

Analisa Karakteristik Bahan Bakar Minyak Dari Ban Dalam Bekas dan Plastik Jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*)

Eka Wahyu Biantoro

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ewahyubiantoro@gmail.com

Abstrak - Indonesia merupakan salah satu negara penghasil sampah plastik terbesar di dunia. Kantong plastik baru terurai selama lebih dari 20 tahun di dalam tanah. Jika kantong plastik itu berada di air, maka akan lebih sulit lagi terurai. Ban karet bekas juga merupakan masalah lingkungan yang cukup besar. Untuk pembuatan energi alternatif dari sampah menjadi bahan bakar adalah pirolisis. Penelitian ini bertujuan (1) Mengetahui perolehan hasil cair pirolisis dari ban dalam bekas dan plastik Low Density Polyethylene (LDPE), (2) Mengetahui pengaruh temperatur terhadap nilai viskositas, nilai densitas, flash point dan oktan produk pirolisis ban dalam bekas dan plastik Low Density Polyethylene (LDPE). Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hasil yang didapat juga berbeda setiap masing-masing temperatur. Pada temperatur 250°C hasil cair sebanyak 82 ml, nilai viskositas 0,3 dPa.S, nilai densitas 760 Kg/m³, nilai flash point 33°C. Kemudian di temperatur 300°C hasil cair sebanyak 156 ml, nilai viskositas 0,3 dPa.S, nilai densitas 750 Kg/m³, nilai flash point 33°C. Pada temperatur 350°C hasil cair sebanyak 185 ml, nilai viskositas 0,29 dPa.S, nilai densitas 730 Kg/m³, nilai flash point 32°C. Kemudian pada temperatur 400°C hasil cair sebanyak 210 ml, nilai viskositas 0,29 dPa.S, nilai densitas 730 Kg/m³, nilai flash point 31°C. Nilai oktan 95,3.

Kata Kunci - BBM, energi, oktan, pirolisis

1. PENDAHULUAN

Saat ini, isu global yang sedang menjadi pembahasan serius adalah menipisnya cadangan minyak bumi dan batu bara. Hal itu memaksa kita harus mencari sumber energi lain yang dapat diperbarui untuk mengatasi permasalahan tersebut. Disisi lain, Indonesia merupakan salah satu negara penghasil sampah terbesar di dunia. Tidak hanya di darat, jumlah sampah plastik di laut Indonesia menempati urutan nomor 2 yaitu sebesar 187,2 juta ton setelah Cina yang mencapai 262,9 juta ton per tahun [1].

Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut 15% berupa sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik/hari [2].

Selain sampah plastik, ban karet bekas juga merupakan masalah lingkungan yang cukup besar. Ban memiliki bahan dasar karet yang merupakan salah satu jenis polimer sintesis (*Polistiren*). *Polistiren* adalah molekul-molekul yang memiliki berat molekul ringan, terbentuk dari *monomer sirena* yang berbau harum [3]. Sehingga penanganan ban dalam bekas dan sampah plastik yang tepat sangat diperlukan. Dalam penelitian ini memiliki tujuan mengubah ban dalam bekas dan plastik jenis LDPE menjadi bahan bakar minyak. Mengingat terbatasnya sumber bahan bakar minyak pada saat ini, maka pemanfaatan ban karet bekas untuk dijadikan sumber bahan bakar sangatlah tepat karena ban

dalam dan plastik mempunyai nilai kalor yang tinggi.

Teknologi proses terbaru yang digunakan untuk pembuatan energi alternatif dari sampah adalah pirolisis. Pirolisis adalah proses fraksinasi material oleh suhu dimulai pada temperatur sekitar 230°C, ketika komponen yang tidak stabil secara termal, dan *volatile matters* pada sampah akan pecah dan menguap bersamaan dengan komponen lainnya. Produk yang dihasilkan tersebut dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar. Produk yang dihasilkan dianalisa berdasarkan jumlah cairan yang diperoleh dari proses dan karakteristik cairan. Karakteristik suatu cairan hasil pirolisis yang akan dipakai untuk bahan bakar menentukan dalam golongan apa suatu cairan tersebut. Dan untuk menentukan karakteristiknya maka hasil cair pirolisis dianalisa tentang nilai viskositas, densitas, *flash point* dan oktan.

Perolehan hasil pirolisis tergantung pada persen konversi yang dipengaruhi oleh suhu. Persen konversi merupakan pengukuran banyaknya produk *liquid* dan gas yang terbentuk pada berbagai temperatur, dimana persen konversi digunakan untuk memperlihatkan perbedaan jumlah produk yang terkonversi pada berbagai temperatur.

Viskositas adalah sifat kekentalan suatu fluida yang mempengaruhi daya tahan suatu gaya geser. Kekentalan fluida yang mendapat perubahan baik dengan tekanan atau tegangan. Dimana fluida merupakan zat yang dapat berubah-ubah bentuk sesuai dengan bentuk wadahnya dan dapat mengalir.

Viskositas menunjukkan kemampuan fluida tersebut untuk tidak mengalir.

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Rumus untuk menentukan massa jenis adalah dengan :

$$\rho = \frac{m}{v} \text{ dimana,}$$

ρ adalah massa jenis,

m adalah massa,

V adalah volume.

Satuan massa jenis dalam 'CGS [centi-gram-sekon]' adalah: gram per sentimeter kubik (g/cm^3), $1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$.

Flash point adalah temperatur saat bahan bakar akan menghasilkan api (terbakar) jika dikenai sumber api. Namun demikian, kondisi tersebut hanya bertahan beberapa saat saja. Setelah timbul api, maka api akan mati dalam waktu yang tidak lama. Hal ini disebabkan karena kondisi tersebut belum cukup untuk membuat bahan bakar bereaksi untuk menghasilkan api lagi (api yang kontinu).

BBM (Bahan Bakar Minyak) adalah jenis bahan bakar (fuel) yang dihasilkan dari pengilangan (refining) minyak tanah (crude oil). Minyak mentah dari perut bumi diolah dalam pengilangan (refinen) terlebih dahulu untuk menghasilkan produk-produk minyak (product oil), yang termasuk didalamnya adalah BBM.

Tabel 1. Standar Dan Mutu Bahan Bakar Minyak

BBM	Viskositas (dPa.S)	Densitas (kg/m^3)	Flash point ($^{\circ}\text{C}$)	RON
Premium	0,065-0,20	710-770	20-27	89
Pertalite	0,065-0,20	715-770	20-28	91
Pertamax	0,070-0,20	715-770	25-30	92

Hasil dari penelitian nantinya akan dibandingkan dengan karakteristik dari BBM, yaitu premium, pertalite, pertamax.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental nyata (*true experimental research*). Penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi-kondisi yang terkendalikan.

Dalam penelitian ini, parameter yang dikaji adalah temperatur dikondisikan 250°C , 300°C , 350°C dan 400°C . Material yang dipakai adalah ban dalam bekas dan plastik LDPE yang sudah dipotong dengan ukuran $1\text{cm} \times 1\text{cm}$. Parameter lain dibuat konstan, yakni laju pemanasan dan waktu penahan selama 1 jam. Hasil yang dikaji adalah jumlah perolehan hasil dari proses pirolisis diukur setiap 10

menit selama 1 jam satuan (ml), nilai viskositas berdasarkan temperatur satuan (dPa.s), nilai densitas berdasarkan temperatur satuan (Kg/m^3), nilai *flashpoint* satuan ($^{\circ}\text{C}$) dan nilai oktan cairan.

Alat yang digunakan dalam penelitian:



Gambar 1. Reaktor Pirolisis

Pengambilan sampel menggunakan reaktor pirolisis yang sudah dirancang untuk mengkonversi ban dalam bekas dan plastik menjadi bahan bakar minyak.



Gambar 2. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur jumlah cairan yang keluar pada proses pirolisis. Setiap variasi temperatur diukur setiap 10 menit selama 1 jam dengan satuan ml.



Gambar 3. Viskotester

Viskotester digunakan untuk mengukur viskositas dari cairan hasil pirolisis dengan satuan dPa.s.



Gambar 4. Timbangan dan gelas erlemeyer

Pengukuran densitas menggunakan timbangan dan gelas erlemeyer sebesar 0,073 kg.



Gambar 5. Flashpoint Tester

Pengukuran *flashpoint* menggunakan *flashpoint tester* diukur setiap sampel berdasarkan temperatur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

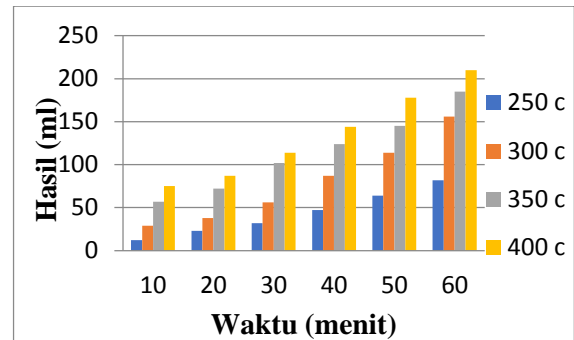
3.1. Hasil Data

Dari hasil eksperimen dapat diketahui dengan beberapa hasil data setiap variabel sebagai berikut:

Tabel 2. Data Perolehan Hasil Cair

Waktu (menit)	Suhu (°C)			
	250	300	350	400
10	12	29	57	75
20	23	38	72	87
30	30	56	102	114
40	47	87	124	144
50	64	114	145	178
60	82	156	185	210

Dari data diatas maka dapat diketahui perolehan setiap temperatur. Apabila dalam bentuk grafik seperti ini:



Gambar 6. Grafik Perbandingan Hasil Cair Setiap Temperatur

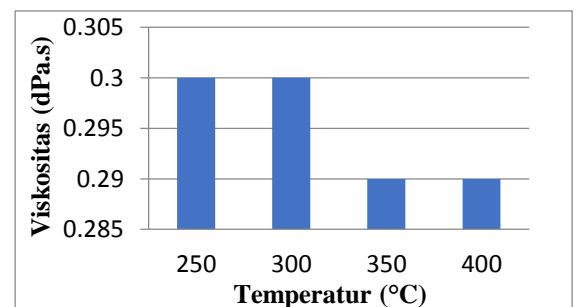
Dari data perolehan hasil cair diatas dapat dilihat bahwa setiap temperatur berbeda hasil yang diperoleh. Pada temperatur 250 °C diperoleh cairan sebanyak 82 ml. Kemudian pada temperatur 300 °C diperoleh 156 ml. Selanjutnya pada temperatur 350 °C diperoleh sebanyak 185 ml sedangkan pada temperatur 400 °C diperoleh sebanyak 210 ml.

Kemudian untuk nilai viskositas diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 3. Data Nilai Viskositas

No.	Temperatur (°C)	Viskositas (d.Pa.S)
1	250	0,3
2	300	0,3
3	350	0,29
4	400	0,29

Dari data diatas maka dapat diketahui nilai viskositas setiap temperatur. Nilai rata-rata dari viskositas adalah 0,295 dPa.s. Apabila dalam bentuk grafik seperti ini:



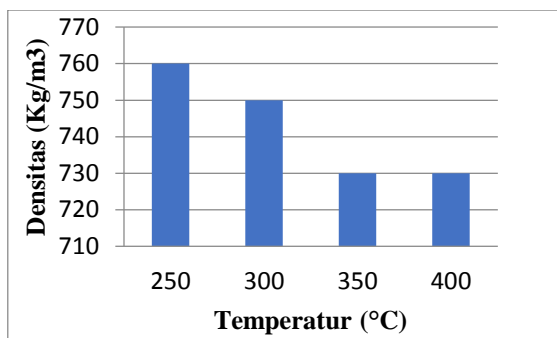
Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Viskositas Setiap Temperatur

Dari data viskositas diatas dapat dilihat bahwa setiap temperatur berbeda nilai viskositasnya. Pada temperatur 250 °C dan 300 °C nilai viskositas cairan 0,3 dPa.s. Kemudian pada temperatur 350 °C dan 400 °C diperoleh nilai viskositas 0,29 dPa.s.

Tabel 4. Data Nilai Densitas

No.	Suhu (°C)	Massa Cairan (Kg)	Volume (m ³)	Densitas (Kg/m ³)
1	250 °C	0,076	0,0001	760
2	300 °C	0,075	0,0001	750
3	350 °C	0,073	0,0001	730
4	400 °C	0,073	0,0001	730

Dari data diatas maka dapat diketahui nilai densitas setiap temperatur. Apabila dalam bentuk grafik seperti ini:



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Densitas Setiap Temperatur

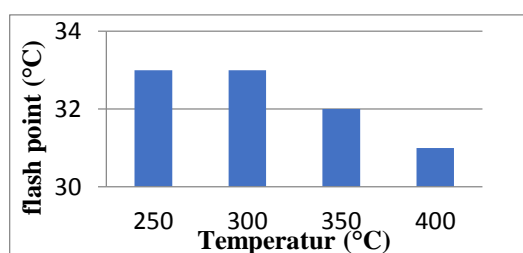
Dari data densitas diatas dapat dilihat bahwa setiap temperatur berbeda nilai densitasnya. Pada temperatur 250 °C memperoleh nilai densitas sebesar 760 Kg/m³. Kemudian pada temperatur 300 °C nilai densitas sebesar 750 Kg/m³. Kemudian pada temperatur 350 °C dan 400 °C diperoleh nilai densitas 730 Kg/m³. Nilai rata-rata dari densitas adalah 742,5 Kg/m³

Kemudian untuk nilai *flashpoint* diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 5. Data Nilai *Flashpoint*

No.	Temperatur (°C)	Flash Point (°C)
1	250	33
2	300	33
3	350	32
4	400	31

Dari data diatas maka dapat diketahui nilai *flashpoint* setiap temperatur. Apabila dalam bentuk grafik seperti ini:



Gambar 9. Grafik Perbandingan Nilai *Flashpoint* Setiap Temperatur

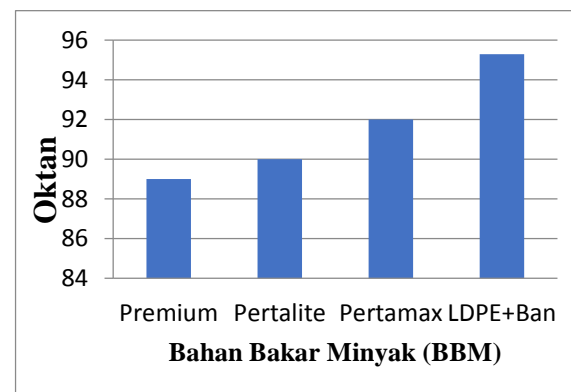
Dari grafik diatas dijelaskan bahwa *flashpoint* tertinggi yaitu 33 °C. Dan *flashpoint* terendah adaah 31 °C. Rata-rata nilai *flashpoint* adalah 32,25 °C.

Kemudian untuk nilai oktan diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 6. Data Nilai Oktan

No	Variabel Pembanding	Nilai Oktan
1	Premium	89
2	Pertalite	91
3	Pertamax	92
4	LDPE + Ban	95,3

Dari data diatas maka dapat diketahui nilai oktan dari bahan bakar minyak dari premium, pertalite, pertamax dan LDPE + Ban. Apabila dalam bentuk grafik seperti ini:



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Oktan LDPE + Ban dengan Bahan Bakar Lain

Dari grafik diatas dijelaskan bahwa nilai oktan bahan bakar dari ban dalam bekas dan plastik LDPE memiliki oktan yang lebih tinggi daripada nilai oktan dari premium, pertalite dan pertamax.

Tabel 7. Perbandingan Nilai Karakteristik Bahan Bakar

Bahan Bakar	Viskositas (dPa.S)	Densitas (kg/m ³)	Flash point (°C)	RON
Premium	0,065-0,20	710-770	20-27	89
Pertalite	0,065-0,20	715-770	20-28	91
Pertamax	0,070-0,20	715-770	25-30	92
LDPE dan Ban	0,295	742,5	32,25	95,3

3.1. Pembahasan

Variasi temperatur sangat mempengaruhi terhadap perolehan hasil cair pirolisis. Semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi hasil yang di dapat. Dari gambar 6 dan tabel 2 dijelaskan bahwa pada suhu 250 °C mendapat 82 ml. Selanjutnya pada suhu 300 °C diperoleh hasil cair sebanyak 156 ml. Pada suhu 350°C menit mencapai 185 ml. Sedangkan pada suhu 400°C hasil mencapai 210 ml. Hasil semakin meningkat tetapi hasil menjadi lebih keruh.

Menurut Rachmat [4], persen konversi tertinggi pada temperatur pirolisis 350°C. Karena

pelepasan senyawa lebih banyak pada temperatur 350°C. Sehingga semakin tinggi konversi maka hasil yang di dapat semakin baik. Temperatur tidak hanya berpengaruh terhadap perolehan hasil cair tetapi juga berpengaruh terhadap warna hasil cair pirolisis.

Semakin rendah viskositas maka semakin baik suatu bahan bakar. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, variasi temperatur sangat mempengaruhi terhadap nilai viskositas hasil pirolisis. Hasilnya berbeda setiap temperaturnya. Pada tabel 3 dan gambar 7 dijelaskan bahwa viskositas yang di dapat temperatur 250°C dan 300°C adalah 0,3 dPa.S, sedangkan pada temperatur 350°C dan 400 °C adalah 0,29 dPa.S. Menurut Rachmat [4], semakin tinggi temperatur maka nilai viskositas semakin menurun. Hal ini dibandingkan dengan standar bahan bakar lain pada tabel 1 bahwa viskositas LDPE dan ban hampir mendekati viskositas dari premium, pertalite dan pertamax.

Pada tabel 3 dan gambar 8, dijelaskan bahwa densitas pada temperatur 250°C adalah 760 Kg/m³, pada temperatur 300°C adalah 750 Kg/m³, sedangkan pada temperatur 350°C dan 400°C adalah 730Kg/m³. Berdasarkan yang telah diteliti besar densitas berkaitan dengan besar viskositas. Semakin tinggi viskositas maka semakin tinggi juga nilai densitas. Berdasarkan tabel 1 standar dari LDPE dan ban sudah masuk dalam kriteria dari densitas premium, pertalite dan pertamax.

LDPE telah terakumulasi dari hari ke hari sehingga dikenal sebagai limbah plastik terbesar kedua di MSW setelah PP [5] Sebagai salah satu cara untuk memulihkan energi dan mengurangi limbah, pirolisis LDPE terhadap produk minyak telah mendapat banyak perhatian oleh para periset saat ini. [6] Telah menyelidiki pirolisis LDPE pada reaktor fixed bed pada 500°C dengan laju pemanasan 10°C / menit. Percobaan dilakukan selama 20 menit dan nitrogen digunakan sebagai gas fluidisasi. Telah diamati bahwa hasil cairan tinggi sebesar 95% berat diperoleh dengan rendemen gas rendah dan char yang tidak berarti. Hasil minyak cair tinggi 93,1% berat juga telah diperoleh oleh [7] saat percobaan dilakukan di reaktor batch di 550°C, tapi kali ini dengan laju pemanasan 5°C / menit lebih rendah.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan nilai *flash point* dari ban dalam bekas dan plastik LDPE pada temperatur 250°C dan 300°C adalah 33 °C. Kemudian temperatur 350°C adalah 32°C dan pada temperatur 400°C adalah 31°C. Jadi nilai *flash point* terendah pada hasil temperatur 400°C. Dimana hasil temperatur 400°C sudah bisa memercikkan api pada temperatur 31°C. Jika di bandingkan dengan standar bahan bakar minyak, bahwa *flashpoint* LDPE dan ban hampir mendekati *flashpoint* dari premium, pertalite dan pertamax. Dimana premium sudah bisa menyala pada temperatur 20°C, kemudian pertalite sudah bisa menyala pada temperatur 20°C, dan pertamax sudah bisa menyala pada temperatur 25°C, sedangkan pada jenis LDPE dan ban sudah bisa

menyala pada temperatur 31°C. Hal ini berhubungan dengan oktan.

Pengujian menggunakan oktan meter diperoleh hasil untuk bahan bakar jenis LDPE dan ban menghasilkan angka oktan 95,3. Hasil ini menunjukkan bahan bakar jenis LDPE dan ban mempunyai angka oktan lebih besar dibanding dengan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax dimana bahan bakar premium memiliki angka oktan 89, pertalite memiliki angka oktan 90 dan pertamax memiliki angka oktan 92.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Hasil analisa perolehan diketahui bahwa semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi hasil yang di dapat. Hasil terendah pada temperatur 250 °C yaitu memperoleh cairan sebanyak 82 ml. Sedangkan hasil cairan tertinggi diperoleh pada temperatur 400 °C yaitu sebanyak 210 ml.

Kemudian pada hasil analisa viskositas diketahui bahwa semakin tinggi temperatur maka semakin rendah nilai viskositas. Hasil terendah pada temperatur 400 °C yaitu 0,29 dPa.s dan hasil tertinggi pada temperatur 250 °C yaitu 0,3 dPa.s. hasil tersebut hampir mendekati dari viskositas dari premium, pertalite dan pertamax.

Nilai densitas berkaitan dengan viskositas, yaitu semakin rendah viskositas nilai densitas juga semakin rendah. Hasil terendah pada temperatur 400 °C yaitu 730 Kg/m³, dan tertinggi pada temperatur 250 °C yaitu 760 Kg/m³. Berdasarkan perbandingan dengan bahan bakar lain densitas dari bahan bakar plastik LDPE dan ban sudah masuk dalam standar bahan bakar dari premium, pertalite dan pertamax.

Untuk nilai *flashpoint* dari bahan bakar LDPE + ban terendah pada temperatur 31 °C. Sedangkan nilai oktan bahan bakar LDPE + ban memiliki nilai tertinggi dibandingkan bahan bakar lain yaitu 95,3.

4.2. Saran

Dalam melakukan penelitian pirolisis disarankan untuk menjaga keselamatan kerja. Dikarenakan melakukan proses kimia dengan pemanasan yang dapat memicu keracunan dan juga kebakaran. Disarankan memakai masker karena aroma pemanasan dapat mengganggu pernafasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jambeck, R. Jenna, 2015. *Plastic waste inputs from land into the ocean*. Di unduh di www.sciencemag.org on 12 Februari 2015.
- [2] Fahlevi, M.R., 2012. *Sampah Plastik*. (Online). Tersedia : <http://1/Artikel-sampah-plastic.com> Di unduh 1 oktober 2016.
- [3] Damayanthi, R., dan Martini, R. 2009. *Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair dengan Memanfaatkan*

Limbah Ban Bekas menggunakan Katalis Zeloit HY dan ZSM-5. Jurnal Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Semarang.

- [4] Addy Rachmat, dkk. 2013, *Pengaruh Temperatur Terhadap Distribusi Produk dan Sifat Fisik Produk Pirolisis Ban Karet Bekas Pada Atmosfer Vakum N₂*, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- [5] Michael, PA. 2010. *Plastic waste total in MSW*. Society of the Plastic Industry.
- [6] Bagri, R., Williams, PT. 2001. *Catalytic pyrolysis of polyethylene*. J Anal Appl Pyrol 63:29–41.
- [7] Marcilla, A., Beltran, M.I., Navarro, R. 2009. *Evolution of products during the degradation of polyethylene in a batch reactor*. J Anal Appl Pyrol 86:14–21.