

Perengkahan Katalitik Minyak Goreng Bekas Untuk Produksi *Biofuel* Menggunakan Katalis Cu/Zeolit

Benny Saputra, Ida Zahrina, Yelmida

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya UR Km 12,5 Panam, Pekanbaru Telp. 0761-566937
E-mail: benny_s84@yahoo.com

ABSTRACT

Fossil fuel is the primary source of energy derived from fossil and non-renewable, and availability is limited. Biofuel is one of the solutions and alternative energy sources. This study aims to produce a maximum yield of biofuel from catalytic cracking of waste cooking oil with catalyst Cu / Zeolite. Yield maximum of biofuel is obtained at a temperature of 400 °C with catalyst ratio 1/75 of 62.5%. Cracking results were analyzed by GCMS method. Cracking product is a liquid alkane constituent of the fuel of 69.85% with conversion amount 43.66%.

Keywords: Biofuel, Catalytic Cracking, Cu / Zeolite, Waste Cooking Oil

Pendahuluan

Minyak bumi merupakan sumber energi primer yang berasal dari fosil dan tidak dapat diperbaharui serta ketersediaannya terbatas. Diperkirakan cadangan energi fosil Indonesia akan habis dalam jangka waktu 40 tahun kedepan dan akan terjadi krisis energi di dunia sehingga dibutuhkan sumber energi alternatif (Budiarto, 2012). Kebutuhan/konsumsi bahan bakar minyak (BBM) nasional pada tahun 2012 sudah diatas 1,2 juta barel per hari dan kemampuan kilang domestik hanya 700 ribu barel per hari, maka sisa kebutuhan BBM masih harus diimpor (Pradnyana, 2012). Konsumsi BBM tersebut didominasi oleh sektor industri 21%, kemudian berturut-turut diikuti oleh sektor transportasi 42%, 14% listrik dan rumah tangga serta komersial 23% (Anonim, 2011).

Pemakaian bahan bakar semakin meningkat setiap tahunnya, tanpa disertai upaya penyediaan bahan bakar alternatif sebagai bahan bakar yang berbasis minyak bumi. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah melalui Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional yang berprinsip pada kebijakan harga, diversifikasi, dan konversi energi.

Diversifikasi energi adalah pemanfaatan energi alternatif, salah satunya adalah bahan bakar nabati (BBN).

Biofuel merupakan salah satu solusi dan sumber energi alternatif. *Biofuel* adalah bahan bakar nabati hasil dari proses pengolahan bahan organik, yang mampu menyerap karbondioksida sebagai penyebab tingginya efek rumah kaca/bahan bakar yang ramah lingkungan. Indonesia sebagai negara agraris, memiliki sumber daya alam yang melimpah untuk diolah menjadi energi *biofuel* (Budiarto, 2012). *Biofuel* cocok digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena memiliki kandungan fraksi *gasoline* 59.75%, fraksi kerosin 27.26% dan fraksi diesel 6.76%. Variasi temperatur dan waktu reaksi akan mempengaruhi % *yield* yang dihasilkan (Nurjannah, 2010). Mengacu pada Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional dan Instruksi Presiden No. I/2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati, maka minyak goreng bekas dapat dijadikan alternatif bahan baku untuk produksi bahan bakar nabati.

Jelantah merupakan minyak goreng bekas yang telah rusak akibat proses oksidasi, polimerisasi, dan hidrolisis. Ciri-

cirinya dapat dilihat dari kenampakan rupa yang kurang menarik dan cita rasa yang tidak enak (Ketaren, 1986). Akibat proses-proses tersebut beberapa trigliserida akan terurai menjadi senyawa – senyawa lain, salah satunya *free fatty acid* (FFA) atau asam lemak bebas (Suirta, 2009).

Asam-asam lemak bebas dengan rantai hidrokarbon panjang dapat dijadikan hidrokarbon yang lebih pendek melalui reaksi pemutusan rantai karbon asam lemak. *Cracking* merupakan suatu cara untuk memecah rantai molekul hidrokarbon yang besar menjadi molekul yang lebih kecil. Pemecahan ini menggunakan suhu dan tekanan yang tinggi tanpa adanya katalis, atau suhu dan tekanan yang rendah dengan menggunakan katalis (Clark, 2003).

Sehubungan dengan banyaknya minyak goreng bekas dari sisa industri maupun rumah tangga dalam jumlah tinggi dan menyadari adanya bahaya konsumsi minyak goreng bekas, maka perlu dilakukan upaya-upaya untuk memanfaatkan minyak goreng bekas tersebut agar tidak terbuang dan mencemari lingkungan. Pemanfaatan minyak goreng bekas menjadi *biofuel* merupakan alternatif terbaik untuk menghasilkan energi terbarukan. Maka produksi bahan bakar nabati (*biofuel*) berbahan baku minyak goreng bekas sangat tepat dilakukan di Indonesia.

Setyawan dan Handoko (2006) telah melakukan penelitian perengkahan katalitik jelantah menjadi senyawa fraksi bahan bakar cair dengan katalis Ni/H₅-NZA dalam reaktor *flow fixed bed*. Kondisi operasi yaitu temperatur 330 – 410 °C, variasi pengemban Ni 1%/ H₅-NZA, Ni 5%/ H₅-NZA dan Ni 10%/ H₅-NZA dan dialiri gas N₂ sebagai *gas carier*. Hasil yang diperoleh yaitu senyawa fraksi bahan bakar cair dalam rentang fraksi bahan bakar solar dan bensin (*gasoline*). Katalis Ni-1/H₅-NZA menunjukkan selektifitas yang tinggi dalam menghasilkan jenis produk senyawa fraksi bahan bakar cair dengan presentase yang tinggi. Katalis Ni-5/H₅-NZA menunjukkan aktivitasnya yang relatif paling tinggi dalam

menghasilkan jumlah jenis produk senyawa fraksi bahan bakar cair.

Asmoko (2008) yang melakukan perengkahan katalitik plastik menjadi senyawa fraksi bahan bakar cair menggunakan katalis Cu(II)/H₅NZA dan Co(II)/H₅NZA. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan katalis Cu(II)/H₅NZA menghasilkan selektivitas yang lebih bagus daripada Co(II)/H₅NZA. Menurut Asmoko (2008) pengembangan logam mampu memberikan karakter katalis yang baik untuk proses perengkahan karena dapat meningkatkan keasaman katalis dan rata-rata jejari pori. Tetapi menurunkan luas permukaan spesifik dan volume total pori. Nurjannah dkk., (2009) menyimpulkan bahwa penggunaan katalis dengan pengembangan logam seperti katalis HZSM-5, Ni/HZSM-5, Cu/HZSM-5 dan Zn/HZSM-5 dapat menghasilkan *biofuel*

Laksito (2010) telah melakukan perengkahan katalitik minyak goreng bekas menggunakan katalis zeolit alam dengan variasi temperatur dan ukuran katalis. Hasil yang diperoleh yaitu senyawa biodiesel diantaranya C₁₃H₂₈ (tridekana) dan C₁₅H₃₂ (pentadekana).

Rohmah dkk (2012) telah melakukan katalitik hidrorengkah limbah minyak goreng dalam *autoclave* 1 L. Kondisi reaksi pada temperatur 380 - 420 °C, tekanan hidrogen 8 Mpa, waktu reaksi selama 60 dan 90 menit dengan katalis zeolit alam Bayah. Hasil tertinggi bio-bensin diperoleh pada suhu 400 °C di setiap variasi jumlah katalis. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *yield biofuel* maksimal dengan memvariasikan suhu serta rasio katalis Cu/Zeolit terhadap minyak goreng bekas.

Metodologi Penelitian

Pembuatan katalis Ni/Zeolit

Aktivasi zeolit alam dilakukan dua tahap yaitu aktivasi fisika dan kimia. Aktivasi fisika dilakukan dengan cara memanaskan zeolit dalam oven selama 1 jam dengan suhu 300 °C. Selanjutnya aktivasi kimia dengan merendam zeolit pada larutan

H₂SO₄ 0,2 N selama 30 menit sambil diaduk pada suhu ruangan. Kemudian zeolit dicuci hingga pH filtrat netral. *Cake* dikeringkan pada suhu 130 °C selama 3 jam didalam oven (Indra, 2010).

Impregnasi logam Cu pada permukaan zeolit teraktivasi dilakukan dengan cara zeolit direndam pada larutan CuSO₄.5H₂O dan di *refluks* pada suhu 90 °C selama 6 jam. Setelah diperoleh sampel Cu/Zeolit kemudian disaring dan dicuci. Selanjutnya sampel dikeringkan didalam oven selama 3 jam pada suhu 120 °C sehingga diperoleh sampel Cu/Zeolit. Pengembanan logam 1% b/b terhadap sampel zeolit. Sampel Cu/Zeolit kemudian di kalsinasi, oksidasi dan reduksi untuk menghilangkan pengotor pada zeolit serta meningkatkan stabilitas termal katalis tersebut.

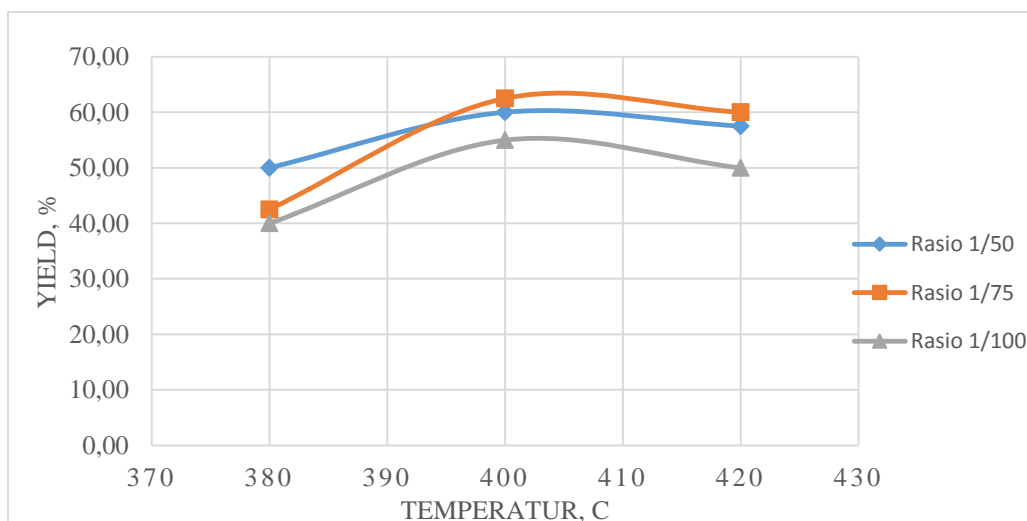
Proses Perengkahan Minyak Goreng Bekas

Pada perengkahan minyak goreng bekas, reaksi berlangsung secara semi *batch*. Reaksi dilakukan pada temperatur 380 °C, 400 °C, 420 °C dan rasio Cu/ Zeolit 1/50, 1/75 dan 1/100 terhadap minyak goreng

bekas . Umpan ditempatkan di dalam kolom reaktor selanjutnya gas nitrogen dialirkan ke dalam reaktor dengan laju alir 150 ml/menit dan dilakukan pengadukan. Reaksi perengkahan di lakukan selama 180 menit. Hasil *biofuel* yang diperoleh kemudian dianalisa dengan menggunakan *gas chromatography-mass spectroscopy* (GC-MS).

Hasil dan Pembahasan Pengaruh Temperatur Terhadap Yield Biofuel

Proses perengkahan dilakukan pada variasi suhu 380; 400 dan 420 °C dan rasio katalis Cu/Zeolit terhadap minyak goreng bekas 1/50; 1/75 dan 1/100. Minyak goreng bekas yang direngkah sebanyak 200 ml (150 gr). Proses perengkahan berlangsung selama 3 jam dengan laju alir gas N₂ 150 ml/menit. Variasi temperatur serta rasio katalis Cu/Zeolit terhadap minyak goreng bekas mempengaruhi *yield biofuel* yang diperoleh. Pada Gambar 1 menyajikan pengaruh temperatur serta rasio katalis Cu/Zeolit terhadap minyak goreng bekas.



Gambar 1 Grafik Hubungan Temperatur serta Rasio Katalis Cu/Zeolit terhadap *Yield Biofuel* yang dihasilkan

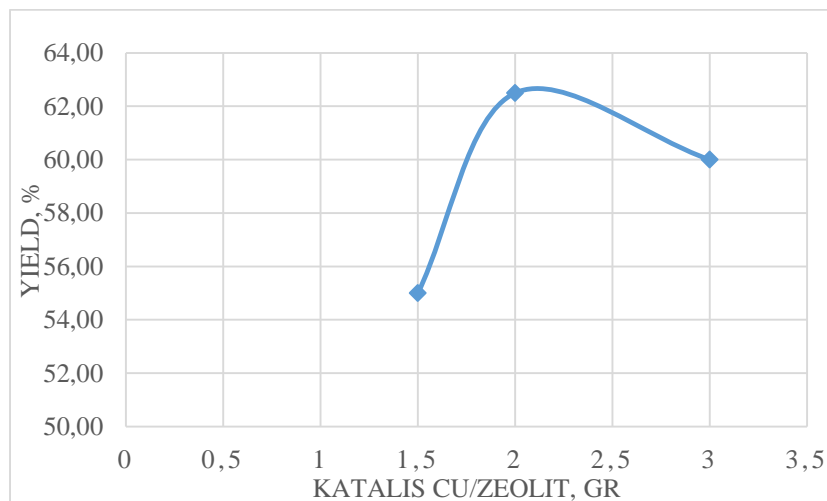
Pada Gambar 1 menunjukkan pengaruh temperatur serta rasio katalis Cu/Zeolit dengan minyak goreng bekas sangat signifikan terhadap *yield biofuel*. *Yield biofuel* tertinggi diperoleh pada suhu 400 °C

dan rasio katalis Cu/Zeolit dengan minyak goreng bekas 1/75 sebesar 62,5% dan yang terendah pada suhu 380 °C dengan rasio katalis 1/100 sebesar 40 %. Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa dengan kenaikan

temperatur dapat meningkatkan *yield biofuel*, tetapi dengan kenaikan temperatur yang cukup tinggi *yield biofuel* yang dihasilkan cenderung berkurang. Hal ini disebabkan karena pada temperatur yang tinggi terjadi peningkatan pada produk senyawa alkana rantai pendek C₁-C₄ yang berwujud gas. Pembentukan senyawa ini sangat dipengaruhi oleh faktor waktu dan temperatur proses, rantai C-C dari fraksi minyak ringan akan terputus pada temperatur tinggi (Hartiati, 2006).

Pengaruh Rasio Katalis Cu/Zeolit dengan Minyak Goreng Bekas Terhadap *Yield Biofuel*

Jumlah katalis Cu/Zeolit pada perengkahan katalitik minyak goreng bekas sangat berpengaruh terhadap *yield biofuel* yang diperoleh. Minyak goreng bekas (jelantah) yang digunakan sebanyak 200 ml (150 gr). Rasio katalis terhadap jelantah 1/50 (3 gr); 1/75 (2 gr) dan 1/100 (1,5 gr). Pada Gambar 2 menyajikan pengaruh rasio katalis Ni/Zeolit dengan jelantah terhadap *yield biofuel* pada suhu 400 °C.



Gambar 2 Grafik Hubungan Pengaruh Rasio Katalis Cu/Zeolit dengan Jelantah terhadap *yield biofuel* pada Suhu 400 °C

Pada Gambar 2 menunjukkan pengaruh rasio katalis Cu/Zeolit dengan jelantah sangat signifikan terhadap *yield biofuel* yang dihasilkan. *Yield biofuel* yang dihasilkan berbanding terbalik dengan rasio katalis Cu/ Zeolit terhadap jelantah. Semakin besar rasio katalis maka semakin kecil *yield biofuel*. Persentase *yield biofuel* tertinggi diperoleh pada rasio katalis 1/75. Rasio katalis terhadap jelantah menunjukkan jumlah katalis yang digunakan pada perengkahan. Semakin kecil rasio katalis menandakan semakin besar jumlah katalis yang digunakan. Peningkatan jumlah katalis dapat meningkatkan perolehan produk dan persentase *yield biofuel* juga semakin besar.

Yield biofuel pada rasio katalis Cu/Zeolit dengan jelantah 1/75 (2 gr) lebih besar dari rasio katalis 1/50 (3 gr). Secara teori

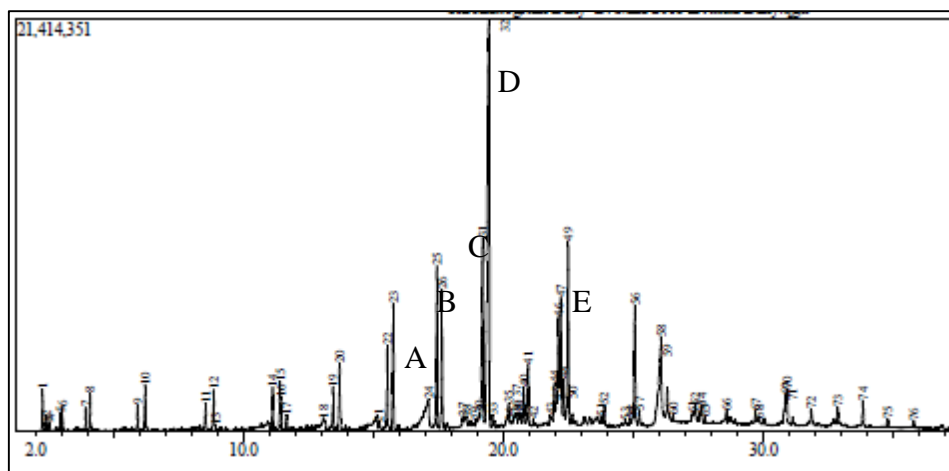
seharusnya dengan penambahan jumlah katalis akan menyebabkan energi aktivasi semakin kecil dan kecepatan reaksi semakin besar sehingga *yield biofuel* yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini diperkirakan terjadi karena semakin banyaknya produk gas yang tidak terkondensasi terbentuk. Logam Cu yang diimbangkan cenderung meningkatkan selektifitas terhadap pemutusan rantai C-C dan C-H (Vang dkk, 2005), akibatnya semakin banyak pula fraksi-fraksi hidrokarbon rantai pendek yang terbentuk dan tidak dapat dikondensasikan oleh air pada suhu kamar, sehingga *yield biofuel* yang dihasilkan menjadi lebih kecil dan *yield* gas yang dihasilkan semakin besar. Namun, secara keseluruhan diperkirakan bahwa semakin besar penggunaan katalis akan mempercepat reaksi dan *yield* produk yang

dihasilkan semakin besar, hanya saja dengan penggunaan katalis Cu/Zeolit 3 gr (rasio 1/50) menyebabkan *yield* produk *biofuel* yang dihasilkan lebih sedikit dari pada *yield* produk gas. Sehingga katalis pada rasio 1/75 terhadap jelantah dan suhu 400 °C merupakan kondisi optimum untuk menghasilkan *yield biofuel* terbesar pada penelitian ini.

Analisis GC-MS *Biofuel* pada Rasio Katalis 1/75 dan Temperatur 400 °C

Biofuel yang diperoleh kemudian dianalisa dengan *gas chromatography* -

mass spectrometry (GC-MS). Analisa GC-MS dilakukan untuk mengetahui jenis dan komposisi senyawa-senyawa yang terdapat dalam produk yang dihasilkan dari proses perengkahan. Pada penelitian ini, analisa GC-MS hanya dilakukan pada *biofuel* dengan *yield* tertinggi, yaitu pada suhu 400 °C dengan rasio katalis 1/75. Dari hasil analisa GC-MS yang dilakukan dapat diketahui besarnya fraksi *biofuel* berupa *gasoline*, *kerosin* dan *diesel* yang terkandung didalam produk. Pada Gambar 3 berikut merupakan kromatogram *biofuel* pada suhu 400 °C dengan rasio katalis 1/75.



Gambar 3 Kromatogram *Biofuel* pada Suhu 400 °C Rasio Katalis 1/75

Dimana dari hasil kromatogram MS :

A = *Tridecane*

B = *1-Tetradecene*

C = *1-Pentadecene*

D = *Pentadecane*

E = *Heptadecane*

Kromatogram *biofuel* yang disajikan pada Gambar 3 menunjukkan bahwa komponen yang terdapat pada *biofuel* adalah alkana – alkana cair penyusun bahan bakar minyak sebesar 69,85 %. Komposisi *biofuel* tersebut diantaranya fraksi gasolin sebesar 5,47 % serta kerosen dan diesel sebesar 64,38 % dengan konversi sebesar 43,66 %.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian perengkahan katalitik minyak goreng bekas dengan katalis Cu/Zeolit dapat memberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Yield* (%) produk perengkahan minyak goreng bekas tertinggi didapatkan sebesar 62,5% dengan rasio katalis Cu/Zeolit terhadap minyak goreng bekas 1/75 dan pada suhu 400 °C .
2. Komponen terbesar pada produk perengkahan minyak goreng bekas yaitu alkana cair penyusun bahan bakar minyak sebesar 69,85 % dengan konversi 43,66 %.

Saran

Untuk perbaikan kegiatan penelitian selanjutnya, penulis merekomendasikan

reaksi perengkahan minyak goreng bekas dengan katalis bimetal yaitu pengembangan dua logam transisi pada zeolit. Penggunaan jenis katalis ini untuk mengetahui aktivitas dan selektivitas katalis menghasilkan *biofuel* yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2011. "Indonesia Energy Report", <http://www.viewswire.com>, diakses pada 10 Maret 2012.
- Asmoko, H. 2008. *Studi Aktivitas dan Selektivitas Katalis Cu/H5-NZA dan Co/H5-NZA dalam Perengkahan Plastik menjadi Senyawa Fraksi Bahan Bakar Bensin*. Skripsi. Universitas Jember.
- Bielansky, P., Weinert, A., Schönberger, C., Reichhold, A. 2011. Gasoline and gaseous hydrocarbons from fatty acids via catalytic cracking. *Biomass Conversion (2012)*, 3rd ed, Springer Verlag, 53-61.
- Budiarto, T. 2012. Pengembangan Agribisnis *Biofuel* di Indonesia, <http://ekonomi.kompasiana.com>, diakses pada 07 Februari 2013.
- Clark, J. 2003. *Cracking Alkanes*, <http://www.chemguide.co.uk/>, diakses pada 11 Januari 2013.
- Indra, Y. S., 2010, Pembuatan dan karakterisasi katalis Ni-Mo/NZA untuk proses Catalytic Cracking Tandan Kosong Sawit menjadi Bahan Bakar Cair, *Skripsi*, Universitas Riau.
- Ketaren, S. 1986. "Minyak dan Lemak Pangan", Indonesia : UI – Press.
- Ketaren, S. 2005. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Penerbit UI. Press, Jakarta.
- Lestari, H. D. 2006. *Sintesis Katalis Ni/Mo untuk Hydrotreating Coker Nafta*. Tesis. Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung.
- Mustain. 1997. Konversi Zeolit Alam Menjadi ZSM-5. Tesis Magister. Program Studi Teknik Kimia Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung.
- Nurjannah, Irmawati, Roesyadi, A., Danawati. 2010. Perengkahan Katalitik Asam Oleat Untuk Menghasilkan *Biofuel* Menggunakan HZSM-5 Sintesis. *Disertasi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nurjannah, Irmawati, Roesyadi. A., Danawati. 2009. Perengkahan Katalitik Asam Oleat Untuk Menghasilkan *Biofuel* Menggunakan HZSM-5 Sintesis. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*, Bandung.
- Nurjannah, Irmawati, Roesyadi, A., Danawati. 2010. Perengkahan Katalitik Asam Oleat Untuk Menghasilkan *Biofuel* Menggunakan HZSM-5 Sintesis. *Disertasi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pradnyana, G. 2012. "Laju Eksplorasi Cadangan Minyak Indonesia Sangat Tinggi", <http://esdm.go.id/>, diakses pada 11 Maret 2012.
- Rohmah, E.N., Rochmat, A., Sumbogo, S.D. 2012. Biogasoline from Catalytic Hydrocracking Reaction of Waste Cooking Oil Using Bayah Natural Zeolit. *ISSN: 2165-8951, International Journal of Environment and Bioenergy*, 2012, 3(3): 201 – 209, Florida, USA.
- Setyawan, D, Handoko P. 2006. Mekanisme Reaksi Konversi Katalitik Jelantah Menjadi Senyawa Fraksi Bahan Bakar Cair Dengan Katalis Ni/H-NZA Dan Reaktor *Flow Fixed-Bed*, Universitas Jember.
- Suirta, I,W. 2009. Preparasi Biodiesel dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit, *JURNAL KIMIA* 3 (1).
- Widianti, T. 2006. *Pengujian Kapasitas Tukar Kation Zeolit sebagai Penukar Kation Alami untuk Pengolahan Limbah Industri, Annual Meeting on Testing and Quality (AMTeQ) 1907-7459*.
- Wijaya, K. 2011. *Biofuel* di Indonesia : Prospek, Perspektif, dan Strategi Pengembangannya, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Gadjah Mada.