

## UJI BERBAGAI JENIS LIMBAH PLASTIK PADA METODE PIROLISIS

(Test of Various Types of Plastic Waste on Pyrolysis Method)

**Gusmil Diana Br. Sitepu<sup>1,2</sup>, Saipul Bahri Daulay<sup>1</sup>, Adian Rindang<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>)Program Studi Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara  
Jl. Prof. Dr. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155

<sup>2</sup>) Email : gusmildiana94@gmail.com

Diterima: 10 Juli 2018 / Disetujui: 11 Juli 2018

### ABSTRACT

The increasing volume of plastic waste can lead to serious problems and need to be solved immediately. So, it is necessary to find an alternative energy source of environmentally friendly heat that is by utilization of plastic waste into fuel oil. This research was aimed to determine the characteristics of plastic cup (PP), plastic bag (LDPE), and mixture of plastic cup (PP) and plastic bag (LDPE). This research was done in Agriculture Engineering Laboratory, and in Physical Chemistry Laboratory of MIPA and Heat Engine Laboratory Faculty of Engineering in October 2017 until completed. This research used non factorial completely randomized design with one factor that is plastic waste composition. Observed parameters were density, viscosity, and heat value. The results showed that at a P2 707,35 kg/m<sup>3</sup> was more closely related to gasoline 715 kg/m<sup>3</sup>, at viscosity of P1 0,865 cP, P2 0,940 cP and P3 0,825 cP were included in viscosity value of kerosene 0,924 – 3,34 cP, while on the heat value of P2 46.078 kJ/kg was closer to the heat value of 46.500 kJ/kg of diesel.

**Keywords :** Density, Heat Value, Low Density polyethylene, Plastic waste, Polypropylene

### ABSTRAK

Semakin meningkatnya volume sampah plastik dapat mengakibatkan masalah serius dan butuh dicari penyelesaiannya segera. Oleh karena itu, diperlukan pencarian alternatif sumber energi kalor yang ramah lingkungan yaitu dengan pemanfaatan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik minyak plastik dari limbah cup plastik (PP), kantong plastik (LDPE), dan campuran dari cup plastik (PP) dan kantong plastik (LDPE). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, di Laboratorium Kimia Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan di Laboratorium Motor Bakar Fakultas Teknik pada bulan Oktober 2017 sampai selesai. Penelitian ini menggunakan model rancangan acak lengkap non faktorial dengan satu faktor yaitu komposisi limbah plastik. Parameter yang diamati adalah massa jenis, viskositas, dan nilai kalor. Hasil penelitian menunjukkan pada massa jenis P2 707,35 kg/m<sup>3</sup> lebih mendekati bensin 715 kg/m<sup>3</sup>, pada viskositas P1 0,865 cP, P2 0,940 cP dan P3 0,825 cP termasuk nilai viskositas pada minyak tanah 0,294 – 3,34 cP, sedangkan pada nilai kalor P2 46.078 kJ/kg lebih mendekati nilai kalor pada solar 46.500 kJ/kg.

**Kata Kunci :** Limbah plastik, Low Density polyethylene, Massa Jenis, Nilai Kalor, Polypropylene

### PENDAHULUAN

Kehidupan masyarakat modern saat ini menempatkan plastik sebagai salah satu material utama penunjang kegiatan manusia. Plastik banyak digunakan sebagai kemasan maupun bahan baku dari industri seperti perlengkapan rumah tangga, elektronik, otomotif, kemasan produk makanan dan minuman serta kebutuhan pokok lainnya. Penggunaan plastik yang cenderung semakin meningkat tersebut akan menghasilkan limbah yang sangat besar dan bila tidak ada usaha untuk mengelola dan mendaur ulang (*recycle*) maka sangat berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.

Plastik ditemukan pertama kali oleh Alexander Parkes di London, Inggris pada tahun 1862. Jenis plastik pertama kali yang ditemukan saat itu adalah *parkesine*. Pada saat ini sudah banyak sekali jenis plastik yang ditemukan untuk berbagai aplikasi di masyarakat, diantaranya adalah HDPE (*High Density Polyethylene*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), PS (*Polystyrene*), PET (*Polyethylene Terephthalate*) dan PVC (*Polyvinyl Chloride*).

Di satu sisi penemuan plastik ini mempunyai dampak positif yang luar biasa, karena plastik memiliki keunggulan-keunggulan dibanding material lain. Tetapi di sisi lain,

sampah plastik juga mempunyai dampak negatif yang besar. Plastik memiliki sifat sulit terdegradasi (*non-biodegradable*), plastik diperkirakan membutuhkan waktu 100-500 tahun hingga dapat terdekomposisi (terurai) dengan sempurna. Keunggulan plastik dibandingkan dengan material lain diantaranya kuat, ringan, fleksibel, tahan karat, tidak mudah pecah, mudah diberi warna, mudah dibentuk, serta isolator panas dan listrik yang baik, sedangkan plastik yang sudah menjadi sampah akan berdampak negatif terhadap lingkungan maupun kesehatan manusia (Surono, 2013).

Sampah plastik akan berdampak negatif terhadap lingkungan karena tidak dapat terurai dengan cepat dan dapat menurunkan kesuburan tanah. Sampah plastik yang dibuang sembarangan juga dapat menyumbat saluran drainase, selokan dan sungai sehingga bisa menyebabkan banjir. Sampah plastik yang dibakar bisa mengeluarkan zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan manusia (Surono, 2013).

Dalam kehidupan sehari-hari, tentunya kita tidak dapat melepaskan diri dari penggunaan plastik. Plastik bisa dibilang merupakan bahan yang paling banyak digunakan untuk membuat berbagai barang perlengkapan rumah tangga mulai piring, tas belanja, toples hingga ember. Plastik juga bahan yang paling umum digunakan untuk mengemas berbagai produk yang beredar di pasaran mulai dari makanan hingga kosmetik. Namun dibalik berbagai kegunaannya, plastik ternyata dapat memberi dampak buruk bagi lingkungan karena sifatnya yang sulit untuk diurai sehingga akan menjadi sampah dan polutan bagi alam kita dalam jangka waktu yang lama. Terlebih plastik juga ternyata memiliki dampak buruk bagi kesehatan jika tidak digunakan secara tepat, sehingga kita perlu untuk lebih teliti dalam mengenali jenis dan karakteristik plastik yang banyak terdapat disekeliling kita.

Semakin meningkatnya volume sampah plastik ini bisa mengakibatkan masalah serius dan butuh dicari penyelesaiannya segera. Penanganan sampah plastik yang populer selama ini adalah dengan 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*). *Reuse* adalah memakai berulang kali barang-barang yang terbuat dari plastik. *Reduce* adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang dari plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai. *Recycle* adalah mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik.

Pertumbuhan pemakaian plastik sangat tinggi, terutama dalam 50 tahun terakhir. Tercatat pada tahun 1950 jumlah konsumsi plastik masyarakat dunia sebesar 5 juta ton dan pada

tahun 2010 jumlahnya meningkat dua puluh kali lipat menjadi sebesar 100 juta ton (UNEP, 2009). Di Indonesia, konsumsi produk plastik/kapita masih sekitar 10 kg/kapita/tahun. Potensi peningkatan permintaan plastik di Indonesia masih cukup besar dengan kebutuhan produk plastik nasional sekitar 4,6 juta ton per tahun dan pertumbuhan rata-rata 5% per tahun. Porsi terbesar (40%) dari kebutuhan plastik Indonesia adalah untuk plastik kemasan.

Pirolisis merupakan teknik daur ulang limbah tersier atau teknik yang mampu mengkonversi limbah plastik menjadi bahan bakar, monomer atau bahan berharga lainnya melalui proses degradasi termal dan katalitik (Scheirs dan Kaminsky, 2006). Metode ini dapat diterapkan untuk mengubah baik termoplastik dan termoset menjadi bahan bakar dan bahan kimia berkualitas tinggi. Selain itu proses ini memungkinkan menggunakan campuran plastik dan limbah tanpa perlu dicuci atau dipilih terlebih dahulu sehingga lebih sederhana dan murah. Pirolisis dinilai sebagai salah satu metode terbaik karena selain dapat mengurangi sampah yang tidak dapat diuraikan (*non-biodegradable waste*), pirolisis juga dapat menghasilkan produk hidrokarbon yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

Dengan adanya uji beda komposisi ini untuk mengetahui massa jenis, viskositas dan nilai kalor dari setiap komposisi yang dihasilkan menjadi minyak diantaranya jenis *Polypropylene*, *Low Density Polyethylene* dan campuran *Polypropylene* dan *Low Density Polyethylene*. Sesuai literatur Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak (SNI, 2008), adanya perbandingan karakteristik pada minyak solar, bensin dan minyak tanah dengan parameter viskositas, densitas ( $\text{kg/m}^3$ ) dan nilai kalor ( $\text{kJ/kg}$ ). Pada minyak solar memiliki viskositas (2,0 – 4,5), densitas (820 – 850), dan nilai kalor (46.500). Pada bensin memiliki viskositas (0,652), densitas (715), dan nilai kalor (47.300). Pada minyak tanah memiliki viskositas (0,294 – 3,34), densitas (0,78 – 0,81), dan nilai kalor (43.000). Oleh sebab itu saya tertarik untuk melakukan penelitian ini dengan jenis plastik tersebut. Serta menyesuaikan hasil penelitian saya dengan parameter yang sesuai dengan SNI.

Dengan adanya teknologi tepat guna tentunya sampah plastik dapat dikelola dengan baik. Salah satunya dengan penelitian yang sedang dikembangkan adalah mengkonversi sampah plastik tipe *Polypropylene* dan *Low Density Polyethylene* menjadi setara BBM. Sistem kerja yang digunakan dengan metode pirolisis, sampah plastik dipanaskan dengan

suhu diatas 300°C sehingga menjadi uap dan didinginkan oleh fluida cair untuk mendapatkan hasil minyaknya.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik minyak plastik dengan proses pirolisis yang dihasilkan diantaranya massa jenis minyak, viskositas dan nilai kalor.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) karena suatu percobaan yang digunakan homogen atau tidak ada faktor lain yang mempengaruhi respon di luar faktor yang diteliti. Rancangan acak lengkap (RAL) digunakan jika kondisi unit percobaan yang digunakan relatif homogen. Penerapan perlakuan terhadap unit percobaan dilakukan secara acak terhadap seluruh unit percobaan. Seperti percobaan – percobaan yang dilakukan di laboratorium atau rumah kaca yang pengaruh lingkungannya lebih mudah dikendalikan. Untuk percobaan lapangan, dimana umumnya terdapat keragaman yang besar di antara petakan percobaan, misalnya faktor lingkungan seperti tanah, RAL sangat jarang digunakan. Rancangan acak lengkap (RAL) hanya mempengaruhi satu faktor yaitu komposisi limbah plastik pada proses pirolisis, dengan tiga kali ulangan pada tiap perlakuan.

### Model Rancangan Penelitian

Model rancangan penelitian yang akan digunakan adalah rancangan acak lengkap non faktorial (RAL) :

$$Y_{ik} = \mu + T_i + \varepsilon_{ik}$$

Tabel 1. Pengamatan parameter

Jenis plastik	Massa jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Viskositas (cP)	Nilai kalor (kJ/kg)
P1	773,42 <sup>b, B</sup>	0,865 <sup>b, AB</sup>	52.696,21
P2	707,35 <sup>a, AB</sup>	0,940 <sup>a, A</sup>	46.078,54
P3	696,49 <sup>a, A</sup>	0,825 <sup>b, B</sup>	56.127,57

Keterangan : P<sub>1</sub>= Polypropylene, P<sub>2</sub>= Low Density Polyethylene, P<sub>3</sub>= Polypropylene & Low Density Polyethylene.

### Massa Jenis

Berdasarkan hasil minyak yang diperoleh pada perlakuan P2 sebesar 707,35 kg/m<sup>3</sup> lebih mendekati massa jenis bahan bakar bensin sebesar 715 kg/m<sup>3</sup>. Dari ketiga bahan tersebut memiliki massa jenis yang berbeda-beda. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Santoso (2010), data di atas terlihat bahwa semakin tinggi suhu dinding reaktor maka minyak yang dihasilkan juga semakin meningkat. Sedangkan jumlah padatan yang tersisa hasil

Dimana :

$Y_{ik}$  = Hasil pengamatan dari perlakuan faktor komposisi pada taraf ke-i dan pada ulangan ke-k

$\mu$  = Nilai tengah

$T_i$  = Pengaruh perlakuan ke-i

$\varepsilon_{ik}$  = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan komposisi pada taraf ke-i dan ulangan ke-k.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang dilakukan, secara umum jenis plastik memberikan pengaruh terhadap massa jenis, viskositas dan nilai kalor dari minyak plastik yang dihasilkan (Tabel 1). Dari hasil penelitian ini pada perlakuan P1 (*Polypropylene*), menghasilkan minyak plastik yang terbanyak dari ketiga bahan yang diuji. Dari ketiga bahan tersebut jarak suhu pada saat mengeluarkan minyak tidak begitu jauh. Pada P1 mengeluarkan minyak pada suhu 140<sup>o</sup> C – 350<sup>o</sup> C, pada P2 dengan suhu 135<sup>o</sup> C – 350<sup>o</sup> C, dan pada P3 dengan suhu 150<sup>o</sup> C – 350<sup>o</sup> C. Menurut Ramadhan dan Ali (2012), pada saat proses pirolisis, suhu dan waktu adalah faktor yang sangat penting. Dengan semakin tinggi suhu proses, maka massa yang ada di dalam reaktor akan semakin turun. Dengan bertambah tingginya suhu pemanasan maka zat – zat yang terkandung dalam plastik akan terurai dengan sempurna. Zat – zat tersebut akan terurai menjadi gas dan cair (minyak). Semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pemanasan maka hasil minyak yang dihasilkan akan semakin banyak.

pirolisis semakin menurun dengan meningkatnya suhu dinding tabung reaktor. Menurut Paradela, *et al* (2009) yang telah meneliti tentang pirolisis campuran berbagai macam plastik. Didapatkan hasil pada suhu 350°C jumlah minyak yang dihasilkan 55% dan pada suhu 400°C jumlah minyak yang dihasilkan 80%. Dari data penelitian ini diperoleh fakta bahwa pada saat suhu semakin tinggi, minyak yang dihasilkan semakin meningkat. Tetapi apabila suhu menurun akibat

pembakaran yang tidak stabil, minyak yang dihasilkan menurun.

### Viskositas

Berdasarkan hasil minyak yang diperoleh pada perlakuan P1 (0,865 cP), P2 (0,940 cP) dan P3 (0,825 cP) termasuk dalam nilai viskositas pada bahan bakar minyak tanah sebesar 0,294 – 3,34 cP. Hasil pengujian menggunakan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) menunjukkan adanya perbedaan nilai viskositas untuk tiap perlakuan (Tabel 1).

Viskositas tiap perlakuan berbeda karena memiliki tingkat kekentalan cairan yang berbeda-beda. Semakin tinggi nilai viskositasnya maka cairan tersebut semakin kental, hal ini dapat berpengaruh apabila digunakan pada kompor sumbu, jika cairan terlalu kental maka cairan tidak dapat diserap oleh sumbu kompor atau penyerapan cairannya menjadi lambat.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kekentalan minyak tertinggi diperoleh dari hasil pirolisis plastik LDPE dengan nilai 0,94 cP dan kekentalan minyak terendah diperoleh dari hasil pirolisis plastik campuran dari kedua bahan tersebut (PP + LDPE) dan plastik PP. hal ini sesuai dengan penelitian Santoso (2010), mendapatkan hasil viskositas tertinggi diperoleh pada minyak pirolisis LDPE, dan terendah minyak pirolisis PP. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa viskositas minyak pirolisis plastik PP, LDPE, dan campuran PP + LDPE meningkat karena adanya peningkatan suhu dinding reaktor.

### Nilai Kalor

Berdasarkan hasil minyak yang diperoleh pada perlakuan P2 sebesar 46.078,54 kJ/kg jika dibandingkan dengan nilai kalor pada Tabel 1 lebih mendekati nilai kalor pada bahan bakar solar sebesar 46.500 kJ/kg. Jumlah energi kalor yang dilepaskan berbeda-beda sehingga menghasilkan nilai kalor yang berbeda. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Santoso (2010) menunjukkan bahwa adanya perbedaan jenis plastik sehingga mempengaruhi nilai kalor, hal ini disebabkan karena unsur penyusun dari minyak pirolisis plastik PP dan LDPE berbeda. Menurut Napitupulu (2006) yang menyatakan nilai kalor merupakan jumlah energi kalor yang dilepaskan bahan bakar pada waktu terjadinya oksidasi unsur-unsur kimia yang ada pada bahan bakar tersebut.

## KESIMPULAN

1. Massa jenis minyak tertinggi dihasilkan pada cup plastik (P1) dengan nilai 773,42 kg/m<sup>3</sup> dan massa jenis terendah pada campuran

kedua bahan tersebut (P3) dengan nilai 696,49 kg/m<sup>3</sup>.

2. Nilai viskositas tertinggi dihasilkan pada kantong plastik (P2) dengan nilai 0,940 cP dan nilai viskositas terendah dihasilkan pada campuran kedua bahan tersebut (P3) dengan nilai 0,825 cP.
3. Nilai kalor tertinggi dihasilkan pada campuran kedua bahan tersebut (P3) dengan nilai 56.127 kJ/kg dan nilai kalor (P2) dengan nilai 46.078 kJ/kg.
4. Dari hasil penelitian ini massa jenis minyak pada P2 dengan nilai 707,35 terendah dihasilkan pada kantong plastik kg/m<sup>3</sup> lebih mendekati bahan bakar bensin dengan nilai 715 kg/m<sup>3</sup>. Viskositas pada P1 (0,865 cP), P2 (0,940 cP), dan P3 (0,825 cP) termasuk nilai viskositas pada bahan bakar minyak tanah dengan nilai 0,294 – 3,34 cP. Nilai kalor pada P2 46.078 kJ/kg lebih mendekati nilai kalor bahan bakar solar dengan nilai 46.500 kJ/kg.
5. Dari ketiga bahan tersebut, jenis bahan *polypropylene* yang menghasilkan minyak paling banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia (KNLH).2008. Statistik Persampahan Indonesia. Jakarta.
- Napitupulu, F.H. 2006. Pengaruh nilai kalor (*heating value*) suatu bahan bakar terhadap perencanaan volume ruang bakar ketel uap berdasarkan metode penentuan nilai kalor bahan bakar yang dipergunakan. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Paradela, F., F. Pinto., A.M. Ramos and I. Gulyurtlu. 2009. Study of slow batch pyrolysis of mixtures of plastics, tyres and forestry biomass wastes. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. Estrada do Panco do Luminar. Lisboa. Portugal.* 85:392-398.
- Ramadhan, P.A. dan Ali, M. 2012. Pengolahan sampah plastik menjadi minyak menggunakan proses pirolisis, *Envirotek. Jurnal Ilmiah TeknikLingkungan*, 4: 208-210.
- Santoso, J. 2010. Uji sifat minyak pirolisis dan uji performasi kompor berbahan bakar minyak pirolisis dari sampah plastik. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- SNI 7390. 2008. Standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak. Badan Standardisasi Nasional (BSN). Jakarta.
- Surono, U.B. 2013. Berbagai metode konversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. *Jurnal Teknik*. 3:110-115.
- Scheirs, J. dan Kaminsky, W. 2006. Feedstock recycling and pyrolysis of plastics into diesel and other fuels. John Wilwy and Sons, Ltd. West Sussex, UK.
- UNEP (*United Nations Environment Programme*). 2009. Converting waste plastics into a resource. Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre. Osaka/Shiga.