

PENGARUH TEMPERATUR PIROLISIS TERHADAP YIELD DAN NILAI KALOR BAHAN BAKAR CAIR DARI BAHAN LIMBAH KANTONG PLASTIK

Kartika Udyani¹, Erlinda Ningsih², Mochammad Arif³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
email: kudyani @itats.ac.id

ABSTRACT

Plastic belongs to one of materials mostly used by people. The consumption of plastic gets increasing to 4.8 million tons due to the improvement of plastic production and waste. Plastic waste can be managed and changed into fuel through pyrolysis process. This research aimed at investigating the effect of temperature toward the yield and heat value. The pyrolysis on plastic waste was carried out using LDPE plastics in the reactor with the feed 50 grams in temperature variations of 500, 550, 600, and 650^o C. The heat value of liquid resulted from pyrolysis of LDPE was close to the heat value of kerosene.

KeyWord: plastic, pyrolysis, heat value, yield, temperature

ABSTRAK

Plastik merupakan salah satu material yang paling sering digunakan. Dimana konsumsi plastik secara berkelanjutan mengalami kenaikan hingga 4,8 juta ton akibat dari peningkatan produksi dan sampah plastik. Penanganan sampah plastik tersebut dapat diubah menjadi bahan bakar dengan proses pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap *yield* dan nilai kalor. Pirolisis sampah plastik ini dilakukan dengan bahan plastik LDPE. Proses pirolisis dijalankan di dalam reaktor dengan umpan 50 gram pada variasi temperatur 500, 550, 600 dan 650^o C. Nilai kalor *liquid* produk hasil pirolisis LDPE mendekati nilai kalor kerosene.

Kata Kunci: plastik, pirolisis, nilai kalor, yield, temperatur

PENDAHULUAN

Pada hampir setiap kegiatan manusia tidak terlepas dari penggunaan plastik. Salah satu jenis plastic yang digunakan manusia adalah kantong plastik. Beberapa kenggunaan kantong plastik antara lain sebagai pembungkus es, pembungkus kue, pembungkus sayuran dan masih banyak lagi. Disamping kegunaannya yang banyak plastik memiliki dampak negatif untuk lingkungan karena sifatnya yang tidak dapat terurai dengan cepat sehingga menurunkan kesuburan tanah.

Pengolahan sampah plastik secara umum yaitu dengan *Reuse*, *Reduce* dan *Recycle*. *Reus* yaitu menggunakan kembali plasti yang masih bisa digunakan. *Reduce* adalah mengurangi pemakaian atau pembelian barang- barang yang terbuat dari plastik. *Recycle* yaitu mendaur ulang plastik yang sudah tidak terpakai menjadi barang yang bernilai ekonomi baik melalui proses fisik ataupun kimia. Metode yang saat ini banyak digunakan dalam penanganan sampah plastik adalah dengan mengkonversi menjadi bahan bakar minyak melalui proses pirolisis/perengkahan(*cracking*) (Surono dan Ismanto,2016).

Pirolisis sering disebut juga sebagai termolisis. Secara definisi adalah proses terhadap suatu materi dengan menambahkan aksi temperatur yang tinggi tanpa oksigen. Pirolisis dapat didefinisikan sebagai dekomposisi thermal material organik pada suasana inert (tanpa oksigen) yang akan menyebabkan terbentuknya senyawa volatil (Sheth and Babu, 2006).

Penelitian tentang konversi sampah menjadi bahan bakar sudah banyak dilakukan diantaranya Budianto A dkk, 2017 meneliti pirolisis botol plastic bekas minuman air mineral jenis PEY menjadi fuel, Islam M.R. dkk (2013) melakukan pirolisis dari limbah ban bekas

untuk bahan bakar alternatif. Surono dan Ismanto (2016) mengolah sampah plastik jenis PP, PE dan PET dengan proses *thermal cracking*. K Endang, dkk (2016) melakukan penelitian terhadap sampah plastik jenis LDPE dan PP dengan membandingkan variasi temperatur terhadap nilai kalor, *yield*, densitas dan viskositas. Ratnasari, dkk (2017) melakukan penelitian terhadap beberapa sampel plastik seperti HDPE, pure PE, AW (Agricultural Waste), MWC (Mineral Water Containers), BR (Building Reconstruction), dan HFP (Household Food Packaging Waste) dengan proses perengkahan katalitis.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan, maka penelitian metode katalitik pirolisis terhadap sampah k a n t o n g plastik jenis LDPE dengan katalis zeolit alam serta variabel temperatur untuk mengetahui pengaruhnya terhadap *yield* belum pernah dilakukan sehingga penelitian ini layak dilakukan.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh temperatur terhadap *yield liquid* produk pirolisis.
2. Mengetahui pengaruh temperatur terhadap nilai kalor *liquid* produk pirolisis.

TINJAUAN PUSTAKA

Pirolisis adalah proses *dekomposisi* suatu bahan pada temperatur tinggi tanpa adanya oksigen yang terkonversi menjadi minyak, gas dan arang (Miandad dkk, 2016). Arang yang terbentuk dapat digunakan sebagai karbon aktif. Sedangkan minyak yang dihasilkan dapat digunakan sebagai zat additif atau campuran dalam bahan bakar.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pirolisis

Parameter utama yang mempengaruhi pirolisis adalah sebagai berikut :

1. Kadar Air

Adanya air dalam bahan yang dipirolisis mempengaruhi proses pirolisis karena kadar air dalam bahan akan menggunakan energi untuk menghilangkan kandungan air. Energi dari luar yang seharusnya digunakan untuk proses pirolisis digunakan sebagian untuk proses pengeringan kadar air bahan. Akibatnya bahan dengan kandungan air yang tinggi membutuhkan energi yang tinggi untuk proses pirolisis atau dengan kata lain pada energi yang sama bahan dengan kadar air tinggi menghasilkan gas yang lebih sedikit dari pada bahan dengan kadar air rendah.

2. Ukuran partikel

Apabila ukuran partikel meningkat maka hasil dari padatan akan meningkat pula sedangkan hasil dari volatil dan gas akan menurun. Fenomena ini adalah kosekuensi dari penurunan temperatur pada setiap posisi radial dengan adanya peningkatan pada ukuran partikel. Konsentrasi dari volatil dan gas meningkat sampai dengan nilai tertentu dan kemudian menurun sesuai dengan kenaikan ukuran partikel. Seiring dengan kenaikan ukuran partikel makan waktu yang dibutuhkan untuk proses pirolisis pada temperatur tertentu juga akan meningkat (Chaurisia & Babu, 2005).

3. Laju pemanasan

Menurut Besler & William (1996), ketika laju pemanasan dinaikkan maka padatan pada proses pirolisis akan menurun. Produk gas yang dihasilkan pada temperatur antara 200°C dan 400°C adalah CO dan CO₂. Ketika laju pemanasan meningkat maka gas CO, CO₂, CH₄, CH₃ akan meningkat. Hal tersebut menunjukkan bahwa laju pemanasan yang lebih tinggi akan melepaskan gas hidrokarbon, begitupula dengan minyak akan meningkat seiring dengan kenaikan laju pemanasan.

4. Temperatur

Temperatur merupakan faktor yang penting dalam menghasilkan produk pada proses pirolisis. Pada temperatur yang lebih tinggi maka hasil gas yang dihasilkan semakin banyak.

Hasil minyak akan meningkat sampai batas tertentu kemudian menurun, sedangkan hasil padatan cenderung rendah. Semakin tinggi temperatur nilai kalor untuk hasil gas akan meningkat, namun untuk hasil padatan cenderung konstan (Encinar, 2009).

5. Bahan

Aydinli & Caglar (2010), telah meneliti tentang kulit kemiri dengan plastik, hasil yang diperoleh yaitu dengan peningkatan jumlah plastik didapatkan hasil minyak yang lebih banyak, padatan lebih sedikit, dan hasil gas yang cenderung sama.

6. Komposisi bahan uji

Pada setiap penambahan material plastik didalam proses pirolisis menghasilkan suatu peningkatan kandungan hidrogen didalam hasil minyaknya dibandingkan pada proses pirolisis tanpa bahan plastik. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi yang berbeda dari bahan yang diperlukan untuk proses pirolisis menghasilkan hasil kandungan minyak yang berbeda (Bhattacharya, 2009).

7. Laju Nitrogen

Peningkatan dari laju nitrogen menyebabkan penurunan jumlah minyak dan peningkatan jumlah gas, sedangkan hasil padatan sedikit menurun (Encinar, 2009).

8. Waktu tinggal padatan

Waktu tinggal padatan mempengaruhi jumlah hasil dari pirolisis karena semakin lama bahan didalam reaktor maka padatan akan semakin terkomposisi menjadi minyak dan gas (Encinar, 2009).

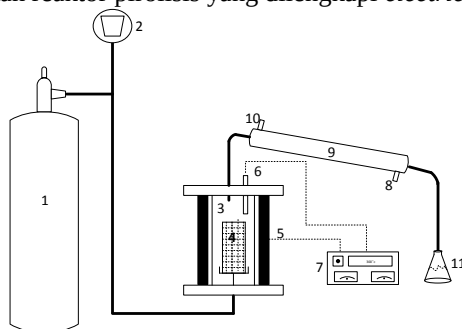
METODE

Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan baku kantong plastik bekas jenis LDPE, zeolite sebagai katalis

Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan reaktor pirolisis yang dilengkapi *electric heater* dan kondensor

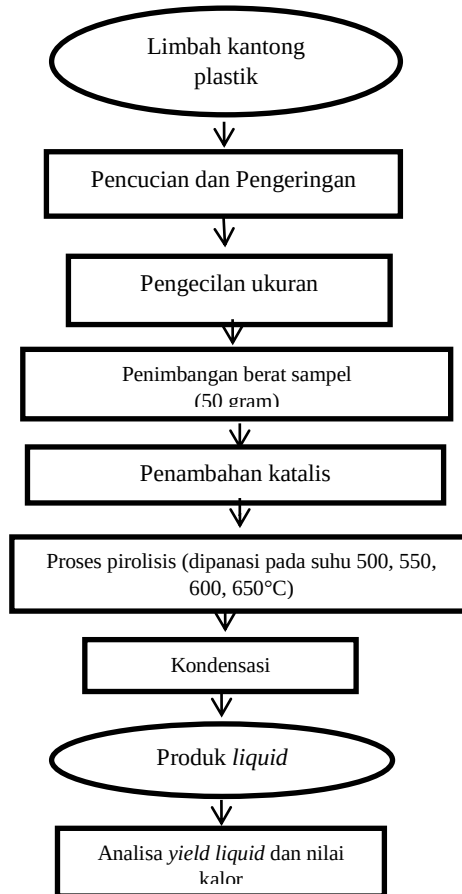


Gambar 1 Rangkaian Alat Pirolisis

Keterangan gambar:

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| 1. Tabung nitrogen | 6. Thermocouple |
| 2. Regulator tabung nitrogen | 7. Controlling instrument |
| 3. Reaktor pirolisis | 8. Air pendingin masuk |
| 4. Tempat sampel | 9. Kondensor |
| 5. Electrical heater | 10. Air pendingin keluar |
| 11. Produk liquid | |

Prosedur Penelitian



Gambar 2. Skema pirolisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

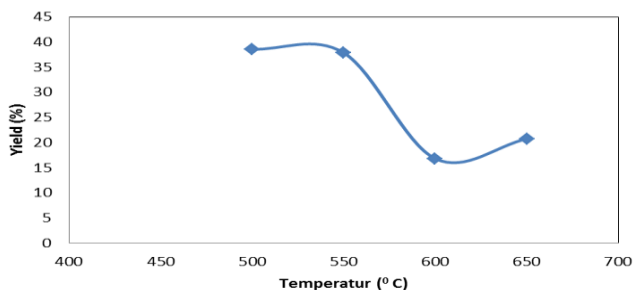
Pirolisis plastik *low density polyethylene* (LDPE) dilakukan di dalam reaktor *semi batch* berbahan *stainless steel* pada temperatur tertentu dengan menggunakan pendingin *condensor counter flow*. Pirolisis dilakukan dengan waktu tinggal selama 3 jam. Bahan baku yang digunakan adalah kantong plastik, setelah dipanaskan di dalam reaktor pada temperatur tertentu (sesuai variabel) akan terdekomposisi menjadi gas yang dapat terkondensasi menjadi cairan. Proses pirolisis dimulai dari temperature 500-650⁰ C dengan tambahan katalis agar diketahui pengaruh temperatur terhadap *yield liquid* dan nilai kalor.

Pengaruh temperatur terhadap *yield liquid* hasil pirolisis LDPE

Temperatur yang digunakan untuk pirolisis plastik LDPE adalah dari 500, 550, 600 dan 650⁰ C. Analisa *yield liquid* pirolisis dalam variasi temperatur dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap jumlah *liquid* produk pirolisis yang dihasilkan.

Pada **Gambar 3** menunjukkan bahwa *yield liquid* yang dihasilkan semakin menurun dengan meningkatnya temperatur dari pirolisis. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi temperature maka semakin banyak plastik yang terurai menjadi gas yang tidak terkondensasi sehingga *liquid* yang dihasilkan semakin sedikit. *Yield* tertinggi pada plastik LDPE didapatkan pada temperatur 500⁰ C sebesar 39,58%. Dari penelitian sebelumnya oleh Sogancioglu, dkk (2017) *yield liquid* produk pirolisis juga menunjukkan penurunan ketika

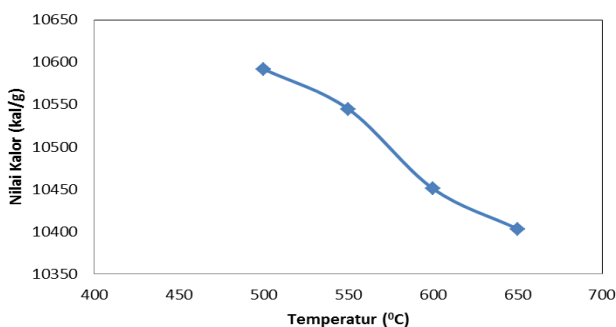
temperatur semakin naik. Sogancioglu melakukan penelitian terhadap material plastik LDPE pada temperatur 300-700⁰ C dengan *yield liquid* plastik berturut-turut sebesar 88,54%; 87,87%; 87,62; 87,55%; dan 83,86%.



Gambar 3. Pengaruh temperature terhadap yield produk

Pengaruh temperatur terhadap nilai kalor *liquid* produk hasil pirolisis LDPE

Produk minyak hasil pirolisis dianalisa nilai kalornya untuk mengetahui pengetahuan pengaruh temperautr terhadap nilai kalor. Pengaruh temperautr terhadap nilai kalor disajikan dalam Gambar 4. Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai kalor liquid produk pirolisis semakin menurun dengan semakin tinggi temperature pirolisis. Hal ini disebabkan pada temperature yang semakin tinggi maka produk gas non condensable semakin banyak sehingga nilai kalor produk *liquid* mengalami penurunan. Nilai kalor yang terukur pada bom kalorimeter dikenal dengan *High Heating Value(HHV)*, dimana semakin banyaknya kadar air maka semakin banyak pula energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air tersebut dan menyebabkan rendahnya kalor yang dihasilkan.



Gambar 4. Pengaruh temperature terhadap nilai kalor

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin tinggi temperatur pirolisis maka semakin kecil *yield liquid* yang dihasilkan.
2. Semakin tinggi temperatur pirolisis maka nilai kalor liquid hasil pirolisa semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aprian Ramadhan P dan Munawar Ali, 2012. Pengolahan sampah plastik menjadi minyak menggunakan proses pirolisis. Progdri teknik lingkungan, fakultas teknik sipil dan perencanaan. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.

- [2] Arita Susila, Assalami Abrar, Naibaho Dina Irawaty, 2015. Proses pembuatan bahan bakar cair dengan memanfaatkan limbah ban bekas menggunakan katalis zeolit. *Jurnal Teknik Kimia* No.2 Vol. 21, April 2015. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- [3] Aydinli, B & Caglar, A.,2010. "The Comparison of Hazelnut Shell Co-Pyrolysis with Polyethylene Oxide and Previous Ultra-Hight Molecular Weight Polyethylene" *Journal of Analitical and Applied Pyrosysis*.
- [4] Budianto, A; Adyus R; Chrisnawansih T, 2017."Pirolisis Botol Plastik Bekas Minuman Air Mineral Jenis PET menjadi Fuel"Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan ITATS, Hal B201-B-206.
- [5] Ella Melyna, Irdoni, Ida Zahrina, 2013. *Perengkahan Sampah Plastik (HDPE, PP, PS) Menjadi Precursor Bahan Bakar Dengan Variasi Perbandingan Bahan Baku/Katalis H-Zeolit*. Prosiding SNTK Topi. Universitas Riau. Pekanbaru.
- [6] Ermawati., R. (2011). Konversi Limbah Plastik Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Riset Industri* Vol. V, No.3, 2011, Hal 257-263.
- [7] Islam M.R., Islam M.N., Mustafi N.N., Rahim M.A., and Haniu H, 2013. *Thermal recycling of solid tire waste for alternative liquid fuel : the first commercial step in bangladesh*. *Procedia engineering* 56 (573-582). Bangladesh
- [8] Iswadi Didik, Nurisa Fatmi, Erlina Liastuti, 2017. *Pemanfaatan Sampah Plastik LDPE dengan PET Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis*. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, Vol.1 No.2. Universitas Pamulang. Banten
- [9] K Endang, G Mukhtar, Nego Abed, Sugiyana F X Angga, 2016. *Pengolahan Sampah Plastik Metoda Pirolisis Menjadi Bahan Bakar Minyak*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan". Politeknik Negeri Bandung. Bandung
- [10] Miandad R, Barakat M.A, Aburiazai A.S, Rehan M, dan Nizami A.S (2016). *Catalytic pyrolysis of plastic waste: A review, Process Safety and Environmental Protection*, Saudi Arabia.
- [11] Pratik N Sheth and B V Babu, 2006. *Pyrolysis of Hazelnut Shell: Kinetic Modeling and Simulation*. Chemical Engineering Group, Birla Institute of Technology and Science, Pilani-333 031, Rajasthan, India.
- [12] Ratnasari Devi K, Nahil Mohamad A, William Paul T, 2017. *Catalytic oyrolisis of waste plastics using staged catalysis for production of gasoline range hydrocarbon oils*. *Journal of analytical and applied pyrolysis* 124 (631-637). University of leeds. UK
- [13] Surono Untoro Budi dan Ismanto, 2016. *Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya*. *Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal* Vol 1(1). Universitas Janabadra. Yogyakarta