya yaitu 60 menit, 120 menit dan 180 menit dengan suhu kondensor I 32 °C - 13°C, sedangkan suhu kondensor II 29 °C - 67 °C.

**Tabel 5.** Rata-Rata Efisiensi Minyak yang Dihasilkan

Jenis Sampah Plastik	Efisiensi Minyak yang Dihasilkan			Rata-Rata Efisiensi Minyak yang Dihasilkan
	I	II	III	
PP	52%	62%	76%	63 %

Data efisiensi minyak yang dihasilkan oleh jenis sampah plastik PP melalui 3 kali percobaan pada proses pirolisis menunjukkan bahwa sampah plastik jenis PP cukup baik tingkat efisiensinya dalam menghasilkan minyak yaitu 52%; 62%; 76%. Efisiensi sampah plastik jenis PP menjadi bahan bakar di pengaruhi juga oleh berbagai faktor seperti alat pirolisis yang digunakan, suhu reaktor, waktu konversi, dan lain-lain. Minyak yang dihasilkan oleh sampah plastik jenis PP di uji coba melalui uji nyala api yang dapat di lihat pada gambar berikut:

**Gambar 3.** Uji Nyala Minyak Hasil Konversi Sampah Plastik PP Menjadi Bahan Bakar

## PEMBAHASAN

### Dimensi Sampah Plastik

Sampah plastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah plastik jenis Poly Propylen (PP) yaitu bekas minuman gelas sebanyak 1 ½ Kg. Pada penelitian ini jenis sampah plastik PP dibersihkan dan dikeringkan terlebih dahulu kemudian setelah kering baru dipotong-potong agar lebih mudah dimasukkan dan terdegradasi didalam reaktor pengkonversian.

### Karakteristik Alat Pirolisis Pengkonversi Sampah Plastik

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pirolisis terdiri dari tabung gas elpiji 3 kg sebagai reaktor pirolisis, pipa besi sepanjang 3 ½ meter atau lebih panjang akan lebih bagus jika kurang dari 2 meter kondensasi uap panasnya tidak maksimal, tabung kondensor air, selang air, tabung kondensor udara, blower, dinamo, termometer laboratorium, termometer bimetal, kran kuningan, pompa air, lem besi/alat las, pipa besi untuk aliran minyak, wadah minyak, gelas ukur, timbangan digital.

### Massa Jenis Minyak Yang Dihasilkan Sampah Plastik PP

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda.

Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Untuk mengukur massa jenis cairan bahan bakar yang dihasilkan sampah plastik jenis PP, langkah awal yang perlu dilakukan adalah menimbang massa gelas ukur kosong, kemudian isilah dengan cairan bahan bakar yang akan ditentukan massa jenisnya sampai volume tertentu, Setelah terisi cairan, timbang kembali gelas ukur tersebut beserta isinya. Dengan demikian, dapat diperoleh massa jenis cairan bahan bakar yang dihasilkan oleh sampah plastik jenis PP tersebut.

Nilai massa jenis dari minyak pirolisis yang di timbang setelah pengujian nilai kalor pada penelitian ini berkisar antara 0.75 – 0.78 Kg/L dengan massa jenis terendah pada sampel 1 dan tertinggi pada sampel 3. Sampel 3 memiliki massa jenis tertinggi karena sampel 3 memiliki lama waktu proses pirolisis terlama yaitu 3 jam, dimana semakin lama waktu proses pada pirolisis 3 jam, volume minyak pirolisis yang di hasilkan semakin banyak dengan massa cairan semakin berat.

Semakin lama proses pirolisis dilakukan maka semakin banyak minyak pirolisis yang dihasilkan, pada proses pirolisis 1 jam proses penyerapan kalor oleh plastik mencapai kesetimbangan thermal dan plastik berubah fasa menjadi gas berlangsung dalam rentang waktu yang singkat 1 jam sehingga gas yang terkondensasi memiliki hasil minyak pirolisis yang lebih sedikit di bandingkan proses pirolisis 2 jam dan 3 jam yang memiliki waktu proses yang lebih lama. hal inilah yang menyebabkan minyak pirolisis yang di hasilkan lebih banyak pada proses 2 jam dan 3 jam karena semakin banyak gas yang di ubah fasenya menjadi cairan melalui proses kondensasi pada proses pirolisis 2 jam dan 3 jam.

### **Pengamatan Proses Pengkonversian Sampah Plastik Jenis PP Menjadi Bahan Bakar**

Proses pengkonversian sampah plastik dalam penelitian ini, terdapat

beberapa hal yang harus diamati seperti, jenis sampah plastik yang akan di konversi, massa sampah plastik, waktu pengkonversian, suhu kondensor dan juga karakteristik tiap jenis sampah plastik setelah mengalami proses pengkonversian. Karena hal tersebut mempengaruhi banyak sedikitnya bahan bakar yang dihasilkan dan menentukan jenis plastik yang bisa dan baik digunakan sebagai bahan bakar.

Data efisiensi minyak yang dihasilkan oleh jenis sampah plastik PP melalui 3 kali percobaan pada proses pirolisis menunjukkan bahwa sampah plastik jenis PP cukup baik tingkat efisiensinya dalam menghasilkan minyak yaitu 52%; 62%; 76%. Efisiensi sampah plastik jenis PP menjadi bahan bakar di pengaruhi juga oleh berbagai faktor seperti alat pirolisis yang digunakan, suhu reaktor, waktu konversi, dan lain-lain.

### **SIMPULAN**

Proses konversi sampah plastik menjadi bahan bakar, melalui 3 kali proses pirolisis dengan waktu yang berbeda di peroleh sampah plastik jenis PP menghasilkan minyak yaitu 778 ml pada waktu 1 jam, 926 ml pada waktu 2 jam dan 1145 ml pada waktu 3 jam, Nilai massa jenis dari minyak pirolisis yang di timbang setelah pengujian nilai kalor pada penelitian ini berkisar antara 0,75 – 0,78 Kg/L dengan massa jenis terendah pada sampel 1 dan tertinggi pada sampel 3.

Data efisiensi minyak yang dihasilkan oleh jenis sampah plastik PP melalui 3 kali percobaan pada proses pirolisis menunjukkan bahwa sampah plastik jenis PP cukup baik tingkat efisiensinya dalam menghasilkan minyak yaitu 52%; 62%; 76%. Efisiensi sampah plastik jenis PP menjadi bahan bakar di pengaruhi juga oleh berbagai faktor seperti alat pirolisis yang digunakan, suhu reaktor, waktu konversi, dan lain-lain. Sehingga melalui penelitian ini di dapatkan hasil bahwa sampah plastik jenis polypropylene (PP) dapat di konversi menjadi bahan bakar menggunakan

metode pirolisis dengan alat pirolisis dua jenis kondensor.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Kadir, K. (2012). Kajian Pemanfaatan Sampah Plastik sebagai Sumber Bahan Bakar Cair. *Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(2), 1-10.  
<http://dx.doi.org/10.33772/djitm.v3i2.291>
- Mujiarto, I. (2005). Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. *Traksi*, 3(2), 65-73.  
Unimus<https://mesinunimus.files.wordpress.com>
- Ningsih, S. (2010). *Optimalisasi Pembuatan Bioplastik Polihidroksialkanoat Menggunakan Bakteri Mesofilik dan Media Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit*. Universitas Sumatera Utara.  
<https://repository.usu.ac.id/handle/123456789/39153>
- Triana, N.W., & Rochimoellah. M. (2002). Model Kinetika Reaksi Heterogen pada Pirolisis. *Prosiding. Rekayasa Kimia dan Proses*. Universitas Diponegoro