

Pirolisis Campuran Sampah Plastik Polistirena Dengan Sampah Plastik Berlapisan Aluminium Foil (*Multilayer*)

Yebi Yuriandala¹, Siti Syamsiah², Harwin Saptoadi³

¹Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia

²Jurusan Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada

³Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada

Email: yyuriandala@gmail.com

Abstrak

Sampah plastik yang dulunya merupakan masalah lingkungan, saat ini dapat diubah menjadi bahan bakar alternatif dengan menggunakan proses daur ulang yang memanfaatkan energi panas yaitu pirolisis. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis terhadap minyak (liquid) yang dihasilkan dari pirolisis sampah plastik Polistiren (PS), plastik berlapisan aluminium foil (kemasan/ multilayer) (AL) dan campuran plastik tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kuantitas produk dan senyawa kimia yang dihasilkan dari pirolisis sampah plastic PS, kemasan dan campuran keduanya. Penelitian dilakukan dengan menempatkan 50 gram PS (PS), 50 gram plastik berlapisan aluminium foil (AL) (multi layer), dan PS dengan campuran 10%, 20%, 30%, 40% AL didalam reaktor pirolisis yang terbuat dari stainless steel berbentuk silinder dengan volume 0,96 m3 dengan temperatur akhir 450oC. hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan Plastik berlapisan aluminium foil maka semakin cepat naiknya temperatur mencapai titik optimum yang ditetapkan (450oC). Sedangkan senyawa kimia yang dihasilkan pada pirolisis yang mengandung PS sebagian besar berupa senyawa aromatic, sedangkan pada pirolisis AL sebagian besar berupa senyawa olefin.

Kata Kunci : pirolisis, polistiren, plastik multilayer, senyawa kimia

ABSTRACT

Nowsadays plastic wastes which was once the environmental issues can be converted into alternative fuels by using a recycling process utilizing heat energy that is pyrolysis. In this research, analysis of the oil (liquid) produced by plastic waste pyrolysis Polistitrene (PS), plastic coated aluminum foil (packaging) and the plastic mixture. This study was conducted to obtain the quantity of products and chemical compounds produced from pyrolysis of PS plastic waste, packaging and a mixture of both. Research carried out by placing 50 grams of PS (PS), 50 grams of plastic coated aluminum foil (AL), and PS with a mixture of 10%, 20%, 30%, 40% AL in the pyrolysis reactor with the final temperature 450oC. The results showed that the more addition of Plastic coated aluminum foil, the faster rise in temperature reaches optimum set point (450oC). Whereas chemical compounds produced in the pyrolysis of PS containing mostly aromatic compounds, whereas the pyrolysis AL mostly olefin compound.

Keywords: pyrolysis, Polystyrene, packaging plastic, chemical compound

1. PENDAHULUAN

Manusia selalu menghasilkan sampah dalam setiap kegiatan yang dilakukannya. Sampah yang dihasilkan berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk, semakin banyak jumlah penduduk, maka semakin banyak pula sampah yang dihasilkan. Salah satu sampah yang dapat membahayakan lingkungan adalah sampah plastik. Pada tahun 2008 produksi sampah plastik untuk kemasan mencapai 925.000 ton dan sekitar 80%-nya berpotensi menjadi sampah yang berbahaya bagi lingkungan (Kompas, 2008).

Dengan semakin berkembangnya teknologi, sampah plastik yang dulunya merupakan masalah lingkungan dapat dirubah menjadi bahan bakar alternatif dengan cara menggunakan proses daur ulang memanfaatkan energi panas yaitu pirolisis. Proses pirolisis ini dilakukan karena pada dasarnya bahan baku pembuatan plastik berasal dari turunan pertama minyak bumi yaitu nafta, lalu senyawa olefin dan aromatik hingga akhirnya ada yang menjadi bahan bakar dan produk plastik seperti LDPE, HDPE, PP, PS dan plastik film.

Plastik film yang dihasilkan dari turunan minyak bumi tersebut banyak digunakan sebagai plastik multilayer, seperti plastik berlapisan aluminium foil. Syuhada (2008) menyatakan bahwa plastik film yang digunakan sebagai layer pada plastik berlapisan aluminium foil dapat berasal dari plastik jenis LDPE, LLDPE, PP, p-PVC, Nylon, EVOH dan PET yang direkatkan menggunakan EVA, EAA, dan Grafted Polymer. Sehingga plastik yang berlapisan aluminium foil dapat juga dikonversi menjadi bahan bakar alternatif melalui proses pirolisis karena layer yang digunakan sebagai pelapis aluminium foil merupakan jenis plastik turunan dari minyak.

Beberapa penelitian yang terkait dengan proses pirolisis sampah PS dan plastik berlapisan aluminium foil antara, penelitian reynaldi (2012) dan Efendi (2012) menunjukkan penambahan aditif PE dan PP pada pirolisis PS akan meningkatkan kualitas (karakteristik) *liquid* yang dihasilkan. Pada penelitian Pratama dan Saptoadi (2014) menunjukkan penambahan PS dan PP pada pirolisis PE akan meningkatkan persentase *liquid yield* yang dihasilkan.

Susilo (2014) melakukan pirolisis sampah plastik dengan campuran jenis PE, PS dan *other* menyimpulkan bahwa semakin banyak plastik polistiren maka persentase produk cair yang dihasilkan semakin meningkat, sebaliknya penambahan plastik jenis *other* akan menghasilkan minyak pirolisis yang lebih sedikit.

Santoso (2010) melakukan pirolisis secara batch sampah plastik jenis *Polypropylene* (PP) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) dengan variasi suhu 300°C, 350°C, 400°C, dan 450°C menghasilkan *liquid yield* terbanyak saat pirolisis dilakukan pada suhu 450°C.

Hasil penelitian yang didapatkan oleh Himawanto (2011) yaitu sampah bahan pengemas mulai terdekomposisi secara termal pada 298,8-394,3°C dengan puncak pengurangan massa terjadi pada temperatur 362,5°C. Proses pirolisis sampah styrofoam yang terpirolisis dalam temperatur 291,6-403,8°C dengan dua puncak pengurangan massa yang terjadi pada temperatur 370,6°C dan 407,5°C.

Fokus penelitian ini adalah pengaruh penambahan plastik berlapis aluminium foil yang terdiri atas LDPE (PE), OPP (PP), perekat dan aluminium foil terhadap kuantitas dan karakteristik *liquid* dari proses pirolisis sampah plastik polistiren pada suhu 450°C. Sehingga diharapkan *liquid* yang dihasilkan memiliki karakteristik bahan bakar minyak seperti *gasoline*, *kerosene* ataupun *diesel oil*.

2. METODE PENELITIAN

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah atau sampah padat berupa plastik jenis polistiren dan plastik berlapis aluminium foil (*multi layer*) yang berasal dari salah satu bank sampah di Daerah Istimewa Yogyakarta (gambar 1).

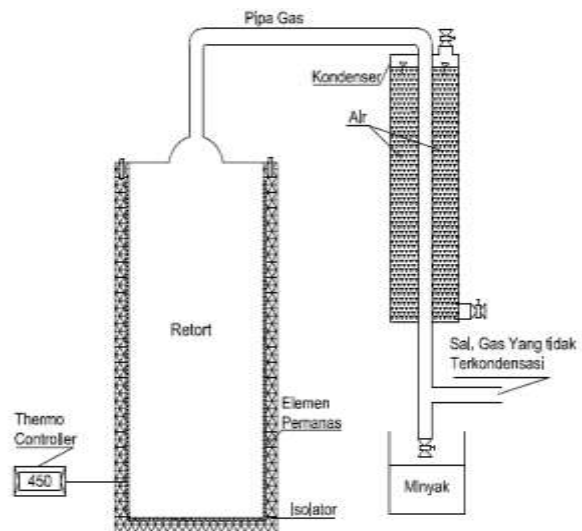
Plastik polistiren yang digunakan merupakan campuran dari sampah plastik polistiren yang biasa digunakan sebagai pembungkus makanan dan polistiren yang digunakan sebagai pelindung barang elektronik yang sudah di cacah dengan ukuran $\pm 2 - 4 \text{ cm}^2$. Sedangkan plastik berlapis aluminium foil yang digunakan merupakan berupa sampah sachet pembungkus minuman yang telah di cacah dengan ukuran $\pm 2 - 4 \text{ cm}$.

Alat yang digunakan adalah satu set peralatan pirolisis seperti yang terdapat pada gambar 2. Dengan Spesifikasi alat : tinggi 50 cm, diameter *retort* 15,6 cm, diameter luar 25 cm Daya listrik : 1.200 watt. Retort merupakan tempat terjadinya proses pirolisis, dibuat dari bahan *stainless steel* berbentuk silinder agar mampu menahan suhu pirolisis yang mencapai 450°C. Elemen pemanas yang digunakan adalah kawat nikelin yang dialasi butiran keramik, kawat nikelin dililitkan pada dinding luar retort. Isolator yang digunakan adalah lembaran asbes yang dilingkarkan mengelilingi retort. Pipa gas merupakan penghubung antara retort dengan kondensor, dimana gas yang dihasilkan dari pirolisis didalam retort akan mengalir menuju kondensor. Sedangkan Kondensor berfungsi untuk mengubah uap/ gas yang dihasilkan dari proses pirolisis menjadi cairan atau minyak.

Proses pirolisis dilakukan dengan cara memasukkan bahan baku yang digunakan (*styrofoam* (polistirena) dan plastik berlapis aluminium foil) kedalam reaktor dengan komposisi 50 gram Styrofoam (PS); 50 gram Plastik Berlapis Aluminium Foil (AL); 50 gram *Styrofoam* + 5 gram Plastik Berlapis Aluminium Foil (PS 10); 50 gram Styrofoam + 10 gram Plastik Berlapis Aluminium Foil (PS 20); 50 gram Styrofoam + 15 gram Plastik Berlapis Aluminium Foil (PS 30); 50 gram *Styrofoam* + 20 gram Plastik Berlapis Aluminium Foil (PS 40). Sedangkan analisis data yang akan dilakukan yaitu pencatatan peningkatan suhu reaktor dan berat cairan (*liquid*) yang dihasilkan selama pirolisis berlangsung, selanjutnya cairan yang dihasilkan akan di analisis menggunakan metode GC-MS.



Gambar 1. Bahan Baku



Gambar 2. Alat Pirolisis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Bahan Baku

Plastik polistiren dan plastik berlapis aluminium foil yang digunakan sudah di cacah dengan ukuran $\pm 2 - 4 \text{ cm}^2$. Plastik berlapis aluminium foil yang digunakan sebagai bahan baku pada penelitian ini merupakan sampah pembungkus minuman (sachet) atau termasuk kedalam golongan sampah kemasan yang berbahan baku plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan OPP (*Oriented Polypropylene*). Menurut Himawanto (2011) nilai kalor sampah kemasan berkisar 8.326

kal/gram, dalam penelitian ini nilai kalor yang dihasilkan lebih tinggi, yaitu sebesar 8.958,2 kal/gram. Sedangkan *sampah styrofoam* memiliki nilai kalor 9.503,8 kal/gram, nilai kalor yang didapatkan mendekati nilai kalor polistiren pada penelitian Himawanto (2011) yaitu sebesar 9.414,4 kal/gram dan lebih rendah dari penelitian yang dilakukan Sorum (2001) dengan nilai kalor polistiren yang dihasilkan sebesar 10.061,9 kal/gram. Terjadinya perbedaan nilai kalor yang dihasilkan disebabkan karena setiap sampah kemasan dan polistiren memiliki komposisi plastik yang berbeda-beda ataupun mendapatkan bahan tambahan yang dapat menurunkan dan menaikkan nilai kalor dari sampah tersebut.

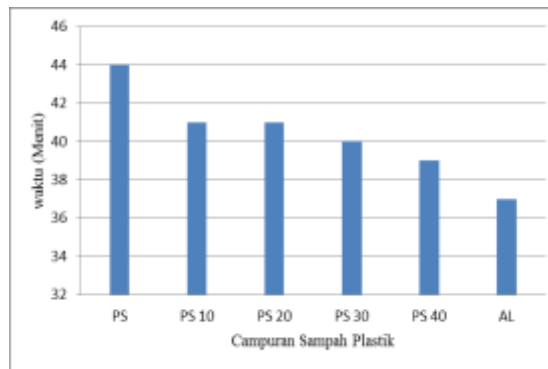
3.2. Proses Pirolisis

Berdasarkan gambar 2 menunjukkan bahwa sampah plastik berlapisan aluminium foil (AL) membutuhkan waktu yang lebih cepat mencapai suhu maksimum yang ditentukan (450°C) bila dibandingkan dengan komposisi polistiren dan campuran polistiren dengan plastik berlapisan aluminium foil, akan tetapi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pirolisis membutuhkan waktu 120 menit, lebih lama bila dibandingkan dengan komposisi polistiren, PS 10, PS 20, PS 30 dan PS 40.

Sampah plastik berlapisan aluminium foil lebih cepat mencapai suhu 450°C terjadi karena aluminium yang terdapat pada sampah plastik berlapisan aluminium foil menghantarkan energi panas (kalor) sehingga kalor atau panas yang terdapat pada reaktor tidak hanya berasal dari aliran listrik, namun juga berasal dari bahan baku yang dipirolisis, sehingga semakin banyak penambahan plastik berlapisan aluminium foil maka semakin cepat suhu pirolisis mencapai 450°C .

Proses pirolisis sampah plastik polistiren dan sampah plastik berlapisan aluminium foil memiliki *heating rate* yang berbeda pada setiap komposisi antara PS, PS 10, PS 20, PS 30, PS 40 dan AL berturut-turut $10,23^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, $10,98^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, $10,98^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, $11,25^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, $11,54^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ dan $12,16^{\circ}\text{C}/\text{menit}$.

Pada penelitian ini massa cairan yang dihasilkan diamati setiap lima menit yaitu dengan cara melakukan penimbangan massa (gram) cairan yang dihasilkan. massa cairan (*liquid*) yang dihasilkan dari pirolisis sampah plastik polistiren dan sampah plastik berlapisan aluminium foil dapat dilihat pada gambar 3 sampai gambar 8.

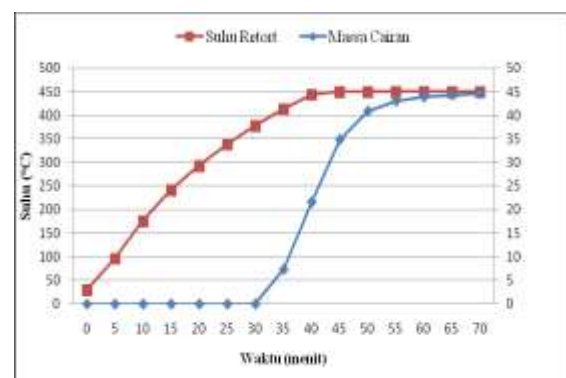


Gambar. 2. Waktu Yang Dibutuhkan Untuk Mencapai Suhu 450o pada pirolisis sampah plastic polistiren dan plastik berlapis aluminium foil

Pada gambar 3 dapat dilihat laju proses terkondensasinya asap yang keluar dari *retort* menjadi cairan (*liquid yield (%)*) dari sampah plastik polistiren. Asap yang terkondensasi mulai menetes setelah melalui kondensor pada menit 30 dengan temperatur 367°C dan berakhir pada menit ke-57 pada temperatur optimum yang ditetapkan yaitu 450°C. Sedangkan massa cairan optimum yang dihasilkan terjadi pada rentang menit ke-35 hingga menit ke-40 dengan suhu 406°C-435°C yaitu sebanyak 20,6 gram cairan yang dihasilkan.



Gambar.3. Perolehan Massa Cairan yang Dihasilkan Pada Pirolisis Sampah PS

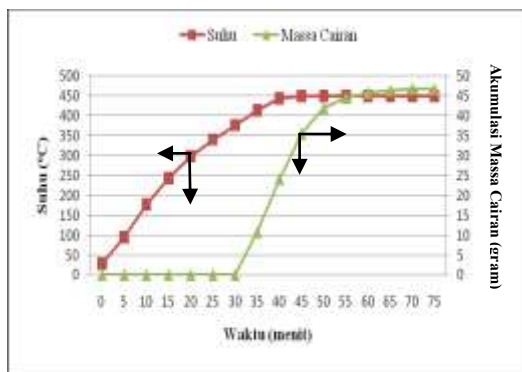


Gambar.4. Perolehan Massa Cairan yang Dihasilkan Pada Pirolisis Sampah PS10

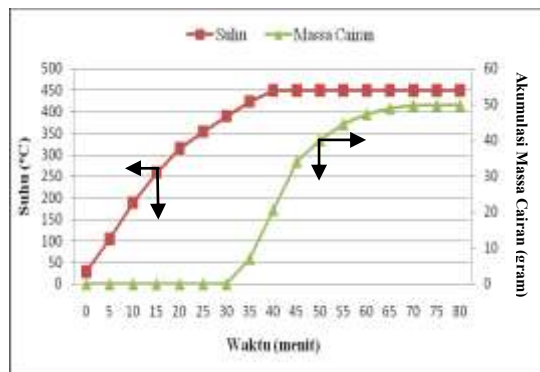
Gambar 4 menunjukkan akumulasi perolehan cairan (*liquid yield (%)*) yang dihasilkan yang pada pirolisis sampah plastik PS 10, dimana proses kondensasi asap menjadi cairan (*liquid*) terjadi pada menit 30 dengan temperatur 377°C dan berakhir setelah 70 menit proses pirolisis dilakukan dengan suhu 450°C. Temperatur puncak massa cairan yang dihasilkan pada pirolisis PS 10 terjadi saat

temperatur 413°C-444°C dengan rentang waktu menit ke-35 sampai menit ke-40 yaitu sebesar 14,33 gram cairan yang dihasilkan.

Pada gambar 5 dapat dilihat akumulasi perolehan massa cairan yang dihasilkan dari pirolisis sampah plastik PS20 menjadi liquid. Proses terkondensasinya asap menjadi cairan dimulai pada menit ke-30 dengan temperatur 377°C hingga menit ke-75 dengan temperatur optimum penelitian yaitu 450°C. Temperatur puncak perolehan massa cairan pirolisis sampah plastik PS20 terjadi pada temperatur 413°C-444°C pada menit ke-35 hingga menit ke-40 dengan berat cairan (*liquid*) yang dihasilkan sebesar 13,39 gram.



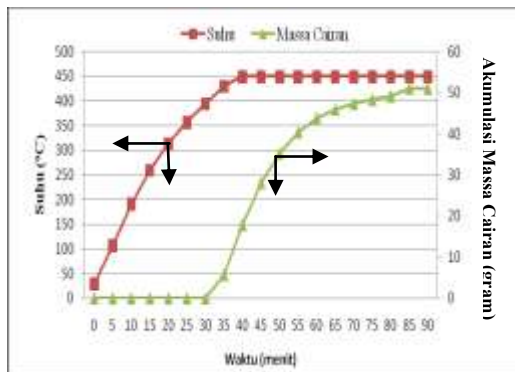
Gambar.5. Perolehan Massa Cairan yang Dihasilkan Pada Pirolisis Sampah PS



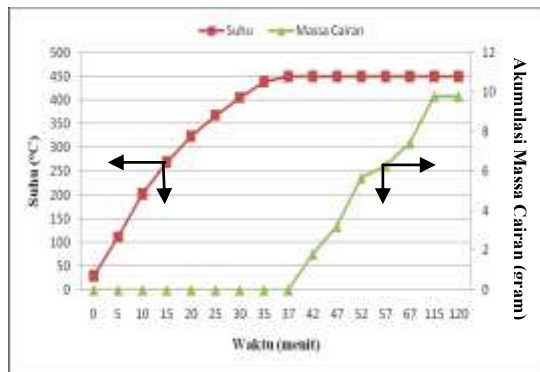
Gambar.6. Perolehan Massa Cairan yang Dihasilkan Pada Pirolisis Sampah PS30

Gambar 6 menunjukkan akumulasi perolehan massa cairan yang dihasilkan pada pirolisis sampah plastik PS30 yang terjadi saat menit ke-30 dengan temperatur awal pengurangan massa 390°C hingga berakhir pada suhu maksimal yang ditetapkan (450°C) pada menit ke-80. Pada pirolisis PS 30 dihasilkan perolehan massa cairan yang sama dengan rentang waktu dan suhu yang berbeda, yang pertama terjadi pada menit ke-35 hingga menit ke-40 dengan hasil cairan seberat 13,62 gram pada temperatur 424°C-450°C dan perolehan massa cairan yang kedua seberat 13,34 gram cairan dihasilkan pada temperatur 450°C pada menit ke 40 sampai menit ke 45. Adanya dua perolehan massa cairan yang sama pada rentang waktu dan suhu yang berbeda berhubungan dengan sifat dekomposisi termal dari bahan penyusun sampah kemasan tersebut, mengingat sampah kemasan tersusun atas beberapa bahan baku seperti plastik film LDPE, plastik OPP, perekat (*adhesive*) dan lapisan Aluminium foil.

Akumulasi perolehan massa cairan pada pirolisis sampah plastik PS40 dapat dilihat pada gambar 7, proses terkondensasinya asap menjadi cairan terjadi pada menit ke-30 dengan temperatur *retort*/reaktor 395°C sampai menit ke-90 saat temperatur retort 450°C. Sedangkan untuk pengurangan massa optimum sampah plastik menjadi cairan (liquid) terjadi pada temperatur 430°C-450°C pada menit ke-35 sampai menit ke-40 dengan massa cairan yang dihasilkan 12,19 gram.



Gambar. 7. Perolehan Massa Cairan yang Dihasilkan pada Pirolisis Sampah PS40



Gambar.8. Perolehan Massa Cairan yang Dihasilkan pada Pirolisis Sampah AL

Proses perolehan massa cairan sampah plastik berlapis aluminium foil menjadi cairan (*liquid*) dapat dilihat pada gambar 8, dimana prosesnya berlangsung dari menit 37 dengan temperatur 405°C sampai menit ke-120 temperatur 450°C. puncak pengurangan massa sampah AL menjadi cairan terjadi pada menit ke-47 sampai menit ke-52 yaitu sebesar 2,46 gram dengan temperatur 450°C.

Pada proses pirolisis AL terjadi penggumpalan cairan pada pipa yang mengalirkan gas dari reaktor (*retort*) menuju kondensor pada menit ke 52, hal ini terjadi karena asap yang dihasilkan sudah menjadi cairan kental dan sangat sulit mengalir. Terjadinya penggumpalan menyebabkan laju asap yang keluar menjadi terhalang dan menjadi cairan didalam reaktor, sehingga menyebabkan *Secondary cracking* dan mengakibatkan terjadinya fluktuasi cairan yang dihasilkan. *Secondary cracking* merupakan sebuah proses yang terjadi pada pori-pori partikel dan juga pada permukaan bahan yang terpirolisis. Proses ini dapat menyebabkan tar dan gas yang dihasilkan pada proses pirolisis mengalami reaksi dan menjadi *char* sehingga mempengaruhi karakteristik yang dihasilkan (Himawanto,2011).

Proses perolehan massa cairan pirolisis sampah plastik polistiren dengan campuran sampah plastik berlapis aluminium foil sesuai dengan proses pirolisis dan pengurangan massa bahan baku pada

penelitian yang dilakukan oleh Himawanto (2011) yang menyatakan Proses pirolisis sampah kemasan terjadi pada rentang suhu 298°C hingga 503°C dan campuran sampah polistiren dan kemasan pada 284,4°C hingga 495°C dengan puncak pengurangan massa *styrofoam* (polistirena) terjadi pada suhu 370,6°C dan 407 °C. Sorum (2001) menyatakan bahwa plastik jenis polistiren, polipropilen, LDPE dan HDPE mengalami degradasi termal pada temperatur 300°C-500°C. Sedangkan laju perolehan massa cairan pada proses pirolisis AL yang mencapai puncak pada suhu 450°C berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan Himawanto, dkk (2011), dimana pada penelitian tersebut didapatkan puncak pengurangan massa terjadi pada temperatur 362,5°C, hal ini terjadi karena adanya perbedaan jenis sampah plastik kemasan (plastik berlapisan aluminium foil) yang digunakan sebagai bahan baku.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa penambahan plastik berlapisan aluminium foil akan mempengaruhi kuantitas produk hasil pirolisis plastik polistiren. Pengaruh penambahan tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel. 1. Persentase Hasil Pirolisis Sampah Plastik Polistiren dan Sampah Plastik Berlapisan Aluminium Foil

No	Jenis Bahan	<i>Liquid Yield</i> (wt%)	Padatan (%)	Gas (%)	v/w ₀ (ml/g)
1	PS	88,00	3,6	8,4	1,0440
2	PS 10	81,07	6	13	0,9818
3	PS 20	79,50	7,73	14,44	0,9550
4	PS 30	76,62	8,31	15,08	0,9231
5	PS 40	72,96	10,6	16,44	0,9214
6	AL	19,56	33,06	47,38	0,2780

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa penambahan plastik berlapisan aluminium foil menyebabkan terjadinya penurunan persentase cairan yang dihasilkan dari proses pirolisis, dan meningkatkan persentase padatan dan gas. Meningkatnya persentase padatan disebabkan oleh semakin bertambahnya jumlah plastik aluminium foil yang dicampurkan dengan polistirena, dimana semakin banyak penambahan yang dilakukan maka semakin meningkat juga berat dan volume aluminium foil yang tidak terpirolisis. Sedangkan terjadinya peningkatan persentase gas disebabkan oleh penambahan plastik berlapisan berlapisan aluminium foil yang mengandung LDPE dan OPP. Hal ini sesuai dengan penelitian Elordi (2007), Aguado (2007) dan lee (2007) yang menyatakan bahwa polistiren yang dipirolisis sedikit menghasilkan gas (produk dengan carbon ≤ 5), karena polistiren terdiri atas cincin *benzene* yang lebih stabil dalam bentuk cairan, berbeda dengan plastik jenis PE

(LDPE dan HDPE) ataupun PP (OPP) apabila dipirolisis akan menghasilkan produk seperti *propylene*, *butene* dan *isobutane* dalam bentuk gas.

Berdasarkan data pada tabel 2 dapat dilihat persentase senyawa parafin, olefin, aromatik dan perbandingan jumlah atom karbon yang terdapat pada minyak hasil pirolisis PS, PS10, PS20, PS30, PS40 dan AL. pada pirolisis PS, PS10, PS20, PS30, dan PS40 sebagian besar senyawa yang terkandung didalamnya adalah senyawa aromatik dengan persentase berturut turut 85,12%; 90,92%; 97,94%; 86,21% dan 86,21%. Hal ini terjadi karena adanya jumlah sampah plastik polistiren yang lebih banyak dalam proses pirolisis, dimana hasil pirolisis polistiren akan menghasilkan senyawa aromatik seperti benzene dan turunannya. Sedangkan untuk minyak yang dihasilkan dari pirolisis AL sebagian besar terdiri atas senyawa olefin (55%) dan mengandung senyawa aromatik sebesar 6,42%.

Tabel.2. Analisis Senyawa Parafin, Olefin, Aromatik dan Jumlah Atom Karbon (C) Dari Pirolisis Sampah PS Dan Plastik Berlapisan Aluminium Foil

	Satuan	PS	PS 10	PS 20	PS 30	PS 40	AL
Aromatik	%	85.12	90.92	97.94	86.21	86.21	6.42
Parafin		6.66	3.89	0	4	4.71	33.23
Olefin		6.09	3.32	1.29	8.03	7.92	55.09
Lain-Lain		2.13	1.87	0.77	1.76	1.16	5.26

Persentase senyawa aromatik tertinggi didapatkan dari minyak pirolisis PS20 yaitu sebesar 97,94%, dan senyawa parafin dan olefin tertinggi diperoleh dari pirolisis AL yaitu senyawa parafin 33,23% dan senyawa olefin 55,09 %.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan sampah Plastik berlapisan aluminium foil (multilayer atau kemasan) maka akan mempercepat proses pirolisis mencapai suhu optimal (450oC), sedangkan Kuantitas (*yield* (%wt)) minyak hasil pirolisis sampah polistiren dan sampah plastik berlapisan aluminium foil PS, PS10, PS20, PS30, PS40 dan AL pada temperatur 450oC berturut turut 88%; 81,07%; 79,50%; 76,62%; 72,96% dan 19,56%. Sedangkan kuantitas berdasarkan v/wo (ml/gram) pirolisis PS , PS10, PS20, PS30, PS40 dan AL berturut turut 1,044 ml/gram; 0,9818 ml/gram; 0,9550 ml/gram; 0,9214 ml/gram dan 0,2780 ml/gram. Dari hasil analisa GC-MS didapatkan pada pirolisis PS, PS10, PS20, PS30, dan PS40 sebagian besar senyawa yang terkandung didalamnya adalah senyawa aromatik dengan persentase berturut turut 85,12%; 90,92%;

97,94%; 86,21% dan 86,21%. Sedangkan untuk minyak yang dihasilkan dari pirolisis AL sebagian besar terdiri atas senyawa olefin (55,09%) dan mengandung senyawa aromatik sebesar 6,42%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguado, J., Serrano, D. P., Miguel, G. S., Castro, M. C., Madrid, S. 2007. *Feedstock Recycling Of Polyethylene In A Two-Step Thermo-Catalytic Reaction System. Journal Of Analytical and Applied Pyrolysis* hal. 415-423.
- Efendi, M. A. A. 2012. *Tentang Penambahan Polipropilena Sebagai Aditif Pada Proses Pirolisis Limbah Polistirena*. Tesis Magister Teknik Sistem Universitas Gadjah Mada.
- Elordi, G., Olazar, M., Aguado, R., Lopez, G., Arabiourrutia, M., dan Bilbao, J. 2007. *Catalytic Pyrolysis Of High Density Polyethylene In A Conical Spouted Bed Reactor. Journal Of Analytical and Applied Pyrolysis* hal. 450-455.
- Himawanto, D. A. 2011. *Kinetika Global Proses Slow Pyrolysis Municipal Solid Wastes Terseleksi Dan Analisa Thermogravimetry Refuse Derived Fuel*. Disertasi Program Studi Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada.
- Himawanto, D. A., Indarto, Saptoadi, H., dan Rohmat, T. A. 2011. *Karakteristik Dan Pendekatan Kinetika Global Pada Pirolisis Lambat Sampah Kota Terseleksi*. Reaktor Vol. 13 No. 3 Hal 140-147.