

Pengaruh Suhu dan Variasi Rasio Plastik Jenis Polypropylene dan Plastik Polytyrene terhadap Yield dengan proses Pirolisis

Ricki Gunawan¹⁾, Syarfi Daud²⁾, Elvi Yenie³⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Lingkungan ²⁾Dosen Teknik Lingkungan ³⁾Dosen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus BinaWidya, Jl. HR Soebrantas, Km.12,5, Pekanbaru
Email : Ricki.gunawan@yahoo.co.id

ABSTRACT

Increased plastic waste has a negative impact on the environment if not further processed, Because plastic waste is nonbiodegradable One method that can be used to process plastic waste is pyrolysis method. The purpose of this study was to observe the effect of process variables (temperature and ratio of PP plastic: PS) to yield and characterization of pyrolysed oil produced. the pyrolysis process is carried out at temperature variations of 300 ° C, 350 ° C, and 400 ° C. And variation of PP plastic ratio: PS 100: 0, 80:20, 60:40 and 50:50 hours 120 minutes And active clay catalyst 1.5% of the raw material. The highest yield was 68.87% at 400 ° C and variation of PP: PS 50:50. Characterization of pyrolysis oil obtained in the form of density 0,761 gr / ml, kinematic viscosity 2,961 cSt, flash point 38°C and calorific value 44,673 MJ / kg are in the range of diesel specifications.

Keywords : active clay , Pyrolysis, *polypropylene*, *polystyrene*, , *pirolitic oil*

PENDAHULUAN

Plastik sudah menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia. Ketergantungan terhadap plastik didalam kehidupan sehari-hari, baik dalam kebutuhan rumah tangga maupun industri dapat menimbulkan permasalahan yaitu semakin meningkatnya jumlah sampah plastik.

Plastik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga penggunaan plastik dalam masyarakat modern mengalami peningkatan yang pesat, karena plastik mempunyai keunggulan seperti kuat, ringan dan

stabil, namun sulit terurai oleh mikroorganisme dalam lingkungan. Sebagian besar plastik yang digunakan dimasyarakat merupakan jenis plastik polipropilena (PP). Plastik jenis *Polypropylene* adalah jenis plastik yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki sifat mekanis yang baik dengan massa jenis yang rendah, ketahanan panas dan kelembaban, serta memiliki kestabilan dimensi yang baik (Nazif, 2016).

Sampah plastik yang tidak terpengut, penanganannya tidak bisa

dilakukan dengan metode landfill atau open dump. Pemusnahan sampah plastik dengan cara insinerasi kurang efektif karena beresiko menyebabkan munculnya polutan dari gas buang seperti CO₂, CO, NO_x, dan SO_x dan beberapa partikulat pencemar lainnya sehingga diperlukan cara pengolahan lain untuk mengolah sampah plastik. Teknologi daur ulang sampah plastik saat ini memiliki beberapa alternatif diantaranya adalah dengan teknologi daur ulang *thermochemical* atau biasa dikenal dengan pirolisis. Proses pirolisis merupakan proses *thermal decomposition* yaitu merupakan proses perengkahan (*cracking*) ikatan kimia pada suatu senyawa dengan melibatkan panas. Pada umumnya reaksi ini bersifat endotermis. Saat proses pirolisis pada limbah plastik berlangsung, terjadi pemutusan ikatan kimia pada polimer plastik menjadi monomer hidrokarbon yang akan dimanfaatkan sebagai sumber energi (Naimah, dkk., 2012).

Teknologi pirolisis ini berbeda dengan proses pembakaran, terutama pada gas buang yang dihasilkan. Gas buang yang dipancarkan akan menghasilkan produk berupa minyak, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar atau bahan yang baku diindustri (Santoso, 2010).

Pada proses pirolisis perlu dilakukan penambahan katalis. Menurut Syamsiro, (2015) keberadaan katalis mempunyai peranan penting dalam proses pirolisis karena dapat menurunkan kebutuhan energinya dibandingkan dengan yang tanpa katalis serta menghasilkan formasi

hidrokarbon cabang yang lebih banyak. Katalis juga dapat menurunkan waktu reaksi dan memperbaiki kuantitas dan kualitas produk keluarannya katalis juga berperan untuk menurunkan konsentrasi klorida (Cl) yang ada pada cairan yang terbentuk sebagai hasil produk pembakaran (Ermawati, 2011). Katalis yang ditambahkan adalah lempung. Lempung merupakan salah satu kekayaan Indonesia yang berlimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Pemilihan lempung sebagai katalis dikarenakan struktur lempung yang mempunyai pori lebih besar dibandingkan zeolit, stabilitas termal tinggi, luas permukaan lebih luas, dan aktivitas katalitik yang baik (Samosir, dkk., 2012).

Meningkatnya timbulan sampah plastik dan melihat besarnya potensi daerah yang kaya akan mineral lempung, maka perlu dilakukan suatu inovasi yang dapat mengurangi dan selanjutnya mengolah timbulan sampah plastik menjadi salah satu energi alternatif dengan menggunakan proses pirolisis, sehingga sampah plastik tidak akan mengakibatkan pencemaran dilingkungan.

METODOLOGI

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah plastik jenis *Polypropylane* (PP), *Polystyrene* (PS) katalis lempung yang telah diaktivasi dan aquades.

A. Variabel Penelitian

Variabel Tetap

Variabel tetap yang digunakan yaitu Ukuran plastik *polypropylene*, *polystyrene* Berat plastik 200 gram, Ukuran partikel lempung -100+200 mesh dan Waktu reaksi 120 menit.

Variabel Berubah

- Temperatur reaksi : 300 °C ,350 °C dan 400 °C.
- Rasio plastik PP:PS : 100:0, 80:20, 60:40 dan 50:50

B. Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan Baku Plastik

Pada tahap ini bahan baku plastik jenis *Polypropylane* (PP) dan *Polystyrene* (PS) didapat dari pengumpulan sampah yang dibuang oleh masyarakat. Plastik yang telah terkumpul, lalu dibersihkan terlebih dahulu, dicuci, dan dikeringkan dengan bantuan sinar matahari, setelah kering, selanjutnya ukuran plastik tersebut dipotong atau diperkecil ukurannya sebesar $\pm 2 \times 3$ cm.

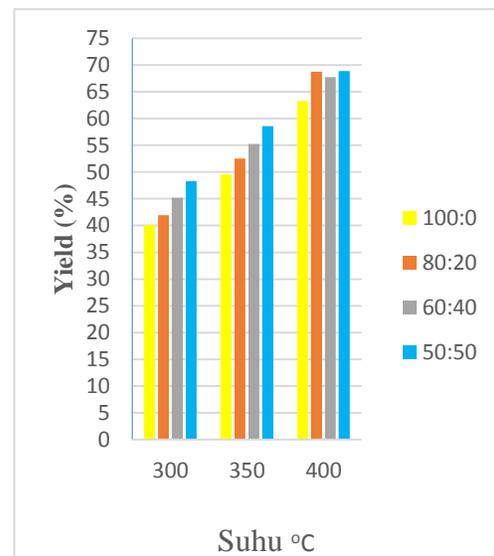
Penelitian Utama

Proses pirolisis dimulai dari mengatur temperatur pada suhu 300°C, lalu masukan sebanyak 200gr plastik *Polypropylane* (PP) dan *polystyrene* (PS) sesuai perbandingannya serta katalis lempung aktif yang telah dipersiapkan, selama 120 menit. Pada proses pirolisis, plastik yang dipanaskan akan meleleh dan akan menghasilkan uap dan uap tersebut akan didinginkan dengan kondensor

agar berubah menjadi cairan dan cairan tersebut ditampung dalam gelas ukur.

Hasil Dan Pembahasan

A. Pengaruh Suhu dan Rasio Campuran Plastik *Polypropylene* dan Plastik *Polystyrene* Terhadap Persen *Yield*



Gambar 1 Pengaruh Suhu Terhadap *Yield*

Pengaruh Suhu Terhadap persen *yield* pada Gambar 1 menunjukkan jumlah *yield* yang tertinggi dihasilkan pada suhu reaksi sebesar 400°C dan terendah pada suhu 300°C, masing-masing sebesar 68,87 % dan 40,11 %. *Yield* yang dihasilkan semakin meningkat seiring meningkatnya suhu reaksi, hal ini dikarenakan pada suhu tinggi rantai karbon akan lebih mudah terengkah dibandingkan dengan suhu rendah. pernyataan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Housmand dkk.,(2013) bahwa semakin meningkat suhu semakin banyak ikatan rantai karbon

yang terputus sehingga *yield* meningkat.

Peningkatan temperatur reaksi akan mempercepat proses perengkahan. Kenaikan *yield* produk ini dapat diartikan sebagai meningkatnya reaksi perengkahan (dekomposisi) yang terjadi. Suatu reaksi perengkahan adalah reaksi endotermis dimana reaksi ini melibatkan proses pemutusan rantai hidrokarbon, sehingga proses untuk memutuskan suatu ikatan diperlukan suatu energi panas yang besar (Harefa, 2013).

Peran katalis pada penelitian ini sangat berpengaruh karena dapat mempercepat laju reaksi dengan mempertahankan suhu, karena katalis lempung aktif memberikan pengaruh yang baik dalam mempercepat reaksi, ini sesuai dengan Cleetus (2013), yang menyatakan pirolisis plastik dengan katalis secara signifikan akan mengurangi temperatur pirolisis dan mempercepat reaksi dari pemecahan rantai polimer dibandingkan tanpa menggunakan katalis.

Berdasarkan teori Arrhenius, yang menyatakan bahwa katalis dapat mempercepat laju reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi, hal ini disebabkan karena energi aktivasi berbanding terbalik dengan konstanta laju reaksi dan nilai konstanta laju reaksi berbanding lurus dengan kecepatan suatu reaksi, jadi semakin besar kecepatan reaksi maka semakin meningkat pula produk yang dihasilkan.

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat pada variasi rasio plastik PP:PS pengaruhnya sangat kecil terhadap peningkatan *yield*, peningkatan *yield* rata-rata setiap kenaikan rasio plastik sekitar 5 %, hal ini dikarenakan suhu yang digunakan jauh lebih tinggi dari pada titik leleh plastik PS, titik leleh plastik PS lebih rendah dibandingkan plastik PP yaitu titik leleh plastik PS 180-260°C dan titik leleh plastik PP 200-300°C (Mujiarto,2005). Peningkatan *yield* yang tidak signifikan disebabkan karena proses perengkahan PS pada suhu yang tinggi berlangsung cepat dan lebih banyak menjadi gas tidak terkondensasi. Menurut Susilo (2016) menyatakan dalam kasus campuran plastik tidak ada korelasi yang kuat khususnya dalam tingkat pencampuran dan hasil produk cair, secara keseluruhan hasil produk cair lebih rendah dan memiliki banyak residu, terutama hasil PP dan PS lebih dari 90%. Dekomposisi termal dari bahan plastik merupakan proses endotermik sehingga dibutuhkan energi minimal sebesar energi disosiasi ikatan rantai C-C di dalam rantai plastik (Syamsiro,2015).

B. Karakterisasi *Pyrolytic oil*

Pyrolytic oil yang diperoleh dari hasil pirolisis plastik *polypropylene* dan *polytyrene* menggunakan katalis lempung aktif selanjutnya dilakukan analisa antara lain penentuan densitas, viskositas, titik nyala, dan nilai kalor. Perbandingan antara hasil karakterisasi *pyrolysis oil* dari plastik *polypropylene* menggunakan katalis lempung aktif dengan persen pemberian katalis

sebanyak 1,5% terhadap berat plastik yang dihasilkan dapat disesuaikan dengan KESDM 2016 dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Perbandingan karakterisasi *pyrolyti oil*

No	Karakteristik	KESDM 2016			Pyrolytic oil hasil penelitian
		Solar	Minyak tanah	Bensin	
1	Densitas (gr/ml)	0,815-0,870	0,780-0,830	0,710-0,780	0,761
2	Viskositas kinematik (cSt)	2,0-4,5	2,2-2,7	0,70-0,78	2,411
3	Titik Nyala (°C)	52	38	43	50
4	Nilai Kalor (MJ/kg)	44,88	24,418	47,30	45,744

Nilai densitas *pyrolytic oil* yang terbaik didapat berada pada rentang spesifikasi bensin. Sedangkan viskositas kinematik dan nilai kalor yang didapatkan berada direntang dari standar solar yang telah ditetapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan:

1. Pengaruh variasi sampah plastik PP:PS pada penelitian ini pengaruhnya sangat kecil terhadap peningkatan yield yaitu 5% .
2. *Yield* cair tertinggi dihasilkan adalah 68,87% dengan temperatur 400°C dan rasio plastik PP:PS 50:50. *Yield* cair terendah yang dihasilkan adalah 40,11% pada temperatur 300°C dan rasio plastik PP:PS 100:0.

3. *Yield* yang diperoleh semakin meningkat, dikarenakan meningkatnya temperatur reaksi yang digunakan dan penambahan plastik jenis *Polypropylene*.
4. Karakteristik *pirolitic oil* yang dihasilkan pada penelitian ini adalah densitas 0,761 gr/ml, mendekati dari rentang premium, viskositas kinematik dengan nilai 2,961 cSt berada pada rentang solar, titik nyala 38°C dan nilai kalor sebesar 44,673 berada pada rentang spesifikasi solar.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pirolisis sampah plastik jenis *Polypropylene* dengan variasi temperatur lebih tinggi dan menggunakan katalis yang lain agar dapat diketahui batas tertinggi jumlah *yield* yang dihasilkan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan bahan baku lainnya dan variasi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Cleetus, Christine., Thomas, Shijo., Varghese, Soney. 2013. Synthesis of Petroleum- Based Fuel from Waste Plastics and Performance Analysis in a CI Engine. *Journal of Energy*, 1 – 10.
- Harefa, Handra. 2013. Perengkahan Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) Menjadi Alkane Cair Menggunakan Katalis Ni/ Zeolit dengan Variasi Temperatur Reaksi dan Nisbah Berat Katalis/PFAD. *Skripsi*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas

Teknik, Universitas Riau,
Pekanbaru.

*Other. Jurnal Teknologi
Technoscientia. 8. 147-154.*

- Mujiarto, Imam. 2005. Jurnal: Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. Traksi. Volume 3 no 2.
- Naimah, cicha, Irma, Bumiarto, dan Rahyani. 2012. Dekomposisi Limbah Plastik *Polypropylene* Dengan Metode Pirolisis. Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK). Jakarta.
- Nazif, R., Wicaksana, E., Dan Halimatuddahlia. 2016. Pengaruh Suhu Pirolisis Dan Jumlah Katalis Karbon Aktif Terhadap *Yield* dan Kualitas Bahan Bakar Cair dari Limbah Plastik Jenis PP. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5,49-55.
- Samosir, A, Bahri, S, dan Aman. 2012. Pirolisis Limbah Pelepah Sawit Menjadi Bio Oil Menggunakan Ni.Mo/Lempung Cengar. *Skripsi*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Santoso, Joko. 2010. Uji Sifat Minyak Pirolisis dan Uji Performasi Kompiler Berbahan Bakar Minyak Pirolisis dari Sampah Plastik. *Skripsi*, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Syamsiro, Mochamad. 2015. Kajian Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Kualitas Produk Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik. *Jurnal Teknik*. 5.47-56.
- Susilo, G.B. 2016. Pembuatan Bahan Bakar dari Pirolisis Limbah Plastik Jenis Polietilen, Polistiren dan