

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

Gatot Putra Bachtas, 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: gtot83@gmail.com

ABSTRAK

Diversification of energy is the utilization of alternative energy, one of which is biofuel (BBN), which is a readily available alternative energy in Indonesia. This study aims to produce a maximum yield of biofuel from catalytic cracking of waste cooking oil catalyst with a Ni / Zeolite. Cracking performed in a stirred batch reactor for 3 hours with a catalyst concentration Ni / Zeolite 1% and N₂ flow rate 150 ml / min. Yield maximum of biofuel is obtained at a temperature of 400 °C with catalyst ratio 1/75 amount 67.5%. Cracking results were analyzed by GCMS method. Cracking product is a liquid alkane constituent of the fuel of 75.34% with conversion of 48.97%.

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

Pendahuluan

Kebutuhan bahan bakar minyak di Indonesia hanya berbasis sumber energi fosil yang merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. 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). Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral tahun 2010 juga menyatakan bahwa energi fosil di Indonesia tidak akan lama. Untuk minyak bumi diperkirakan akan bertahan sekitar 24 tahun lagi (Hasrul dan Unik, 2011). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan dan diversifikasi bahan bakar alternatif berbasis bahan baku terbaharui sebagai pengganti minyak bumi.

Diversifikasi energi adalah pemanfaatan energi alternatif, salah satunya adalah bahan bakar nabati (BBN), yang merupakan energi alternatif yang mudah diperoleh di Indonesia. Instruksi Presiden No. I/2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (*Biofuel*) sebagai bahan bakar

lain, merupakan suatu instruksi yang menegaskan pentingnya pengembangan BBN (Sugiono, 2005). *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 produksi bahan bakar nabati (*Biofuel*) berbahan baku minyak goreng bekas sangat tepat dilakukan di Indonesia.

Minyak goreng merupakan minyak yang bersumber dari tumbuhan dan berbentuk cair pada suhu kamar (Widayat, 2009). Minyak goreng digunakan untuk kebutuhan pokok manusia sebagai alat pengolah bahan makanan. Minyak goreng biasanya digunakan selama 3-4 kali penggorengan dan setelah itu tidak dimanfaatkan lagi dan sering disebut dengan jelantah. Minyak 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, 2005). 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. Seperti halnya minyak bumi, jelantah yang memiliki struktur trigliserida ini juga mengandung hidrokarbon. Jika dianalogikan dengan proses pengilangan minyak bumi, maka dari jelantah juga dapat dihasilkan produk-produk turunan yang setara dengan hasil pengolahan minyak bumi, seperti minyak solar, minyak tanah, maupun *gasoline* (Wijanarko dkk, 2006).

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). Dalam proses *catalytic cracking* digunakan katalis perengkah yang merupakan katalis heterogen (padatan) yang dapat mempercepat reaksi tersebut. Salah satu jenis katalis tersebut adalah *metal supported catalyst* yang terdiri atas logam aktif yang diembankan pada padatan pengemban seperti silika-alumina, alumina, dan zeolite (Trisunaryanti dkk, 2005). Logam-logam yang sering digunakan sebagai katalis adalah jenis logam transisi yang memiliki orbital d belum penuh (Augustine, 1996). Seperti logam Ni, logam Ni digunakan sebagai katalis karena logam ini mempunyai aktivitas dan selektivitas yang baik dalam suatu reaksi.

Setyawan dan Handoko (2006) telah melakukan penelitian 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.

Anugra (2011) melakukan penelitian efek kandungan logam Ni/NZA pada proses pencairan langsung biomassa menjadi bio oil. *Yield bio-oil* dengan variasi rasio kandungan logam Ni/NZA 0, 1, 3 dan 5% b/b. *Yield bio-oil* optimum pada pengembanan logam Ni/NZA 1% b/b untuk setiap biomassa. *Yield bio oil* yang diperoleh pada batang, cangkang dan serabut sawit berturut-turut adalah 63%, 56,8% dan 56,2%.

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 Ni/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 Ni pada permukaan zeolit teraktivasi dilakukan dengan cara zeolit direndam pada larutan Ni(NO₃)₂.9H₂O dan di *refluks* pada suhu 90

$^{\circ}\text{C}$ selama 6 jam. Setelah diperoleh sampel Ni/Zeolit kemudian disaring dan dicuci. Selanjutnya sampel dikeringkan didalam oven selama 3 jam pada suhu 120°C sehingga diperoleh sampel Ni/Zeolit. Pengembanan logam 1% b/b terhadap sampel zeolit. Sampel Ni/Zeolit kemudian di kalsinasi, oksidasi dan reduksi untuk menghilangkan pengotor pada zeolit serta meningkatkan stabilitas termal katalis tersebut.

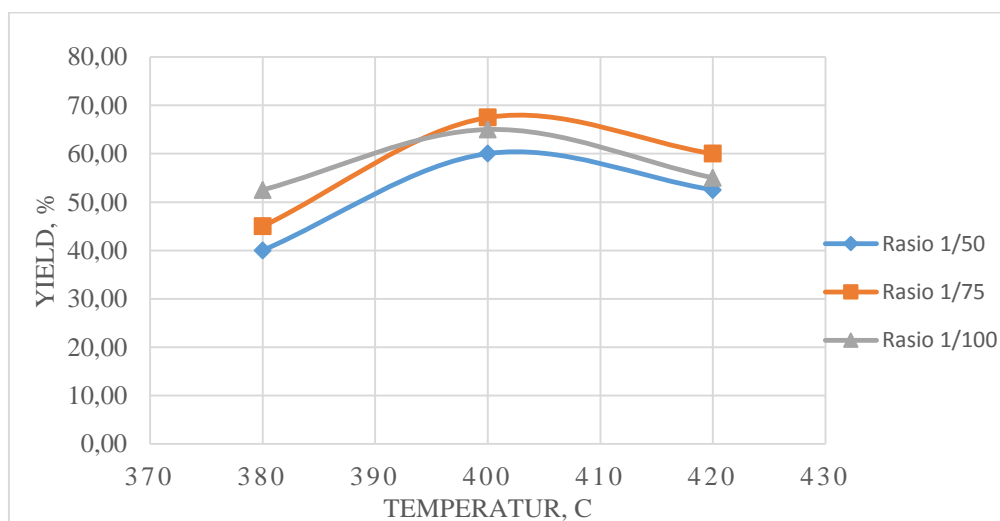
Proses Perengkahan Minyak Goreng Bekas

Pada perengkahan minyak goreng bekas, reaksi berlangsung secara semi *batch*. Reaksi dilakukan pada temperatur 380°C , 400°C , 420°C dan rasio Ni/ 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 serta Rasio Katalis Ni/Zeolit Terhadap Yield Biofuel

Proses perengkahan dilakukan pada variasi suhu 380; 400 dan 420°C dan rasio katalis Ni/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 N_2 150 ml/menit. Variasi temperatur serta rasio katalis Ni/Zeolit terhadap minyak goreng bekas mempengaruhi *yield biofuel* yang diperoleh. Pada Gambar 1 menyajikan pengaruh temperatur serta rasio katalis Ni/Zeolit terhadap minyak goreng bekas.



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

Kondisi optimum pada proses *catalytic cracking* jelantah menggunakan katalis Ni/Zeolit Alam untuk menghasilkan *biofuel* adalah pada suhu 400°C dengan rasio katalis 1/75 terhadap jelantah. Pada Gambar 1 terlihat bahwa pada temperatur 400°C dihasilkan % *yield biofuel* sebesar 67,50 %. Pada temperatur 380°C reaksi berlangsung lambat karena tumbukan antar molekul kecil dan reaksi pemutusan ikatan kecil.

Sedangkan pada temperatur 420°C persen *yield biofuel* cenderung menurun karena temperatur semakin naik sehingga jumlah tumbukan antarmolekul dan reaksi menjadi lebih besar. Namun dengan temperatur yang terlalu tinggi dapat menurunkan jumlah reaktan yang teradsorpsi pada permukaan katalis (Rifqi, 2012).

Jumlah katalis Ni/Zeolit pada perengkahan katalitik minyak goreng bekas

sangat berpengaruh terhadap *yield biofuel* yang diperoleh. *Yield biofuel* yang dihasilkan berbanding terbalik dengan rasio katalis Ni/ Zeolit terhadap jelantah. 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.

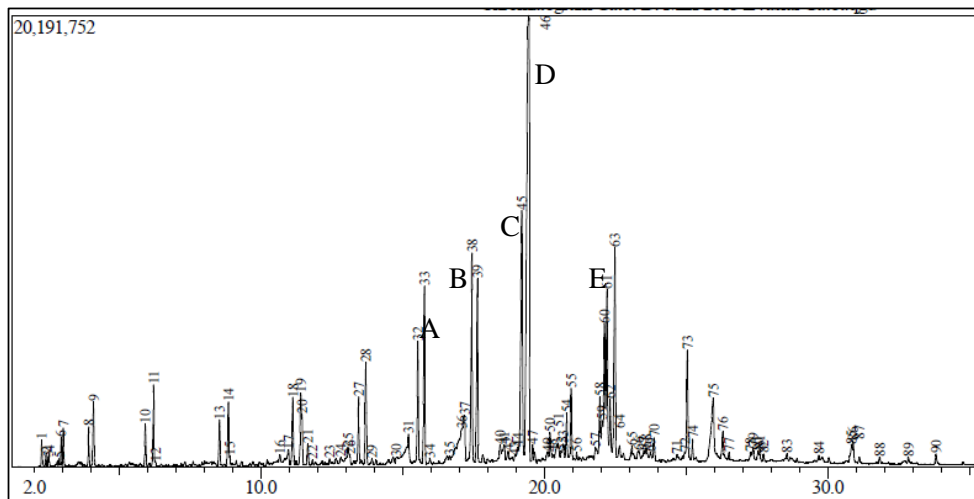
Peningkatan jumlah katalis meningkatkan jumlah produk yang dihasilkan sehingga % *yield* juga meningkat. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya katalis yang digunakan pada perengkahan maka sisi aktif katalis meningkat dan energi aktivasi pada proses *catalytic cracking* menurun. Energi aktivasi yang semakin rendah akan menyebabkan nilai konstanta laju reaksi semakin besar. Persamaan Arrhenius menyatakan bahwa energi aktivasi reaksi berbanding terbalik terhadap nilai konstanta laju reaksi, dan nilai konstanta laju reaksi berbanding lurus terhadap kecepatan suatu reaksi. Semakin besar kecepatan reaksi yang terjadi akan menyebabkan pembentukan produk yang semakin besar pula (Reklaitis, 1993). Sehingga pada suhu yang sama dan dengan peningkatan jumlah katalis Ni/Zeolit yang digunakan, yaitu dengan rasio 1/100 – 1/75

akan menyebabkan *yield biofuel* yang dihasilkan semakin besar.

Namun pada penggunaan katalis Ni/Zeolit pada rasio 1/50 terjadi penurunan *yield* produk. 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 Ni yang diimbangkan cenderung selektif 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.

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

Produk *catalytic cracking* jelantah pada temperatur dan rasio katalis optimum dianalisis GC-MS yang bertujuan untuk mengetahui jenis dan komposisi senyawa yang terkandung di dalam produk. Pada penelitian ini, analisa GC-MS hanya dilakukan pada *biofuel* dengan *yield* tertinggi, yaitu pada suhu 400 °C dengan rasio katalis 1/75. Pada Gambar 2 berikut merupakan kromatogram *biofuel* pada suhu 400 °C dengan rasio katalis 1/75.



Gambar 2 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 = *1-Heptadecene*

Kromatogram *biofuel* yang disajikan pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa komponen yang terdapat pada *biofuel* adalah alkana – alkana cair penyusun bahan bakar minyak sebesar 75,34 %. Adapun pengelompokan untuk senyawa alkana cair yang dihasilkan adalah fraksi bensin (*gasolin*) memiliki jumlah rantai karbon C₅-C₁₀, fraksi *kerosin* memiliki jumlah rantai karbon C₁₁-C₁₂, sedangkan *diesel* mempunyai jumlah rantai karbon C₁₃-C₁₈ (Adzani, 2011). Komposisi *biofuel* tersebut diantaranya fraksi gasolin sebesar 6,16 % serta kerosen dan diesel sebesar 69,18 % dengan konversi sebesar 48,97 %.

Kesimpulan

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

1. *Yield* (%) produk perengkahan minyak goreng bekas tertinggi didapatkan sebesar 67,5% dengan rasio katalis Ni/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 diantaranya *pentadecana*, *hexadecana* dan *heptadecana* sebesar 75,34 % dengan konversi 48,97 %.

Saran

Untuk melakukan karakterisasi katalis sehingga dapat diketahui luas permukaan serta keasaman katalis tersebut. Selain itu dilakukan dengan penggunaan gas hidrogen pada proses *cracking*. Penggunaan gas hidrogen dilakukan untuk mendapatkan kualitas dan kuantitas produk yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Anugra, R.D. 2011. Efek Kandungan Logam Ni/NZA pada Proses Pencairan Langsung Biomassa menjadi Bio-oil. *Skripsi*. Universitas Riau.
- 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.

- 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.
- 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. 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/>, di akses pada 11 Maret 2012.
- Saputra, R. 2006. Pemanfaatan Zeolit Sintetis sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri. Jakarta
- 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.
- Sidjabat, O. 2004. "Pengolahan minyak goreng bekas menjadi Biodiesel", *Lembaran Publikasi*, LEMIGAS Jakarta.
- Siswanto, D.Y., Salim, G.W., Wibisono, N., Hindarso, H., Sudaryanto, Y., Ismadji, S. 2008. Gasoline Production From Palm Oil Via Catalytic Cracking Using Mcm-41: Determination Of Optimum Condition. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 21th vol, 42-46.
- Suirta, I,W. 2009. Preparasi Biodiesel dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit. *JURNAL KIMIA* 3 (1).
- Widayat, Buchori, L. 2009. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Catalytic Cracking. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia – SNTKI 2009, ISBN 978-979-98300-1-2, Bandung.
- Wijarnako, A., Mawardi, A,D., dan Nasikin, M. 2006. Produksi Biogasoline dari Minyak Sawit Melalui Reaksi Perengkahan Katalitik dengan Katalis – Alumina. *Makara Teknologi*, Vol. 10, No. 2, November 2006: 51-60.
- Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*, Gramedia, Jakarta