

**PENGARUH HASIL PIROLISIS SAMPAH PLASTIK
JENIS PET (*POLYETHYLENE TEREPHTHALATE*)
DAN PS (*POLYSTYRENE*) TERHADAP NILAI
KALORI, VISKOSITAS DAN *POUR POINT***

***EFFECT OF PYROLYSIS PLASTIC WASTE PET
(POLYETHYLENE TEREPHTHALATE) AND PS
(POLYSTYRENE) ON CALORIFIC VALUE,
VISCOSITY AND POUR POINT***

Khaidir Syaihan Zulfikar Mayau

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam
Indonesia.

13513146@students.uii.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan energi yang terus meningkat dan ketersediaan bahan bakar yang menipis membuat manusia untuk mulai mencari sumber energi yang baru terutama Bahan Bakar Minyak (BBM). Dengan proses pirolisis jenis plastik PET (Polyethylene Terephthalate) dan PS (Polystyrene) dapat didekomposisi menjadi cairan sebagai alternatif bahan bakar terbarukan. Proses pirolisis dilakukan pada reaktor jenis semi batch dengan temperatur 500 °C selama 120 menit. Tujuan dalam penelitian ini adalah membandingkan karakteristik bahan baku sampah plastik dengan uji proksimat, mendapatkan perbandingan hasil pirolisis sampah plastik dan mendapatkan karakteristik cairan hasil proses pirolisis. Metode pengujian karakteristik cairan hasil pirolisis dalam penelitian ini adalah nilai kalor menggunakan bom kalorimeter, viskositas menggunakan spindler, pour point dan kuantitas minyak yang dihasilkan dari pirolisis sampah plastik PET, PS dan campuran. Hasil penelitian menunjukkan campuran PET 40 gram + Plastik PS 50 gram mendapatkan kuantitas paling banyak. Hasil nilai kalor menunjukkan PS nilai kalornya lebih tinggi dari jenis plastik lain. Pengujian viskositas memperoleh plastik jenis PS 42,50 mm²/dt dan PET+PS 22,50 mm²/dt. Pengujian pour point diperoleh plastik jenis PET -8 °C, PS 11 °C dan PET+PS 46 °C.

Kata Kunci : Pirolisis, nilai kalor, viskositas, pourpoint, PET, PS

ABSTRACT

The energy demand needed and availability of fuel has decreased so that makes people start looking for new sources of energy, especially Fuel. Pyrolysis process plastic PET (Polyethylene Terephthalate) and PS (Polystyrene) can be decomposed into liquid as an alternative for waste to energy. The pyrolysis process was carried out on a semi-batch reactor with a temperature of 500 °C for 120 minutes. The purpose of this study is compare characteristics plastic raw materials with proximate test, the comparison of pyrolysis result of plastic waste and get of the characteristic liquid in pyrolysis process. Method of liquid characteristic of pyrolysis result is calorific value using bomb calorimeter, viscosity using spindler, pour point and quantity of oil produced from pyrolysis of PET plastic waste, PS and mixture. The results showed a mixture of PET 40 gram + Plastic PS 50 gram to get the most quantity. The calorific value results show that PS is higher than other types of plastics. Viscosity testing was obtained by type plastic PS 42,50 mm²/s and PET + PS 22,50 mm²/s. Pour point testing obtained plastic type PET -8 °C, PS 11 °C and PET + PS 46 °C.

Keywords: Pyrolysis, heating value, viscosity, pourpoint, PET, PS

1. Pendahuluan

Masalah krisis energi yang saat ini sedang dihadapi berbagai negara merupakan salah satu masalah yang dihadapi juga di negara Indonesia yang merupakan salah satu negara pengkonsumsi bahan bakar fosil tertinggi, menurut Zuhra (2003) konsumsi minyak bumi pada tahun 2005 sekitar 1,6 juta/barel per hari, sedangkan pada tahun 2006 mencapai 1,84 barel setiap hari, hal ini dibandingkan dengan negara – negara lain seperti Jerman dan Jepang pada tahun yang sama hanya mengkonsumsi kurang dari 1 juta barel per hari.

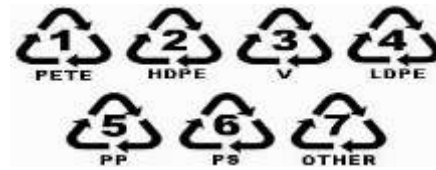
Dengan krisis permasalahan energi yang ada dan mengingat asal mula plastik adalah minyak bumi, maka sampah plastik ini dapat diubah menjadi bentuk semula. Hal ini akan lebih bermanfaat dibandingkan dengan kebiasaan masyarakat yang selalu membakar sampah yang berdampak buruk bagi lingkungan. Konversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak disebut sebagai proses perekahan. Konversi plastik menjadi bahan bakar minyak ini dapat dilakukan karena salah satu bahan baku untuk membuat plastik adalah *Naplita* yaitu hasil penyulingan minyak bumi dan gas alam (Surono, 2016).

Dengan kemajuan teknologi yang saat ini cukup berkembang pesat konversi sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif ini dapat dilakukan dengan proses pirolisis. Pirolisis adalah proses dekomposisi suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara minim. Proses dekomposisi ini juga sering disebut dengan devolatilisasi. Menurut Blasi (2008) pirolisis didefinisikan sebagai degradasi termal dari bahan bakar padat pada kondisi udara/oksigen terbatas, dimana proses ini menghasilkan tar dan char. Pirolisis sampah plastik termasuk dalam pemanfaatan sampah untuk dijadikan energi alternatif atau biasa dikenal sebagai *energy recovery*

Menurut UNEP (2009) plastik dikelompokkan menjadi thermoplastik dan termosetting. Thermoplastik adalah bahan plastik yang jika dipanaskan pada temperatur tertentu akan kembali menjadi bentuk cair yang nantinya akan mudah untuk dibentuk, sedangkan termosetting adalah plastik yang apabila dipanaskan tidak dapat diubah kembali.

Jenis – jenis plastik yang biasa diolah adalah Polyethylene (PE), Polystirene (PS), Polyethylene Terephtalate (PET), dan polyvinyl chloride (PVC). Jika dilihat dari jenisnya yang ada

sekarang ada 7 jenis plastik yang diberi kode angka 1 – 7 dengan kegunaan dan cara pemakainya yang berbeda juga.



Gambar 1 nomor kode jenis - jenis plastik (UNEP,2009)

Tujuan dalam penelitian ini adalah Membandingkan karakteristik bahan baku, mendapatkan hasil perbandingan pirolisis dan mendapatkan karakteristik cairan hasil proses pirolisis pada jenis plastik PET, PS dan campuran PET+PS. Manfaat penelitian ini agar dapat memberikan gambaran dan informasi mengenai pemanfaatan sampah plastik sebagai energi terbarukan.

Beberapa penelitian yang dilakukan terkait dengan proses pirolisis sampah kota *Municipal Solid Wastes* (MSW) antara lain, pirolisis pada 12 kg MSW yang dilakukan pada temperatur 400 – 650 °C selama 4 jam menghasilkan 52,2% gas, 25,2% char dan 22,6% gas (Ojolo, 2005).

Suryo (2011) dalam penelitiannya tentang sifat minyak pirolisis campuran sampah biomassa dan sampah plastik *polypropylene* (PP). Di dalam penelitian ini diteliti mengenai massa jenis, viskositas dan nilai kalor. Selanjutnya, minyak hasil pirolisis dimanfaatkan untuk memasak air dengan menggunakan kompor. Efisiensi kompor berbahan minyak pirolisis diuji dengan menggunakan metode standar *water boiling tes* (wbt). Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh hasil efisiensi kompor berbahan bakar minyak yang terbaik pada komposisi 30% biomassa : 70% plastik pada temperatur 400 °C yaitu sebesar 24%.

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Tubnonghee, dkk (2010) jenis plastik yang digunakan PE dan PP. Proses yang digunakan adalah metode thermal cracking (pirolisis). Pirolisis dilakukan pada suhu 450 °C selama 2 jam. Gas yang terbentuk kemudian dikondensasi menjadi minyak didalam kondensor yang bertemperatur 21 °C. Minyak yang dihasilkan kemudian dianalisa dengan *mass Spectrometry* untuk mengetahui distribusi jumlah atom karbonnya. Berdasarkan hasil analisa didapatkan bahwa komposisi minyak dari campuran plastik PE dan PP tersebut mempunyai jumlah atom carbon yang setara dengan solar, yaitu C12 – C17.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini bahan baku yang digunakan adalah sampah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan *Polystyrene* (PS) yang didapatkan di daerah sekitaran Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta.

Plastik PET yang digunakan adalah botol plastik. Plastik jenis ini biasanya jernih/transparan/tembus pandang seperti contoh botol air mineral dan lain – lain. Sedangkan untuk plastik PS menggunakan *styrofoam* yang digunakan sebagai pembungkus makanan serta campuran dari PET dan PS. Sebelum di pirolisis semua bahan yang digunakan di cacah dengan ukuran kurang lebih 2 – 4 cm agar homogen/sama.



Gambar 2. Bahan Baku

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set peralatan pirolisis dengan spesifikasi alat tinggi 50 cm, diameter *retort* 15,6 cm, diameter luar 25 cm dan daya listrik 1200 watt. Retort merupakan tempat berlangsungnya pirolisis. Retort terbuat dari bahan *stainless steel* berbentuk silinder/lingkaran yang bertujuan agar dapat menahan suhu pirolisis yang tinggi. Kawat nikelin sebagai pengalir panas pada *retort*. Lembaran abes yang digunakan sebagai isolator. Pipa gas yang menghubungkan *retort* dengan kondensor. Kondensor sebagai pengubah gas hasil pirolisis menjadi cairan.

Sebelum di pirolisis bahan baku di uji proksimat untuk mengetahui kadar air, kadar *volatile*, kadar abu, kadar karbon terikat, nilai kalori. Uji proksimat yang dilakukan ini dengan tujuan untuk mengetahui banyaknya kadar air, kadar *volatile*, kadar abu, kadar karbon terikat yang mempengaruhi efisiensi nilai kalor selama proses pirolisis. Bahan sampah plastik selama proses pirolisis akan meningkatkan nilai kalori produk yang dihasilkan karena selama pirolisis berlangsung akan menghilangkan jumlah kadar air yang ada pada bahan baku sampah plastik. Hal ini didukung dengan pendapat Hasan (2017) yang melakukan pirolisis pada kulit durian untuk dijadikan briket. Hasan (2017) melakukan pirolisis untuk menghilangkan kadar air yang ada pada kulit durian sehingga dapat meningkatkan nilai kalor yang ada pada produk briket yang dihasilkan

Proses pirolisis berlangsung dengan cara memasukkan bahan baku PET 90 gram, PS 90 gram dan campuran PET 40 gram + PS 50 gram secara bergantian. Analisis data yang dilakukan selama proses pirolisis adalah peningkatan suhu reaktor dan cairan (*liquid*) yang dihasilkan. Setelah itu menguji hasil cairan yang didapatkan dengan parameter nilai kalor, viskositas dan *pour point*.



Gambar 3. Reaktor pirolisis

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Bahan Baku

Jenis bahan baku yang digunakan adalah sampah plastik jenis PET dan PS yang telah di cacah dengan ukuran kurang lebih 2 – 4 cm. Plastik PET yang digunakan adalah botol kemasan dan plastik PS dari *styrofoam* dan campuran dari PET + PS. Sampah plastik yang digunakan telah di uji proksimat. Hasil uji dari ketiga bahan baku tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Uji Proksimat

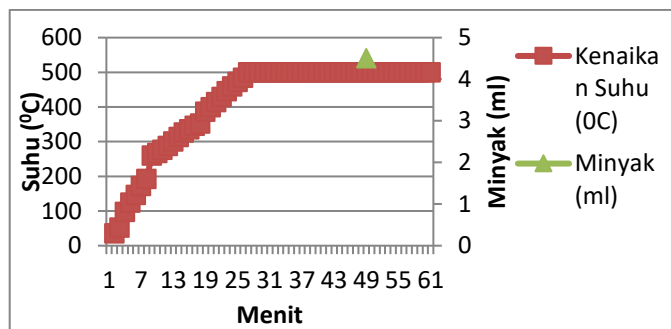
Jenis Analisis	Jenis Sampah	Parameter	Satuan(W/W)	Nilai
Analisis Proksimat	PET	Kadar Air	(%)	0,081
		kadar <i>Volatile</i>	(%)	90,52
		Kadar Abu	(%)	2,72
		kadar Karbon Terikat	(%)	6,68
		Nilai Kalor	(Kalori/gram)	6034,93
	PS	Kadar Air	(%)	0,25
		kadar <i>Volatile</i>	(%)	98,69
		Kadar Abu	(%)	0,54
		kadar Karbon Terikat	(%)	0,5
		Nilai Kalor	(Kalori/gram)	7876
	PET+PS	Kadar Air	(%)	0,09
		kadar <i>Volatile</i>	(%)	94,52
		Kadar Abu	(%)	1,3
		kadar Karbon Terikat	(%)	4,07
		Nilai Kalor	(Kalori/gram)	6819,53

Berdasarkan hasil yang didapatkan ini dibandingkan dengan penelitian lain. Dari hasil uji proksimat plastik PET yang dilakukan Rachmawati (2015) mendapatkan nilai kadar air 0,35%, kadar *volatile* 99,93%, kadar abu 0,07% dan Nilai kalor 5399 kal/gram serta untuk kadar karbon terikat yang didapatkan Dayana (2016) adalah 7,77%. Jika di bandingkan dengan penelitian lain sampah plastik jenis PET yang digunakan lebih baik. Hasil uji proksimat sampah Plastik jenis PS yang dilakukan Rachmawati (2015) mendapatkan nilai kalor 0,47%, kadar *volatile* 0,96%, kadar abu 0,54% dan nilai kalor 10847 kal/gram serta untuk kadar karbon terikat yang didapatkan Dayana (2016) adalah 0,2%. Jika di bandingkan dengan penelitian lain sampah plastik PS yang digunakan lebih rendah kualitasnya. Dari ketiga bahan baku yang digunakan sampah plastik PS lebih baik kualitasnya dari pada sampah plastik PET dan campuran PET+PS. Perbedaan hasil ini terutama untuk nilai kalor disebabkan komposisi plastik yang berbeda – beda ataupun adanya bahan tambahan yang digunakan yang mempengaruhi kenaikan dan penurunan nilai kalor dari sampah tersebut (Yuriandala, 2016).

3.2. Proses Pirolisis

Pada penelitian ini dilakukan 3 kali pirolisis dengan bahan sampah plastik yang berbeda – beda untuk setiap jenis plastik yang digunakan. Bahan sampah plastik yang digunakan sebanyak 90 gram PET, 90 gram PS dan campuran 40 gram PET + 50 gram PS. Percampuran yang dilakukan lebih banyak PS dari pada PET karena menurut Susilo (2014) semakin banyak plastik jenis PS maka presentasi cairan yang dihasilkan akan lebih banyak. Setiap kali pirolisis dilakukan secara bergantian dengan perlakuan yang sama. Selama pirolisis berlangsung reaktor yang berisi sampah plastik diamati kenaikan suhunya setiap 1 menit. Hal ini dilakukan untuk melihat pada menit dan suhu ke berapa cairan hasil pirolisis menetes untuk pertama kali dan suhu maksimum yang digunakan yaitu 500 °C.

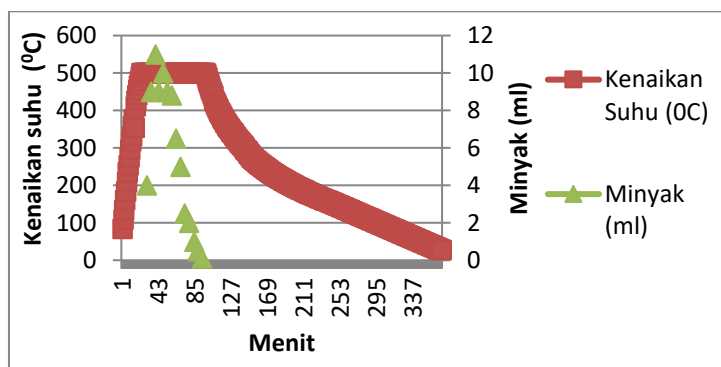
Menurut Rachmawati (2015) plastik jenis PET memiliki titik leleh 250 °C - 260 °C dan dapat terdekomposisi pada suhu 480 °C. Hasil pirolisis sampah plastik PET mendapatkan cairan sebanyak 4,5 ml dengan gambar kenaikan suhu dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Hasil Pirolisis PET

Hasil pirolisis yang dilakukan hanya menghasilkan cairan sebanyak 4,5 ml pada menit ke 48 setelah itu tidak ada lagi cairan yang dihasilkan. Penyebabnya adalah penyumbatan pada pipa kondensor oleh benzena dan antimoni tiroksida yang membeku disuhu ruang. Pada penelitian yang dilakukan oleh Utama (2015) dan Surono (2016) dengan menggunakan suhu 450 °C mengalami kejadian yang sama pada proses pirolisis plastik jenis PET.

Menurut Rachmawati (2015) plastik jenis PS memiliki titik leleh 180 °C - 260 °C dapat terdekomposisi pada suhu 420 °C. Pirolisis sampah Plastik PS 90 gram mendapatkan hasil cairan sebanyak 78,4 ml. Kenaikan dan penurunan suhu, serta hasil cairan selama proses pirolisis dapat dilihat pada gambar berikut :

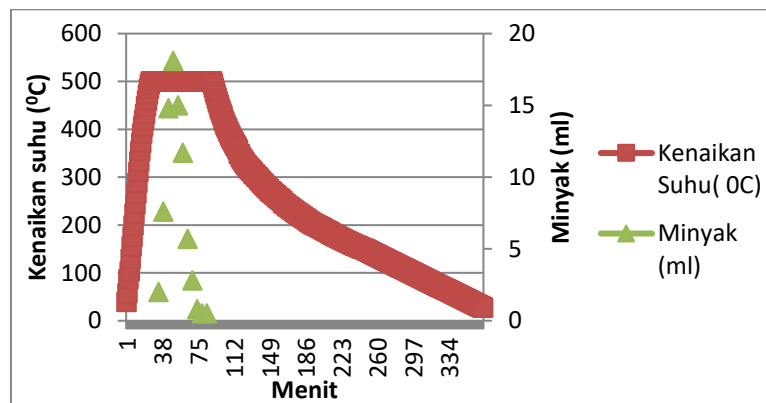


Gambar 4. Grafik Hasil Pirolisis PS

Selama proses pirolisis berlangsung pada menit ke 24 cairan pirolisis mulai keluar setelah itu dilakukan pengamatan setiap 5 menit. Cairan yang keluar dari proses pirolisis mencapai titik puncak optimum cairan pada menit ke 39 dengan kuantitas cairan 11 ml dan berakhir pada menit ke 93 dengan kuantitas cairan 0,1 ml. Dalam penelitian Yuriandala (2016) yang melakukan pirolisis plastik jenis PS dengan suhu 450 °C mendapatkan hasil kuantitas (*yield* (%wt)) adalah 80% dan

kuantitas berdasarkan v/wo (ml/gram) 1,044 ml/gram sedangkan titik optimum yang didapatkan pada ke 35 – 40 yaitu sebanyak 20,6 gram.

. Pirolisis sampah Plastik campuran PET 40 gram dan PS 50 gram mendapatkan hasil cairan sebanyak 79,5 ml. Kenaikan dan penurunan suhu, serta hasil cairan selama proses pirolisis dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5. Grafik Hasil Pirolisis Campuran PET dan PS

Selama proses pirolisis berlangsung pada menit ke 29 cairan pirolisis mulai keluar setelah itu dilakukan pengamatan setiap 5 menit. Cairan yang keluar dari proses pirolisis mencapai titik puncak optimum cairan pada menit ke 49 dengan kuantitas cairan 18,1 ml dan berakhir pada menit ke 84 dengan kuantitas cairan 0,5 ml. Dalam penelitian Yuriandala (2016) yang melakukan pirolisis dengan pencampuran 50 gram PS + 20 gram *other* (aluminium foil) menggunakan suhu 450 °C mendapatkan hasil kuantitas (*yield* (%wt)) 72,96% sedangkan kuantitas berdasarkan v/wo (ml/gram) mendapatkan hasil 0,92 ml/gram.

3.3 Hasil Uji Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan bahan bakar yang dapat diketahui dengan menggunakan kalorimeter. Nilai kalor bahan bakar minyak berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas No. 144496 K/14/DHM/2008 Tentang Standar dan Baku Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Bakar Yang Dipasarkan Di Dalam Negri untuk nilai kalor Min. 41,87 MJ/Kg untuk batasan IFO-1 dan IFO-2 serta nilai kalor bahan bakar minyak berdasarkan ASTM D-240 sebesar minimal 41,87 MJ/Kg.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Nilai Kalor

Bahan	Hasil Uji (Kalori/gram)	kalori/gram <i>TO</i> Megajoule/kilogram	Dayana, 2016 (MJ/Kg)	Rehan, 2016 (MJ/Kg)	KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL MINYAK DAN GAS BUMI TAHUN 2008 dan ASTM D-240
PET	6695,21	28,03	28,2		41,87 MJ/Kg
PS	8436,83	34,89	43	41,1	
PET+PS	7307,21	30,59			

Berdasarkan hasil yang didapatkan ketiga jenis sampah plastik yang dapat dilihat di tabel 2` belum memenuhi standar Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Tahun 2008. Pada umumnya suatu bahan bakar minyak memiliki nilai kalori 10.160 – 11.000. berdasarkan hasil temuan ini ketiga hasil cairan pirolisis ini belum bisa dikatakan sebagai bahan bakar minyak.

3.4 Hasil Uji Viskositas

Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas No. 144496 K/14/DHM/2008 Tentang Standar dan Baku Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Bakar Yang Dipasarkan Di Dalam Negeri viskositas maksimal untuk IFO-1 adalah 189 mm²/dt dan IFO-2 adalah 380 mm²/dt. Dari hasil perbandingan dapat disimpulkan bahwa sampah plastik jenis PS dan PET+PS memenuhi standar sedangkan Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Tahun 2008 dan untuk standar EN 590 dan standar baku mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak jenis solar 48 vikositas cairan yang didapatkan tidak memenuhi standar.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Viskositas

Bahan	Satuan	Viskositas	shaferina 2016	Rehan 2016	KEPUTUSAN DIREKTUR JENDRAL MINYAK GAS DAN BUMI 2008
PS	mm ² /dt	42,5	1,4	1,8	Maks : 189 mm ² /dt
PS PET		22,5			

Dari hasil pengujian viskositas dapat dilihat bahwa nilai viskositas sampah plastik jenis PS lebih tinggi nilainya dari pada jenis plastik yang di *mix*/campur

Untuk sampah jenis plastik PET sendiri tidak diujikan karna hasil dari pirolisis berupa gumpalan gel yang mengeras sehingga harus di cairkan dulu untuk diuji pada suhu 40-50 °C. Maka dari itu peneliti tidak melanjutkan pengujian viskositas untuk PET karna peneliti ingin mendapatkan hasil minyak yang dapat sesuai dengan keadaan lingkungan sekitar khususnya di Indonesia.

3.4 Hasil Uji *Pour Point*

Berdasarkan hasil pengujian yang telah di lakukan dengan metode ASTM D 97 diperoleh nilai *pour point* untuk sampah plastik jenis PET sebesar 46 °C berdasarkan nilai maksimum yang diperbolehkan untuk *pour point* adalah 18 °C ASTM D-97 dengan demikian jenis plastik PET tidak layak masuk sebagai spesifikasi menjadi minyak. Dalam peraturan Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas No. 144496 K/14/DHM/2008 Tentang Standar dan Baku Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Bakar Yang Dipasarkan Di Dalam Negri batas maksimal untuk *pour point* IFO- 1 Maks 30 °C dan IFO – 2 Maks 40 °C. Berdasarkan keputusan ini cairan *Pour point* untuk plastik jenis PET tidak masuk dalam spesifikasi layak. Penyebabnya karena cairan yang di hasilkan mengandung banyak benzena dan antimoni trioksida sehingga cairannya mengeras dan hanya bisa berubah dalam bentuk cair pada suhu yang lebih tinggi.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Uji *Pour Point*

No	Bahan	<i>pour point</i>	Dayana, 2016	Rehan, 2016	KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL MINYAK DAN GAS BUMI 2008 dan ASTM D-97
1	PS	-8	-67	-60	Maks : 30 - 40
2	PS dan PET	11			
3	PET	46			

Sampah plastik jenis PS sebesar -8 °C berdasarkan nilai maksimum yang diperbolehkan untuk *pour point* adalah 18 °C dengan demikian sampah plastik jenis PS memenuhi standar ASTM D-97 dan dalam Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas No. 144496 K/14/DHM/2008

Tentang Standar dan Baku Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Bakar Yang Dipasarkan Di Dalam Negri plastik jenis PS masuk dalam spesifikasi minyak dalam negri.

Sampah plastik jenis PET+PS sebesar 11 °C berdasarkan nilai maksimum yang di perbolehkan untuk *pour point* adalah 18 °C dengan demikian sampah plastik jenis PET+PS memenuhi standar ASTM D dan dalam Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas No. 144496 K/14/DHM/2008 Tentang Standar dan Baku Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Bakar Yang Dipasarkan Di Dalam Negri.

Dari hasil pengujian *Pour Point* dapat dilihat bahwa *Pour Point* sampah plastik jenis PS lebih baik dari pada jenis PET dan PS+PET plastik yang di *mix*/campuran

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pengujian karakteristik bahan baku sampah plastik dari ketiga jenis sampah plastik menunjukan plastik jenis PS memiliki kualitas yang lebih baik dari pada kedua bahan lainnya untuk dijadikan sebagai sumber bahan bakar.
2. Pirolisis sampah plastik jenis PET dan PS dengan temperatur 500 °C dan plastik sebanyak 90 gram mendapatkan banyaknya cairan untuk PET 4,5 ml dan untuk PS 78,4 ml sedangkan untuk PET + PS dengan campuran 40 gram PET dan PS 50 gram mendapatkan cairan 79,5 ml
3. Pengujian nilai kalor, viskositas dan *pour point* pada jenis plastik PET, PS dan PET+PS adalah nilai kalor belum memenuhi standar baku mutu, viskositas memenuhi baku mutu, *pour point* PS dan PET+PS memenuhi standar baku mutu dan PET tidak memenuhi. Ketiga karakteristik tersebut dibandingkan dengan hasil Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas No. 144496 K/14/DHM/2008 Tentang Standar dan Baku Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Bakar Yang Dipasarkan, ASTM D 97, ASTM D-240, standar EN 590 dan standar baku mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak jenis solar 48 .

5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, berikut saran yang dapat diberikan:

- 1) Perlu dilakukan pengkajian untuk proses pirolisis plastik jenis PET sebagai bahan baku pirolisis.
- 2) Untuk meningkatkan hasil dari minyak saat pirolisis dibutuhkan penambahan bahan katalis dalam proses pirolisis misalnya alumunium foil dan zeolit

- 3) Hasil minyak perlu dilanjutkan penelitiannya agar sesuai dengan baku mutu standar (SPESIFIKASI) minyak yang ada di Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas No. 144496 K/14/DHM/2008 Tentang Standar dan Baku Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Bakar Yang Dipasarkan, ASTM D 97, ASTM D-240, standar EN 590 dan standar baku mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak jenis solar 48

DAFTAR PUSTAKA

- Blasi, D.C. 2008. **Modeling Chemical and Physical Processes of Wood and Biomass Pyrolysis**, *Progress in Energy and Combustion Science*, 34, pp. 47-99. *International Journal of Engineering and Technology Research*, Vol. 1, No. 1.
- Dayana, S, dkk. 2016. **Energy Conversion and Management**. Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Malaya. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Hasan, E.S. dkk. 2017. **Analisis Proximate dan Nilai Kalori Briket (BROWN COAL – Kulit durian) Dengan Perekat Liquid Volatile Matter (LVM) yang di preparasi dengan Metode Pirolisis**. *Jurnal Aplikasi Fisika Volume 13 No. 1*. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Teknologi Kebumihan. Universitas Halu Oleo. Kendari
- Ojolo, S.J. and Bangboye A.I. 2005. **Thermochemical Conversion of Municipal Solid Waste to Produce Fuel and Reduce Waste**, *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*, VII , Manuscript EE 05 006
- Rachmawati, Q dan Herumurt, W. 2015. **Pengolahan Sampah Secara Pirolisis Dengan Variasi Rasio Komposisi Sampah dan Jenis Plastik**. *Jurnal Teknik ITS Vol. 4, No 1*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Rehan, M, dkk. 2016. **Effect Of Zeolite Catalysts on Pyrolysis Liquid Oil**. Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, King Abdulaziz University, Jeddah. Saudi Arabia.
- Surono, U.B. dkk. 2016. **Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya**. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Janabadra. Mataram.
- Suryo, A.W, Adityo. 2011. **Studi Sifat Minyak Pirolisis Campuran Sampah Biomassa dan Sampah Plastik Polypropylene (PP)**. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Susilo, G. B. 2014. **Pembuatan Bahan Bakar Dari Pirolisis Limbah Plastic Dan Uji Performa Pada Motor Diesel Menggunakan Campuran Minyak Pirolisis Dengan Biosolar**. Tesis Program Studi Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada.
- Tubnonghee. R., Sanongraj, S.,W. 2010. **Comparative Characteristics of Derived Plastic Oil and Commercial Diesel Oil**, The 8th Asian-Pacific Regional Conference on Practical Environmental Technologies (APRC2010), Ubon Ratchathani University, Ubonratchathani, Thailand
- UNEP (United Nation Enviroment Program). 2009. **Converting Waste Plastic Into a Resource, Division of Technology**. Industry and Economics International Enviroment Technology Centre. Osaka

- Utama, D.H, dkk. 2015. **Uji Berbagai Jenis Bahan Plastik Pada Alat Pengolahan Limbah Plastik Berbahan Bakar Tempurung Kelapa**. Program Studi Keteknikan Pertanian. Fakultas Pertanian USU. Medan
- Yuriandala, Y. dkk. 2016. **Pirolisis Campuran Sampah Plastik Polistirena Dengan Sampah Plastik Berlapisan Aluminium Foil (Multilayer)**. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. p- ISSN:2085 dan e-ISSN:2502-6119. Volume 8. D. I. Yogyakarta
- Zuhra dan Fatimah, C. 2003. **Penyulingan, pemrosesan dan penggunaan minyak bumi**. Universitas Sumatra Utara.