



## Pembuatan Bahan Bakar Minyak (BBM) dari Sampah Plastik Menggunakan Proses Pirolisis

**Bambang Sugiarto, Joshua Rio Arfianto\*, dan Kris Monika**

Program Studi S1 Teknik Kimia, FTI, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Jl. SWK 104,  
Condong Catur, Yogyakarta 55283

E-mail: [joshuaarfianto@gmail.com](mailto:joshuaarfianto@gmail.com)

### Abstract

*Pyrolysis of plastic waste is a thermochemical decomposition process of organic material in plastics with a heating process using little or no oxygen. This research does to determine the effect of the type of plastic waste on the amount of pyrolysis oil. The pyrolysis of plastic waste is carried out using PolyPropylene (PP) plastic seed feed and High Density Polyethylene (HDPE) plastic waste. Variable pyrolysis reactor feed that is as much as 500 grams - 2500 grams for each type of plastic. In this study using a reactor made of stainless steel with a maximum capacity of 3000 grams. The heat source used to heat the reactor is biomass pellets made from 100% wood. The pyrolysis oil produced from Polypropylene seeds is 72%, while the pyrolysis oil produced from High Density Polyethylene plastic waste is 31%. The yield difference is quite high due to the plastic seeds having a higher level of purity compared to plastic waste. The resulting pyrolysis oil density results close to the density value of Pertamina fuel. The heating value of pyrolysis oil is close to the heating value of kerosene. The flash point value of pyrolysis oil is included in the kerosene flash point value.*

**Keywords:** *pyrolysis, PolyPropylene, High Density Polyethylene, density, heating value.*

### Pendahuluan

Saat ini, plastik masih menjadi bahan yang sulit tergantikan untuk berbagai kebutuhan hidup manusia sehari-hari. Plastik sangat mudah ditemui pada berbagai kemasan makanan, produk-produk elektronik, keperluan rumah tangga, dan lain-lain. Jenis plastik yang biasa digunakan sebagai bahan baku diantaranya adalah *Low Density Polyethylene* (LDPE), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyethylene Terephthalate* (PET), *Polypropylene* (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.

Penggunaan plastik akan terus meningkat karena karakteristik yang dimiliki plastik. Dengan demikian, produksi sampah plastik akan terus meningkat. Meningkatnya sampah plastik ini akan menjadi masalah serius apabila tidak dicari penyelesaiannya. Tak jarang masyarakat membakar langsung sampah plastik untuk mengurangi jumlah sampah di lingkungan, padahal sampah plastik yang dibakar akan menghasilkan gas hydrogen sulfide ( $H_2S$ ) yang merupakan racun bagi lingkungan. Apabila dalam sampah plastik terdapat kandungan klorida (Cl) yang dapat menghasilkan dioksin yang dapat menyebabkan kanker jika dibakar dengan suhu rendah. (Rahayu, 2012) Oleh karena itu diperlukan metode untuk menanggulangi banyaknya sampah plastik yaitu dengan mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak menggunakan metode pirolisis.

Pada penelitian ini akan dilakukan proses pirolisis sampah plastik jenis HDPE dan biji plastik PP. Sampah plastik jenis HDPE yang digunakan berupa botol shampoo, dan tutup gallon. Proses pirolisis menggunakan sumber panas yang berasal dari pellet biomassa dengan komposisi 100% kayu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis sampah plastik dan biji plastik terhadap perolehan minyak hasil pirolisis, mengetahui sifat fisik dan sifat kimia dari minyak hasil pirolisis serta mengetahui pengaruh jenis plastik terhadap sifat fisik dan sifat kimia dari minyak hasil pirolisis.

### Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada pirolisis sampah plastik merupakan metode eksperimental yang terdiri dari III tahap berkesinambungan agar tujuan penelitian dapat tercapai. Tahap I adalah persiapan awal. Pada tahap ini dilakukan persiapan bahan baku yang berupa sampah plastik HDPE dan biji plastik PP. Persiapan yang dilakukan meliputi pencacahan, pembersihan, serta pengeringan sampah plastik.



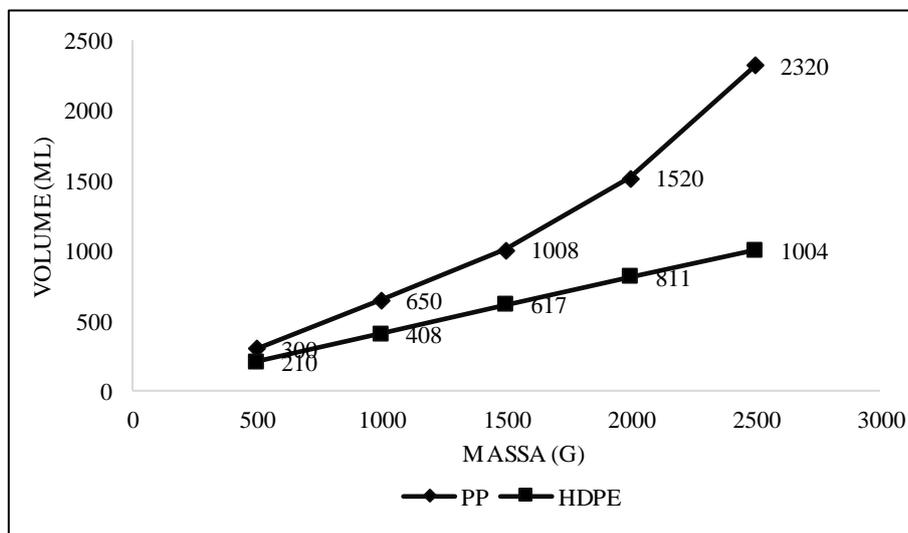
Tahap II adalah proses pirolisis sampah plastik. Pada tahap ini pellet biomassa dimasukkan ke dalam tungku pemanas. Kemudian sampah plastik HDPE dimasukkan ke dalam reaktor sebanyak 500 gram untuk dilakukan proses pirolisis. Tungku pemanas yang sudah berisi pellet biomassa kemudian dibakar untuk memanaskan reaktor, kemudian nyala api dipertahankan dengan menambahkan pellet biomassa secara berkala. Minyak hasil pirolisis kemudian ditampung dan dianalisa densitas, viskositas, nilai kalor, dan flash point. Proses pirolisis dilakukan kembali dengan menggunakan sampah plastik HDPE dengan variasi berat 1000 gram, 1500 gram, 2000 gram, dan 2500 gram. Kemudian dilakukan proses pirolisis terhadap biji plastik PP dengan variasi berat yang sama.

Tahap III yaitu analisa minyak hasil pirolisis. Analisa densitas terhadap minyak hasil pirolisis dengan menggunakan piknometer. Analisa viskositas terhadap minyak hasil pirolisis dengan menggunakan viscometer. Analisa nilai kalor terhadap minyak hasil pirolisis menggunakan hydrometer. Analisa flash point terhadap minyak hasil pirolisis menggunakan cawan flash point.

## Hasil dan Pembahasan

### Pengaruh Jenis Plastik Terhadap Minyak Hasil Pirolisis

Hasil pirolisis sampah plastik menghasilkan jumlah minyak yang berbeda pada setiap variasi jenis dan massa plastik yang dapat dilihat pada Gambar 1.



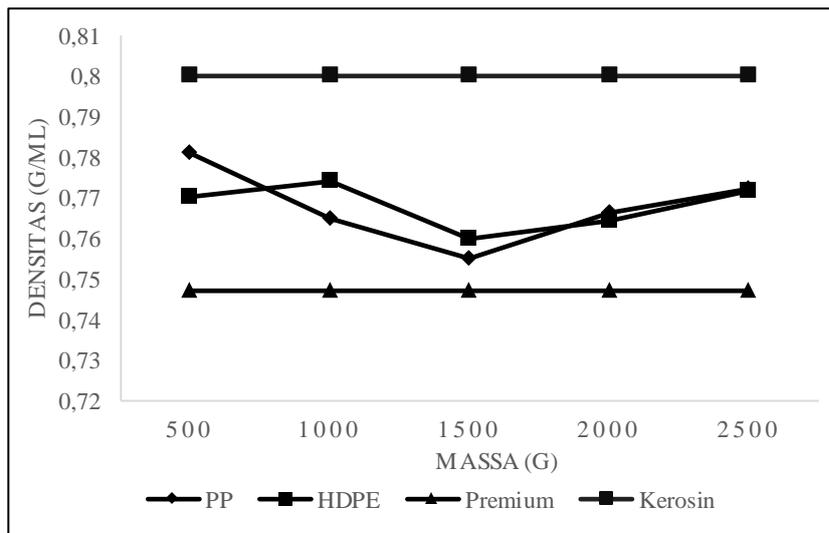
**Gambar 1.** Volume minyak hasil pirolisis dengan berbagai massa umpan

Dari Gambar 1. Dapat dilihat perbandingan volume yang dihasilkan pada berbagai berat umpan pirolisis biji plastik PP dan sampah plastik HDPE. Sampah plastik tidak dapat dijadikan minyak seluruhnya karena pada pirolisis PP maupun HDPE akan selalu terdapat gas yang tidak dapat dikondensasi (Gao, 2010). Semakin besar massa umpan pirolisis maka yang dihasilkan juga semakin banyak.

Biji plastik PP menghasilkan minyak hasil pirolisis yang lebih banyak dibandingkan dengan minyak hasil pirolisis sampah plastik HDPE. Hal ini disebabkan oleh jenis plastik PP lebih mudah terdekomposisi dibandingkan dengan jenis plastik HDPE sehingga plastik PP lebih banyak terkonversi menjadi minyak pirolisis. Jenis plastik HDPE membutuhkan waktu pirolisis yang lebih lama dibandingkan dengan jenis plastik PP. Jenis plastik PP yang digunakan merupakan biji plastik sehingga memiliki kemurnian yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis sampah plastik HDPE. Biji plastik PP yang terkonversi dalam proses pirolisis plastik adalah sebesar 72% sementara sampah plastik HDPE yang terkonversi adalah sebesar 31%.

### Pengaruh Berat dan Jenis Plastik Terhadap Densitas Minyak Hasil Pirolisis

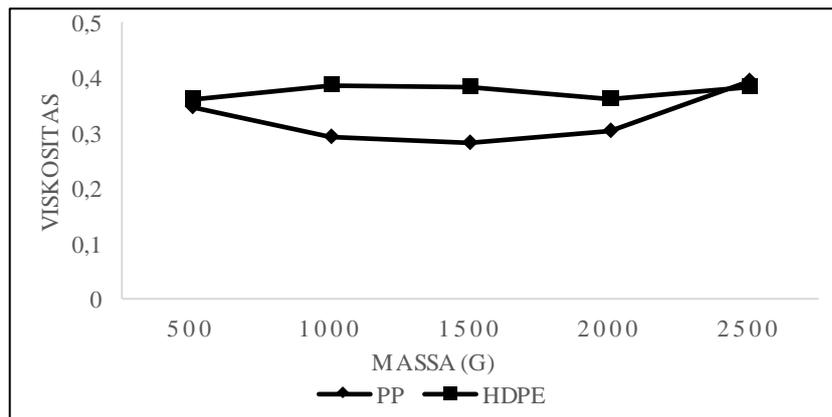
Hasil analisis densitas minyak hasil pirolisis biji plastik PP dan sampah plastik HDPE dapat dilihat pada Gambar 2. Dari Gambar 2 menunjukkan densitas minyak hasil pirolisis biji plastik PP dan sampah plastik HDPE pada berbagai massa umpan pirolisis. Densitas minyak hasil pirolisis biji plastik PP rata-rata sebesar 0,767883 g/ml, sementara densitas minyak hasil pirolisis sampah plastik HDPE rata-rata sebesar 0,768128 g/ml. Data densitas diperoleh pada berbagai massa umpan pirolisis, nilainya mendekati densitas bahan bakar minyak konvensional yaitu premium sebesar 0,7471 g/ml dan juga mendekati densitas minyak tanah atau kerosin sebesar 0,8 g/ml.



**Gambar 2.** Densitas minyak hasil pirolisis dengan berbagai massa umpan

#### Pengaruh Berat dan Jenis Plastik Terhadap Viskositas Minyak Hasil Pirolisis

Hasil analisis viskositas minyak hasil pirolisis biji plastik PP dan sampah plastik HDPE dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Viskositas minyak hasil pirolisis dengan berbagai massa umpan

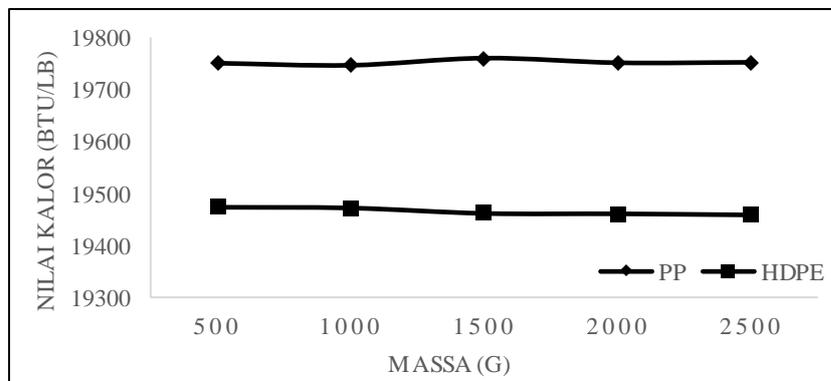
Gambar 3 menjelaskan bahwa viskositas minyak hasil pirolisis HDPE lebih besar dibandingkan dengan viskositas minyak PP yang menunjukkan bahwa minyak pirolisis HDPE lebih kental karena struktur kimia plastik HDPE lebih panjang dimana semakin panjang ikatan struktur kimia, maka viskositas akan semakin besar. Pada suhu rendah minyak pirolisis yang dihasilkan akan cenderung membentuk lilin dimana semakin tinggi suhu operasi pirolisis maka produksi lilin akan semakin berkurang (Ademiluyi, 2007).

Nilai viskositas yang dihasilkan berada pada kisaran 0,28 – 0,39 (Ns/m<sup>2</sup>). Semakin rendah nilai viskositas maka kualitas bahan bakar minyak semakin baik karena semakin encer minyak semakin mudah untuk mengalir. Perbedaan nilai viskositas pada minyak hasil pirolisis plastik jenis PP dan HDPE disebabkan karena suhu yang digunakan pada proses pirolisis berubah-ubah sehingga berpengaruh terhadap minyak hasil pirolisis

#### Pengaruh Berat dan Jenis Plastik Terhadap Nilai Kalor Minyak Hasil Pirolisis

Hasil analisis viskositas minyak hasil pirolisis biji plastik PP dan sampah plastik HDPE dapat dilihat pada Gambar 4. Dari Gambar 4 menjelaskan nilai kalor minyak pirolisis pada berbagai massa umpan pirolisis biji plastik PP dan sampah plastik HDPE. Semakin tinggi nilai kalor maka kualitas bahan bakar minyak semakin baik karena menunjukkan bahwa panas yang dihasilkan oleh bahan bakar minyak tinggi (M.Tirono dkk, 2011). Nilai kalor rata-rata minyak hasil pirolisis biji plastik PP sebesar 19752,249 Btu/lb, sementara pada pirolisis sampah plastik HDPE nilai kalor rata-rata sebesar 19463,9067 Btu/lb. Nilai kalor minyak hasil pirolisis plastik HDPE lebih rendah dibandingkan dengan biji plastik PP karena plastik jenis HDPE memiliki rantai yang lebih panjang, dimana semakin

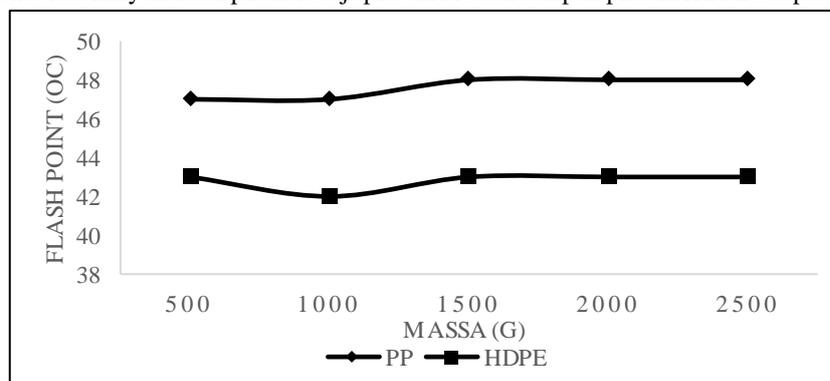
panjang ikatan kimianya, maka nilai kalor akan semakin kecil. Nilai kalor minyak hasil pirolisis biji plastik PP mendekati nilai kalor dari bahan bakar Premium yaitu sebesar 19800 Btu/lb, sementara nilai kalor minyak hasil pirolisis sampah plastik HDPE mendekati nilai kalor dari bahan bakar solar yaitu sebesar 19600 Btu/lb.



**Gambar 4.** Nilai kalor minyak hasil pirolisis dengan berbagai massa umpan

#### Pengaruh Berat dan Jenis Plastik Terhadap Nilai Flash Point Minyak Hasil Pirolisis

Hasil analisis viskositas minyak hasil pirolisis biji plastik PP dan sampah plastik HDPE dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Nilai flash point minyak hasil pirolisis dengan berbagai massa umpan

Gambar 5 menunjukkan nilai flash point pada berbagai massa umpan pirolisis biji plastik PP dan sampah plastik HDPE. Pada minyak hasil pirolisis biji plastik PP nilai flash point yaitu sebesar 47 – 48 ( $^{\circ}\text{C}$ ), sementara pada minyak hasil pirolisis sampah HDPE nilai flash point yaitu sebesar 42 – 43 ( $^{\circ}\text{C}$ ). Nilai flash point dari minyak hasil pirolisis biji PP dan sampah plastik HDPE termasuk kedalam range nilai flash point kerosin yaitu sebesar 38 – 72 ( $^{\circ}\text{C}$ ).

#### Pengaruh Penggunaan Pellet Biomassa Terhadap Karakteristik Minyak Hasil Pirolisis

Penggunaan pellet biomassa berpengaruh terhadap suhu pada proses pirolisis, dimana suhu pirolisis tidak dapat diatur konstan, sehingga memungkinkan munculnya campuran dari bahan bakar. Tungku pembakaran yang kecil mengakibatkan perlunya penambahan pellet biomassa secara berkala selama proses pirolisis, sehingga adanya perubahan suhu pada saat penambahan pellet biomassa. Selain itu, proses pembakaran secara terbuka mengakibatkan adanya gangguan angin sehingga suhu tidak stabil. Minyak hasil pirolisis PP dan HDPE belum dapat menyerupai bahan bakar tertentu secara spesifik atau merupakan bahan bakar campuran. Hal ini disebabkan minyak hasil pirolisis belum dimurnikan untuk menghasilkan bahan bakar yang lebih murni dan spesifik. Proses pemurnian dapat dilakukan dengan proses distilasi atau dengan fraksinasi. (Fatimah, 2003)

#### Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak hasil pirolisis terbanyak diperoleh dari proses pirolisis biji plastik PP. Biji plastik PP yang terkonversi menjadi minyak sebesar 72%, sementara sampah plastik HDPE yang terkonversi menjadi minyak sebesar 31%. Nilai densitas minyak pirolisis biji plastik PP dan sampah plastik HDPE mendekati densitas dari premium dan minyak tanah. Nilai viskositas minyak hasil pirolisis biji plastik PP dan sampah plastik HDPE rata-rata sebesar (0,28 – 0,33)  $\text{Ns/m}^2$ . Nilai kalor minyak pirolisis biji plastik PP dan sampah plastik HDPE



mendekati nilai kalor bahan bakar premium dan solar. Nilai flash point biji plastik PP dan sampah plastik HDPE termasuk kedalam range flash point kerosin.

#### **Daftar Pustaka**

- Ademiluyi T. Preliminary evaluation of fuel oil produced from pyrolysis of waste sachets. University of Science and Technology. Nigeria, 2007.
- Endang K, Mukhtar G, Abed Nego, F.X. Angga Sugiyana. Pengolahan sampah plastik dengan metoda pirolisis menjadi bahan bakar minyak. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan 2016
- Fatimah CZ. Penyulingan, pemrosesan, dan penggunaan minyak bumi. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara. Skripsi, 2003
- Gao F. Pyrolysis of waste plastics into fuels. University of Canterbury. New Zealand. 2010.
- Rahayu PE. Konversi minyak asit menjadi gasoline menggunakan katalis ni/zeolit alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang. Skripsi, 2012
- Tirono M dan Ali Sabit. Efek suhu pada proses pengarangan terhadap nilai kalor arang tempurung kelapa. Jurnal Neutrino 2011; Vol. 3 (2): 21-28





## Lembar Tanya Jawab

**Moderator** : **Wibiana Wulan Nandari (UPN “Veteran” Yogyakarta)**

**Notulen** : **Yuli Ristianingsih (UPN “Veteran” Yogyakarta)**

1. Penanya : Emi Erawati (UMS)  
Pertanyaan : Bahan baku apakah yang digunakan?  
Jawaban : Biji plastik poli propilen (PP) dari Bandung dan plastik jenis HDPE yang berupa botol bekas dari pengepulan sampah dari daerah bantul.
2. Penanya : Ardhi Farid Nur Hidayah (UPN “Veteran” Yogyakarta)  
Pertanyaan : Apakah minyak hasil pirolisis sudah sesuai standar?  
Jawaban : Menggunakan uji/analisis sederhana.
3. Penanya : Ardhi Farid Nur Hidayah (UPN “Veteran” Yogyakarta)  
Pertanyaan : Saran dari penyaji terkait penelitiannya  
Jawaban : Tidak menggunakan alat yang lengkap sehingga parameter suhu tidak konstan, selanjutnya perlu dilakukan pirolisis yang dilengkapi dengan kontrol suhu yang konstan.
4. Penanya : Lewi Lesmana S (Universitas Kristen Maranatha)  
Pertanyaan : Alat pirolisis terbuat dari apa?  
Jawaban : Alat pirolisis yang digunakan terbuat dari tangki bekas frigon yang tersambung dengan pendingin yang didalamnya terdapat pipa untuk mengalirkan minyak.  
Ingin membandingkan biji plastik dengan sampah botol, hasilnya lebih bagus biji plastik.