

KARAKTERISTIK MINYAK DAN GAS HASIL PROSES DEKOMPOSISI TERMAL PLASTIK JENIS *LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE)*

Ratih Puspita Liestiono¹, Muhammad Sigit Cahyono², Wira Widyawidura³, Agus Prasetya⁴, Mochamad Syamsiro⁵

^{1,2}Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45

³Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45

⁴Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

⁵Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra

Corresponding author. email : blue_beach@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik minyak dan gas hasil proses dekomposisi termal (pirolisis) sampah plastik jenis *low density polyethylene (LDPE)* dengan berbagai variabel laju kenaikan suhu selama proses pirolisis terjadi. Pada proses ini digunakan reaktor pirolisis kapasitas 2 kg dengan laju kenaikan suhu sebesar 2, 4, dan 6°C/menit sebagai variabel penelitian. Minyak dan gas yang terbentuk ditampung dalam wadah penampung dan diukur rendemennya. Karakteristik gas yang dihasilkan kemudian diuji di laboratorium menggunakan peralatan GC-MS dan peralatan uji sifat fisik khusus untuk minyak hasil pirolisis. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa semakin tinggi laju kenaikan suhu, minyak yang dihasilkan semakin banyak dan gas semakin sedikit. Rendemen minyak terbesar sebesar 35,83 % dihasilkan pada proses pirolisis dengan laju kenaikan suhu 6°C/menit, dimana pada saat itu, nilai rendemen gas adalah paling kecil, sebesar 5,83 %. Sementara hasil identifikasi gas, yang paling dominan adalah gas jenis butena, dimana kadarnya semakin kecil seiring dengan laju kenaikan suhu. Kandungan gas butena terbesar sebesar 98% pada laju kenaikan suhu 2°C/menit. Sementara berdasarkan uji sifat fisik, karakteristik minyak plastik mendekati sifat-sifat bahan bakar minyak, terutama kerosen., sehingga cukup layak apabila dijadikan sebagai bahan bakar alternatif pengganti BBM.

Kata kunci : minyak, gas, pirolisis, sampah plastik, LDPE

I. Pendahuluan

Tidak bisa dipungkiri, permasalahan utama yang muncul saat ini di Indonesia adalah krisis energi, terutama bahan bakar minyak (BBM). Pertumbuhan penduduk yang pesat dan perkembangan industri yang cepat menyebabkan peningkatan konsumsi BBM. Di sisi lain, produksi BBM yang berasal dari minyak bumi dalam negeri juga semakin menurun. Hal ini disebabkan menurunnya cadangan minyak pada sumur-sumur yang memproduksi, sehingga tidak lagi mencukupi kebutuhan BBM nasional dan harus diimpor dari negara lain (Sukarjo, 2014).

Di sisi lain, permasalahan sampah juga menjadi salah satu isu penting yang muncul di masyarakat saat ini. Masalah yang sering terjadi adalah keterbatasan lahan tempat pembuangan akhir (TPA), sedangkan produksi sampah semakin lama semakin meningkat seiring dengan meningkatnya populasi manusia dan perubahan pola hidup, sehingga ada kecenderungan sampah kurang bisa diatasi dengan baik. Salah satu jenis sampah yang menjadi permasalahan adalah sampah plastik.

Plastik adalah jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi, yaitu penggabungan beberapa molekul sederhana (*monomer*) melalui proses kimia menjadi molekul

besar yang disebut dengan polimer (Surono dan Ismanto, 2016). Seiring bertambahnya jumlah penduduk dunia, konsumsi akan barang-barang berbahan plastik semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena plastik memiliki banyak kelebihan dibandingkan bahan lainnya. Barang berbahan plastik umumnya lebih ringan namun kuat, bersifat isolator, tahan terhadap korosi, transparan dan mudah diwarnai, serta proses pembuatannya lebih murah. Kelebihan-kelebihan tersebut membuat plastik menjadi bahan yang sulit tergantikan untuk berbagai kebutuhan manusia sehari-hari.

Salah satu jenis plastik yang cukup banyak dimanfaatkan oleh manusia adalah plastik jenis *Low Density Poly Ethylene (LDPE)*. LDPE merupakan jenis plastik yang diproduksi pada suhu tinggi (200-300°C) dan tekanan etilena superkritis (130-260 MPa), menggunakan bantuan radikal bebas peroksida. LDPE memiliki rantai panjang dan bercabang dengan massa jenis bervariasi antara 0.915 sampai 0.925 g/cm³. Plastik jenis ini banyak digunakan sebagai pembungkus makanan karena memiliki sifat yang lentur namun kuat. (Cahyono & Styana, 2017).

Dibalik semua kelebihannya, bahan plastik LDPE menjadi masalah apabila sudah tidak digunakan lagi atau menjadi sampah. Barang tersebut tidak mudah diuraikan oleh

KARAKTERISTIK MINYAK DAN GAS HASIL PROSES DEKOMPOSISI TERMAL PLASTIK JENIS *LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE)*

mikroorganisme di dalam tanah sehingga bisa menimbulkan pencemaran lingkungan berupa terjadinya degradasi tanah. Sebagai contoh, sampah kantong plastik apabila ditimbun di dalam tanah, butuh sekitar 1000 tahun untuk dapat diuraikan oleh mikroorganisme (Bashir, 2013).

Saat ini, kebanyakan sampah plastik LDPE dibuang begitu saja ke tempat pembuangan akhir (TPA) atau *landfill*. Sementara sisanya dibakar dan sebagian lagi didaur ulang (*recycle*). Penanganan tersebut tidak menyelesaikan masalah karena suatu saat TPA akan penuh dengan sampah plastik. Sementara pemusnahan sampah plastik dengan cara dibakar pada suhu rendah akan menimbulkan masalah polusi karena menghasilkan senyawa berbahaya yang bersifat karsinogen, seperti *poly chloro dibenzodioxins* dan *poly chloro dibenzofurans* (Ermawati, 2011).

Proses daur ulang (*recycling*) menjadi sangat populer saat ini, dimana sampah plastik akan dilebur lagi menjadi bahan baku plastik dengan kualitas yang lebih rendah. Namun demikian, ada batasan kemampuan daur ulang plastik hingga kualitasnya menurun dan tidak dapat didaur ulang kembali. Oleh karena itu, dalam kenyataannya hanya sedikit dari sampah plastik yang dapat didaur ulang dan bahan hasil daur ulangnya juga mempunyai kualitas yang rendah sehingga dipandang tidak efisien. Oleh karena itu, perlu dipikirkan upaya lainnya agar sampah plastik bisa diolah menjadi bahan lain yang lebih bermanfaat, salah satunya menjadi bahan bakar minyak sintetis pengganti bensin, solar, atau bahan bakar minyak lainnya. Hal ini sangat mungkin dilakukan karena plastik sendiri berasal dari minyak bumi, sehingga hanya mengembalikannya ke bentuk semula. Di sisi lain, plastik juga mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi, mencapai 40 MJ/kg, setara dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar (Syamsiro & Arbiyantoro, 2014)

Proses perubahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak, padatan, dan gas, biasa dilakukan pada suhu tinggi, sehingga disebut dengan proses dekomposisi termal atau pirolisis. Perengkahan (*cracking*) sampah plastik dengan proses pirolisis adalah mengkonversi sampah plastik menjadi bahan petrokimia dasar yang dapat digunakan sebagai bahan baku hidrokarbon atau bahan bakar. Proses pirolisis melibatkan tiga mekanisme dekomposisi, yaitu pemotongan rantai polimer yang lebih pendek, pemotongan pada ujung rantai dimana molekul kecil dan rantai panjang polimer akan terbentuk, dan pemisahan rantai polimer membentuk molekul-molekul kecil. Proses ini umumnya berlangsung secara simultan. Secara ilmiah, pirolisis adalah proses dekomposisi

termal bahan organik pada temperatur sekitar 350 – 550⁰C tanpa adanya oksigen (Cahyono, 2013).

Produk utama dari proses dekomposisi termal plastik adalah minyak yang setara dengan bahan bakar konvensional. Menurut Syamsiro (2015), secara umum minyak plastik dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar solar di mesin diesel baik sebagai bahan bakar tunggal maupun campuran dengan solar. Nilai kalor yang tidak berbeda jauh menjadikan minyak plastik layak digunakan sebagai pengganti solar. Namun demikian, ada beberapa sifat yang harus diperbaiki untuk meningkatkan performanya.

Selain minyak, produk hasil pirolisis plastik adalah gas yang tidak dapat dikondensasikan (*non condensable gas*). Gas hasil samping proses pirolisis dikarakterisasi menggunakan alat GC dengan detektor TCD dan FID. Komposisi gas hasil pirolisis terdiri dari hidrogen, karbon monoksida, karbon dioksida, metana, etana, propana, butana, dan pentana (Kuncser et al. 2010). Gas ini kebanyakan dikembalikan lagi sebagai bahan bakar reaktor pirolisis untuk mengurangi penggunaan bahan bakar dari luar (*autothermal system*).

Ada sejumlah publikasi penelitian yang dibuat berdasarkan potensi dari berbagai macam plastik untuk produksi bahan bakar cair melalui proses pirolisis. Yang harus dicatat bahwa hasil dan kualitas dari produk sangat bergantung pada pengaturan beberapa parameter. Parameter utama adalah suhu, tipe reaktor, waktu tinggal, tekanan, dan penggunaan katalis (Sharuddin, 2016). Akan tetapi, percobaan TGA menunjukkan bahwa laju kenaikan suhu merupakan hal yang penting dalam reaksi penguraian molekul plastik (Kayacan, 2008). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari karakteristik produk hasil pirolisis sampah plastik jenis LDPE dengan variasi laju kenaikan suhu yang berbeda-beda.

II. Metodologi

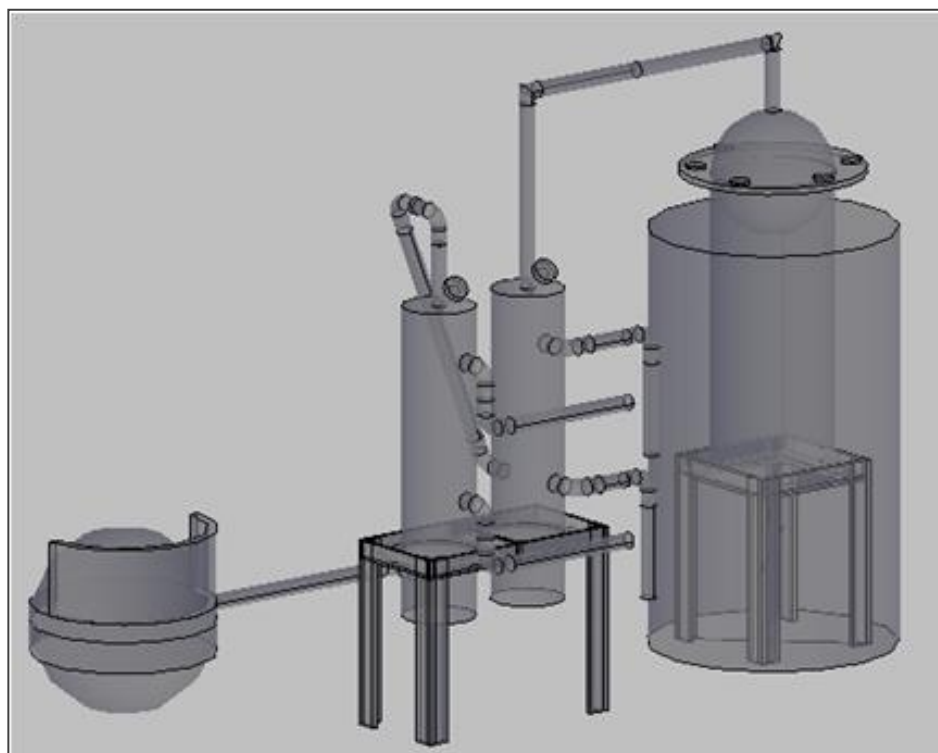
Pada penelitian ini, digunakan bahan baku berupa plastik jenis LDPE warna hitam yang diambil dari pengepul sampah plastik yang ada di sekitar Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Piyungan, Yogyakarta. Bahan baku awal mulanya dibersihkan dari pengotor, kemudian ditimbang sesuai dengan kebutuhan yaitu 2 kg bahan baku untuk satu kali proses pirolisis. Sementara untuk bahan bakar proses pirolisis, digunakan gas elpiji yang didapatkan dari penjual di sekitar lokasi penelitian di Laboratorium Energi dan Lingkungan Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta.

Penelitian ini dilakukan dengan cara pengujian secara eksperimental di laboratorium menggunakan alat pirolisis tipe *fixed bed reactor* yang dilengkapi dengan dua buah kondensor. Peralatan yang digunakan untuk pengambilan data ditunjukkan dalam Gambar 1.

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah memasukkan bahan baku yang telah disiapkan ke dalam tabung pirolisis (*retort*), kemudian memasang tutupnya yang telah dilengkapi *temperature* dan *pressure indicator*, serta mengencangkan bautnya agar tidak ada gas yang keluar lewat tutupnya. Di sisi lain, air pendingin dimasukkan ke dalam kondensor untuk

mendinginkan uap hasil pirolisis menjadi cairan. Setelah semua peralatan siap, dilakukan proses pemanasan dengan bahan bakar gas LPG dengan jumlah yang disesuaikan dengan laju kenaikan suhu yang telah divariasikan, yaitu 2, 4, dan 6°C/menit untuk setiap percobaan.

Pada saat pemanasan, dilakukan pengamatan terhadap waktu proses dan suhu di dalam *retort* setiap 5 menit. Ketika pemanasan, terjadi kenaikan suhu di dalam reaktor, mulai dari suhu kamar sampai suhu akhir yang dituju (350°C) untuk kemudian ditahan pada suhu tersebut selama 60 menit, baru kemudian dimatikan.



Gambar 1. Peralatan Pirolisis

Pada saat proses pirolisis, terjadi penguapan *volatile matter* dan penguraian polimer plastik menghasilkan uap monomer-monomer plastik. Uap yang terbentuk akan mengalir menuju kondensor untuk didinginkan oleh air pendingin sehingga bisa terkondensasi menjadi minyak plastik. Sedangkan sisa gas yang tidak bisa terkondensasi (*non condensable*), ditampung dalam tabung penampung gas lalu diambil sampelnya untuk diuji di laboratorium serta dibakar kemudian. Selain itu, terdapat sisa padatan yang tertinggal di dalam *retort* dan akan dikeluarkan setelah selesai percobaan.

Minyak plastik yang terbentuk kemudian ditampung dalam wadah penampung untuk diukur volumenya dan diuji karakteristiknya di dalam

laboratorium. Begitu juga padatan yang tersisa akan ditimbang untuk diketahui massanya. Sedangkan rendemen gas yang tidak terkondensasi (*noncondensable gas*), akan dihitung dari selisih massa bahan baku dengan massa minyak dan padatan yang dihasilkan.

Pengujian karakteristik minyak dilakukan di Laboratorium Teknologi Minyak Bumi Gas dan Batubara, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Pengujian yang dilakukan antara lain nilai kalori minyak (*Gross Heating Value, GHV*) menggunakan peralatan bom kalorimeter, massa jenis dengan metode ASTM 1298, viskositas kinematik dengan metode ASTM D 445, titik nyala dengan metode ASTM D 93, dan kadar air dengan metode ASTM D 95. Sedangkan

KARAKTERISTIK MINYAK DAN GAS HASIL PROSES DEKOMPOSISI TERMAL PLASTIK JENIS *LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE)*

produk gas yang dihasilkan akan diuji di laboratorium kimia terpadu Universitas Islam Indonesia menggunakan peralatan Shimadzu.

III. Hasil dan Pembahasan

a. Rendemen Produk Pirolisis

Pada penelitian ini, terjadi proses *cracking* (pirolisis) plastik LDPE yang ditandai dengan keluarnya cairan yang ditampung pada tangki penampung. Cairan yang dihasilkan merupakan hasil dari proses kondensasi dari pemutusan rantai panjang plastik LDPE, sedangkan produk yang tidak terkondensasi akan tetap menjadi gas. Pada saat proses pirolisis berlangsung, dilakukan sampling gas untuk dianalisis komposisi dengan GC-MS.

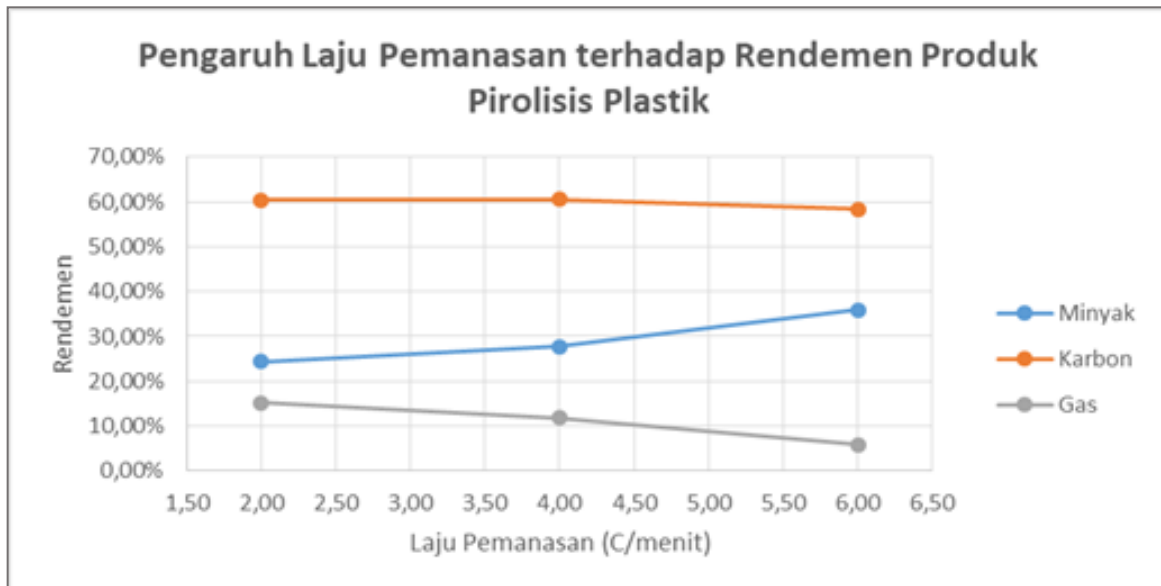
Rendemen produk yang dihasilkan dari pengujian proses pirolisis sampah plastik LDPE dengan variabel laju kenaikan suhu ditunjukkan dalam Tabel 1 dan Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin besar laju pemanasan maka rendemen minyak akan semakin besar, sedangkan rendemen gas dan padatan semakin kecil. Rendemen minyak terbesar yaitu 35,83% dihasilkan dari proses pirolisis dengan laju pemanasan 6°C/menit pada suhu 350°C, dimana pada proses tersebut rendemen gas dan padatan adalah yang terkecil, sebesar 5,83% dan 58,33%.

Tabel 1. Rendemen Produk Pirolisis Sampah Plastik LDPE

No	Laju Kenaikan Suhu (°C/menit)	Minyak (%)	Padatan (%)	Noncondensable gas (%)
1	2	24,33%	60,44%	15,23%
2	4	27,70%	60,52%	11,79%
3	6	35,83%	58,33%	5,83%

Sumber : Data Primer, 2017



Gambar 2. Pengaruh Laju Kenaikan Suhu terhadap Rendemen Produk Pirolisis Plastik LDPE

Adanya tren kenaikan produk minyak dan penurunan produk gas dan padatan hasil proses pirolisis ini sesuai dengan penelitian yang

dilakukan oleh Pei, dkk. (2013). Menurut mereka, pirolisis bisa dilihat sebagai sebuah proses untuk mengeluarkan bahan-bahan mudah menguap dari

sampah plastik. Lebih spesifik lagi, jika suhu proses sangat tinggi, maka bahan organik dengan titik didih dan berat molekul yang besar, yang selama ini tertinggal sebagai bagian dari residu padatan, akan terlepas dalam bentuk gas yang menguap. Pada akhirnya, gas-gas yang menguap tersebut akan terkondensasi menjadi minyak. Sementara untuk residu padatan, berupa campuran karbon dan abu yang akan tertinggal setelah proses pirolisis selesai dilakukan sesuai yang direncanakan.

Adanya kenaikan hasil minyak dan penurunan hasil gas seiring dengan kenaikan laju pemanasan, disebabkan karena cepatnya laju pemanasan akan mengakselerasi pelepasan dan ekspansi termal dari bahan-bahan yang mudah menguap tersebut. Oleh karena itu, bahan tersebut

akan cepat keluar dari dalam reaktor. Dengan kata lain, waktu tinggal dari minyak dalam bentuk uap semakin singkat. Sebagai akibatnya, reaksi degradasi sekunder dari minyak akan bisa ditekan, sehingga hasil minyaknya juga besar dan gasnya lebih sedikit.

b. Karakteristik Minyak Hasil Pirolisis

Dalam proses pirolisis, produk utama yang diharapkan adalah cairan hasil kondensasi uap pirolisis yang terbentuk. Cairan ini diharapkan bisa menggantikan bahan bakar minyak konvensional yang semakin langka saat ini. Untuk mengetahui karakteristik fisik produk minyak tersebut, dilakukan pengujian terhadap beberapa parameter yang terkait, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kualitas Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik LDPE dibandingkan dengan Bahan Bakar Minyak Komersial

No	Parameter	Satuan	Laju Pemanasan (C/menit) ⁽¹⁾			Kerosin ⁽²⁾	Gas Oil ⁽²⁾	Solar ⁽²⁾
			2	4	6			
1	Nilai Kalor (GHV)	BTU/lb	20.047	20.033	20.019	20.111	19.852	20.305
2	Massa Jenis	gr/ml	0,7751	0,7774	0,7799	0,84	0,78	0,82
3	Viskositas Kinematik	mm ² /s	1,392	1,398	1,603	1,2	3,3	2,1
4	Titik Nyala	°C	<11	<11	<11	40	75	55
5	Kadar Air	%	-	-	-	-	0,05	-

Sumber : (1 Data Primer, 2017
(2 Yuliansyah, 2015

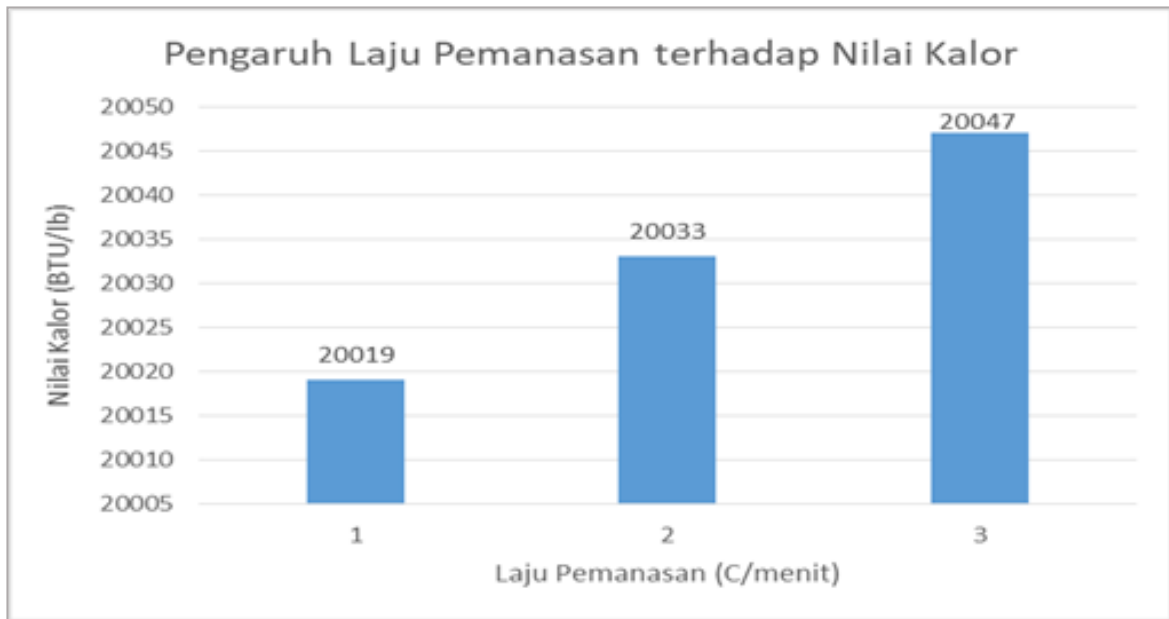
Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa karakteristik fisik minyak hasil pirolisis mendekati sifat-sifat bahan bakar konvensional, terutama kerosin. Dalam Tabel 2 terlihat bahwa nilai kalor, viskositas dan titik nyala minyak hasil pirolisis sampah plastik LDPE mendekati sifat-sifat kerosin, sedangkan massa jenisnya mendekati massa jenis gas oil. Selain itu, minyak hasil pirolisis plastik juga memiliki titik nyala yang kecil (<11⁰C) serta tidak mengandung air seperti bahan bakar minyak yang lain, kecuali gas oil.

Sifat-sifat fisis minyak hasil pirolisis ini hampir sama dengan hasil penelitian Yuliansyah (2015). Menurut mereka, didapatkan kemiripan karakter minyak hasil pirolisis dengan kerosin.

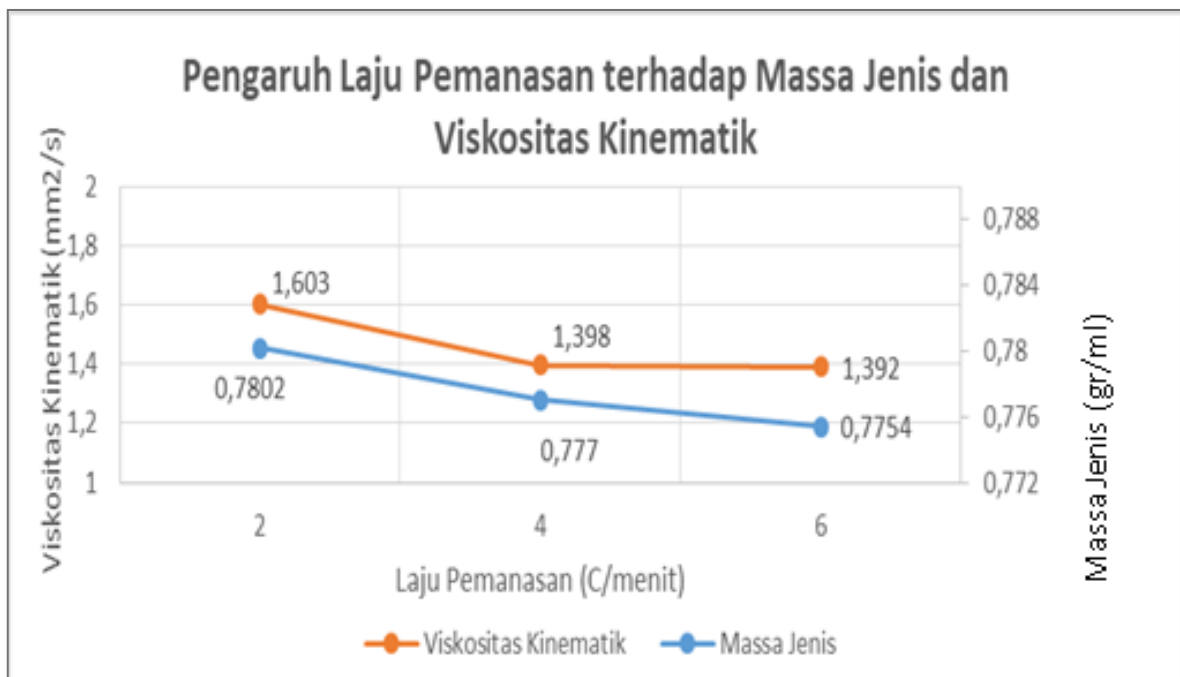
Walaupun secara karakteristik bila ditinjau dari *Gross Heating Value* dan viskositasnya, minyak hasil pirolisis mirip dengan kerosin, namun hasil pirolisis plastik pada umumnya memiliki beberapa kandungan hidrokarbon dalam minyaknya, yakni kerosin (C₁₀ s/d C₁₆); Solar (C₁₄ s/d C₂₀); Gas Oil (C₁ s/d C₄); dan Fuel oil (C₂₀ s/d C₇₀), sehingga untuk memperoleh produk yang lebih spesifik sesuai yang dikehendaki, biasanya dilakukan destilasi lebih lanjut pada unit pemurnian.

Sedangkan hubungan antara laju kenaikan suhu dengan sifat fisik minyak hasil pirolisis, ditunjukkan dalam Gambar 3 dan 4.

KARAKTERISTIK MINYAK DAN GAS HASIL PROSES DEKOMPOSISI TERMAL PLASTIK JENIS *LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE)*



Gambar 3. Pengaruh Laju Kenaikan Suhu terhadap Nilai Kalor Minyak Hasil Pirolisis



Gambar 4. Pengaruh Laju Kenaikan Suhu terhadap Massa Jenis dan Viskositas Kinematik Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik LDPE

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin tinggi laju kenaikan suhu, maka nilai kalor produk minyak akan semakin kecil. Nilai kalor tertinggi ini dihasilkan oleh proses pirolisis dengan laju pemanasan 2°C/menit, yaitu 20.047 BTU/lb. Kondisi ini sesuai dengan referensi (Pei, 2013), dimana nilai kalor dari minyak yang terbentuk dari plastik PE akan menurun seiring dengan kenaikan laju pemanasan. Hal ini disebabkan semakin sedikitnya jumlah fraksi hidrokarbon yang

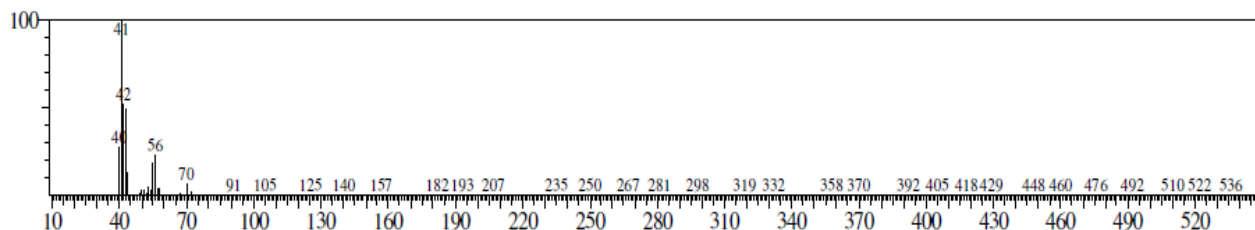
memiliki nilai kalor tinggi di dalam minyak pirolisis, seiring dengan kenaikan laju pemanasan, sehingga nilai kalori total dari minyak akan semakin kecil.

Di sisi lain, kenaikan laju pemanasan ternyata berdampak pada kenaikan massa jenis dan viskositas produk minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis sampah plastik LDPE, seperti terlihat dalam Gambar 4. Hal ini disebabkan oleh semakin cepatnya laju pemanasan akan

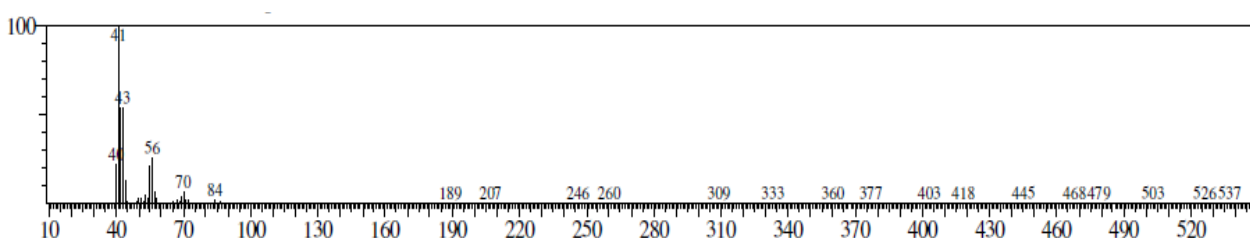
mengurangi terjadinya reaksi sekunder uap hidrokarbon menjadi gas, sehingga fraksi-fraksi berat semakin banyak yang terikut ke dalam kondensor dan terkondensasi menjadi minyak. Banyaknya fraksi berat tersebut juga menyebabkan cairan menjadi lebih pekat karena memiliki viskositas yang lebih besar juga.

c. Karakteristik Gas Hasil Pirolisis

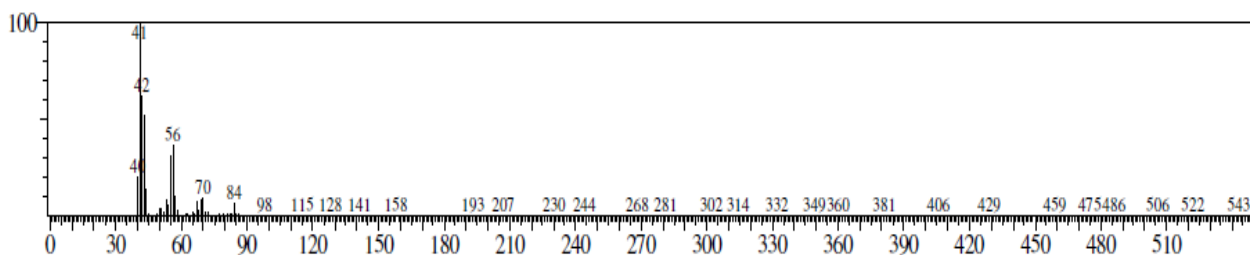
Karakteristik gas hasil pirolisis sampah plastik LDPE ditunjukkan dengan spektrogram hasil pengujian gas menggunakan peralatan GC-MS di laboratorium, seperti ditunjukkan dalam Gambar 6, 7, dan 8 berikut ini.



Gambar 6. Spektrogram Fraksinasi Senyawa dalam Gas Hasil Pirolisis dengan Laju Kenaikan Suhu 20C/menit



Gambar 7. Spektrogram Fraksinasi Senyawa dalam Gas Hasil Pirolisis dengan Laju Kenaikan Suhu 40C/menit



Gambar 6. Spektrogram Fraksinasi Senyawa dalam Gas Hasil Pirolisis dengan Laju Kenaikan Suhu 60°C/menit

Dari ketiga spektrogram di atas, terlihat adanya puncak $M+1$ (m/z) = 56, yang berarti paling dominan di dalam gas hasil pirolisis sampah plastik LDPE adalah gas butena C_4H_8 . Hal ini diperkuat dengan munculnya puncak dasar M^+ (m/z) = 41, yang berarti terjadinya pelepasan gugus metil (CH_3) dari butena menjadi $C_3H_5^+$. Perbedaan dari ketiga spektrogram di atas adalah kelimpahan dari senyawa butena. Senyawa butena di dalam gas hasil pirolisis plastik LDPE dengan laju kenaikan suhu $2^\circ C/menit$ adalah sebesar 98%, sedangkan kandungan senyawa butena di dalam gas hasil pirolisis plastik LDPE dengan laju kenaikan suhu $4^\circ C/menit$ adalah 85%, dan sebesar 83% di dalam gas hasil pirolisis plastik LDPE dengan laju kenaikan suhu $6^\circ C/menit$. Artinya, semakin besar laju kenaikan suhu, maka semakin sedikit jumlah senyawa butena yang terkandung di dalam gas hasil pirolisis plastik LDPE.

Menurut Naimah dan Aidha (2017), gas yang dihasilkan dari proses pirolisis plastik kresek PE merupakan gas yang mengandung komponen

hidrokarbon yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Proses dekomposisi termal ini akan menghasilkan komposisi gas oksigen, nitrogen, metana, karbon monoksida, karbon dioksida, etana, propana, butana, n-butana, pentana, n-pentana, dan n-heksana. Penelitian selanjutnya diperlukan untuk meningkatkan campuran propana dan butana karena untuk digunakan sebagai LPG kedua campuran tersebut minimal 97% sesuai baku mutu yang ditetapkan oleh Dirjen Migas (Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi, 2009)

IV. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa semakin cepat laju kenaikan suhu, maka produk minyak yang dihasilkan juga akan semakin banyak, namun produk gas dan padatnya akan semakin berkurang. Rendemen minyak tertinggi dihasilkan dari proses pirolisis dengan laju pemanasan $6^\circ C/menit$, yaitu 35,83%, dimana rendemen gas

KARAKTERISTIK MINYAK DAN GAS HASIL PROSES DEKOMPOSISI TERMAL PLASTIK JENIS *LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE)*

dan padatnya masing-masing sebesar 5,83% dan 58,33%.

Di sisi lain, karakteristik produk minyak hasil pirolisis yang dihasilkan juga bervariasi tergantung dari laju kenaikan suhu di dalam reaktor. Semakin tinggi laju kenaikan suhu, maka nilai kalor minyak pirolisis akan semakin kecil, sedangkan massa jenis dan viskositas minyak yang dihasilkan akan semakin besar. Apabila dibandingkan dengan bahan bakar minyak komersial, kualitas minyak hasil pirolisis sudah cukup bagus dan mendekati dengan beberapa jenis BBM, terutama kerosin, sehingga cukup layak apabila dijadikan sebagai bahan bakar alternatif pengganti BBM tersebut yang sudah semakin langka di negeri ini. Sementara untuk produk gas, kandungan terbesar adalah gas butana, yang dihasilkan dari proses pirolisis plastik LDPE dengan kenaikan suhu sebesar 2°C/menit.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemristekdikti) yang telah membantu pendanaan penelitian ini melalui skema Penelitian Kerja Sama Perguruan Tinggi (PEKERTI), serta semua pihak yang telah membantu dalam penulisan artikel ini dengan baik. Semoga Allah membalas semuanya dengan kebaikan yang sempurna.

V. Daftar Pustaka

- Ali, M., Ramadhan, A. (2010). *Pengolahan Sampah Plastik menjadi Minyak menggunakan Proses Pirolisis*, Skripsi Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
- Bashir, N. H. H. (2013) Plastic Problem in Africa. *Japanese Journal of Veterinary Research*, 61, pp. 1–11.
- Cahyono, M.S., (2013). Pengaruh Jenis Bahan pada Proses Pirolisis Sampah Organik menjadi Bio-oil sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. Volume 5, Nomor 2, Juni 2013. Hal.67-76.
- Cahyono, M.S., & Styana, U.I.F. (2017). Influence of Heating Rate and Temperature on the Yield and Properties of Pyrolysis Oil Obtained from Waste Plastic Bag. *Converse: Journal of Energy and Environment Studies (CJEES)*, Vol.1 No.1, March 2017, pp 1-10.
- Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. (2009). *Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Tentang Standar Dan Mutu (Spesifikasi Bahan Bakar Gas Jenis Liquefied Petroleum Gas (LPG) Yang Dipasarkan Di Dalam Negeri*. <http://hubdat.dephub.go.id/keputusandirjen/384-tahun-1996>.
- Ermawati, Rahyani (2011). Konversi Limbah Plastik sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Riset Industri*, Vol.V, No.3, 2011, Hal.257-263.
- Kayacan, I., & Dogan, O. M., (2008). Pyrolysis of Low and High Density Polyethylene, Part I: Non-isothermal Pyrolysis Kinetics. *Energy Sources*, Vol. 30, pp. 385-391.
- Kuncser, R, Paraschiv, M., Tazerout, M. & Bellettre, J. (2010). Liquid Fuel Recovery Through Pyrolysis of Polyethylene Waste. *Environmental Engineering and Management Journal* 9 (10) : 1371–74
- Mandala, W.W., Cahyono, M.S., Ma'arif, S., Sukarjo, H.B., Wardoyo. (2016). Pengaruh Suhu terhadap Rendemen dan Nilai Kalor Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*, Vol. 1(2), Agustus 2016 : 49-52.
- Naimah, S., Aidha, N.N. (2017). Karakteristik Gas Hasil Proses Pirolisis Limbah Plastik Polietilena (PE) dengan Menggunakan Katalis Residue Catalytic Cracking (RCC). *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 39(1), 31-38, 2017
- Pei, T., Xiao-bo, M., De-zhen, C., & Hai, W. (2013). Pyrolysis of waste plastic : Effect of Heating Rate on Product Yields and Oil Properties. *Journal Advanced Materials Research*, Vol.666, pp 1-10.
- Ramadhan, M.A.A, (2014). Pengaruh Variasi Suhu pada Yield Minyak Hasil Pirolisis Plastik. *Laporan Penelitian*, Laboratorium Teknologi Minyak Bumi, Gas dan Batubara, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sharuddin, S., Abnisa, F., Daud, W.M.A.W., & Aroua, M.K., (2016). A Review on Pyrolysis of Plastic Wastes. *Energy Conversion and Management*, Vol. 115, p. 308–326.
- Sukarjo, H., Cahyono, M.S., Wardoyo. (2014). Influence of Temperature to Bio-Oil Yield from Organic Waste Pyrolysis Process.

Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST), Yogyakarta, 15 November 2014

- Surono, U. B., Ismanto (2016) Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP , PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya, *Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal*, 1(1), pp. 32–37
- Syamsiro, 2015. Kajian Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Kualitas Produk Minyak

Hasil Pirolisis Sampah Plastik. *Jurnal Teknik* Vol.5 No.1 April 2015.

- Syamsiro, M., Arbiyantoro. (2014) Pengolahan Sampah Plastik dari TPA Piyungan menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Riset Daerah Vol XIII, No.3. Desember 2014*.
- Yuliansyah, A.T., Prasetya, A., Ramadhan, M.A.A., & Laksono, R. (2015). Pyrolysis of Plastic Waste to Produce Pyrolytic Oil As an Alternative Fuel. *International Journal of Technology (2015) 7 : 1076-1083*.