Produksi Bahan Bakar Minyak dari CPO Parit dengan Katalis H-Zeolit

Ida Zahrina
Laboratorium Teknik Reaksi Kimia-Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Riau
ida.zahrina@gmail.com

Abstrak

Saat ini mulai dikembangkan penelitian tentang pembuatan *biofuel* dari minyak nabati dengan proses perengkahan katalitik. Proses ini merupakan suatu cara untuk memecahkan rantai karbon yang cukup panjang, menjadi suatu molekul dengan rantai karbon yang lebih sederhana, dengan beberapa tipe katalis. Pada beberapa penelitian proses perengkahan minyak nabati dengan berbagai macam katalis menghasilkan berbagai jenis *biofuel* yang komposisinya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya waktu reaksi, suhu reaksi, laju alir umpan, dan katalis. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah cair industri sawit (CPO parit) sebagai bahan bakar minyak menggunakan katalis H-Zeolit serta mendapatkan data-data kondisi proses yang optimum dari proses perengkahan katalitik untuk mengkonversikan CPO parit menjadi bahan bakar minyak. Reaksi dilangsungkan secara *batch* dalam reaktor tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan pengaduk mekanis dan pendingin balik untuk mengkondensasikan uap hasil reaksi . Rasio berat katalis per volume (gram/ml) CPO parit 1/300, 1/400 dan 1 / 500. Reaksi dilakukan pada rentang suhu 300, 330 dan 360°C dan waktu reaksi 3 jam. Yield tertinggi diperoleh pada rasio berat katalis / volume CPO parit 1/300 pada temperatur 360°C. Komponen dominan dalam produk atas perengkahan CPO parit adalah dietil eter. Selain itu juga terdapat dimetil siklopentan, heksan, octane, heptadecane, octadecene dan asam dekanoat. Komponen dominan dalam produk bawah perengkahan CPO parit adalah asam asetat, asam propanoat, butanoat dan heksanoat.

Kata kunci: Biofuel, CPO parit, H-Zeolit, Perengkahan

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi dunia (termasuk Indonesia) semakin meningkat dari tahun ke tahun. Kebutuhan energi dunia, lebih dari 80% dipenuhi oleh bahan bakar fosil yang berasal dari minyak bumi dan gas alam. Tingkat pertumbuhan pemakaian energi bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia mencapai 5,6% (Heriyono, 2008). Namun, peningkatan pemakaian energi ini tidak disertai dengan produksi energi yang memadai. Oleh karena itu, dipandang perlu untuk segera mengupayakan pengembangan bahan bakar cair alternatif yang dapat berkontribusi pada pemenuhan akan kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) Indonesia (Soerawidjaja dkk., 2005).

Saat ini mulai dikembangkan penelitian tentang pembuatan *biofuel* dari minyak nabati dengan proses perengkahan katalitik, proses ini merupakan suatu cara untuk memecahkan rantai karbon yang cukup panjang, menjadi suatu molekul dengan rantai karbon yang lebih sederhana, dengan beberapa tipe katalis. Pada beberapa penelitian proses perengkahan minyak nabati dengan berbagai macam katalis menghasilkan berbagai jenis *biofuel* yang komposisinya

dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya waktu reaksi, suhu reaksi, laju alir umpan, dan katalis.

Prasad dkk (1986a) melakukan perengkahan minyak canola menggunakan katalis HZSM-5. Perengkahan dilangsungkan pada sebuah reaktor mikro unggun tetap pada temperatur 340 – 400°C dengan *space velocity* minyak canola 2 – 4 jam^{-1}. Selanjutnya, Prasad dkk (1986b) mengumpankan steam sebagai *co-feed* ke dalam reaktor untuk meningkatkan kinerja katalis. Ooi dkk (1986) merengkah palm stearin menggunakan katalis Ni(II) Ion Exchanged Zeolit 13X. Reaksi dilangsungkan secara partaian (*batch*) pada temperatur 260°C selama 4 jam.

Pada tahun 1999, Twaiq dkk. merengkah minyak sawit menggunakan katalis HZSM-5, Zeolit β dan Zeolit USY pada *fixed bed microreactor*. Perengkahan dilakukan pada tekanan atmosferik, temperatur reaksi 350 – 450°C dengan WHSV 1 – 4 jam^{-1}. Dari ketiga katalis tersebut, HZSM-5 memiliki kinerja (konversi) terbaik, perolehan gasolin yang tinggi dan selektivitas yang lebih tinggi untuk pembentukan aromatik serta pembentukan deposit coke yang lebih sedikit. Bhatia dkk (2003) juga menggunakan katalis Mesoporous Alumina Silicate MCM-41 pada perengkahan minyak sawit. Ooi dkk.(2004) telah membuat suatu model kinetika untuk perengkahan minyak sawit menjadi diesel, kerosen dan gasolin menggunakan zeolit HZSM-5 dan NH_4ZSM-5.

Siregar dan Amin (2006) merengkah minyak sawit menjadi bensin menggunakan katalis HZSM-5 yang diemban dengan Cu. Perengkahan dilakukan secara kontinu pada 500°C dengan WHSV (weight hourly space velocity) 2,5 jam-1 selama 4 jam. Hasil perengkahan berupa senyawa aromatik sebanyak 11,45%berat, 10,53%berat naften dan 4,06% berat isoparafin menggunakan katalis 6% Cu-ZSM-5.

Nasikin dkk. (2006) melakukan perengkahan minyak sawit dan metil ester asam lemak menggunakan katalis H-Zeolit yang dipreparasi dari zeolit alam. Reaksi perengkahan katalitik dilakukan secara partaian pada rentang temperatur 250 – 325°C dengan waktu reaksi 30 – 90 menit. Dari hasil perengkahan tersebut diperoleh biogasolin yang mengandung hidrokarbon C_4 sampai C_{11}. Irawan dan Roesyadi (2008) meneliti proses hydrocracking minyak kelapa sawit dengan katalis Ni/Zeolit dalam reaktor unggun tetap dengan memvariasikan suhu reaktor dan laju alir gas H_2. Suhu reaktor dan laju alir gas H_2 berpengaruh terhadap yield gasoline dan kerosene.

Siswanto dkk (2008) memproduksi bensin dengan perengkahan katalitik minyak sawit menggunakan MCM-41 pada mikroreaktor fixed bed pada temperatur 450°C. Yield *organic liquid product* tertinggi diperoleh 60,73% pada rasio minyak/katalis 32,5 dan WHSV 19,38 jam^{-1}.

Buchori dan Widayat (2009) meneliti perengkahan minyak goreng bekas dengan menggunakan katalis zeolit alam yang diaktivasi dengan asam. Nurjannah dkk., (2009) merengkah asam oleat menggunakan katalis HZSM-5 untuk menghasilkan biofuel. Yield fraksi gasoline tertinggi diperoleh pada temperatur 450°C dan laju alir gas N_2 150 ml/menit yaitu sebesar 39.53 %. Yield fraksi kerosine dan diesel tertinggi pada temperatur 400°C dan laju alir gas N_2 190 ml/menit yaitu sebesar 21.19 % untuk kerosine dan 15.49% untuk diesel.

Buzetzki et al. (2009) merengkah minyak sayur dan lemak hewani menggunakan katalis NaY dan clinoptilolit dalam reaktor batch pada temperatur 350-440°C. Yield kondensat diperoleh 80-90% berat. Setelah penyisihan 3-9%berat komponen yang mudah menguap dengan distilasi, diperoleh kondensat yang memiliki fraksi mirip dengan minyak diesel.

Mengingat tingkat kemampuan produksi miyak sawit nasional saat ini maupun masa mendatang yang cukup tinggi dan diperkirakan mencapai 15 juta ton pada tahun 2012, maka jenis bahan bakar minyak yang dipandang perlu untuk segera dikembangkan adalah bahan bakar minyak berbasis minyak sawit. Kebutuhan CPO (*Crude Palm Oil*) dalam negeri saat ini sebagian besar terserap oleh pabrik minyak goreng dengan kebutuhan rata-rata 3,5 juta ton per tahun. Mengingat saat ini harga CPO masih relatih mahal (dapat mencapai US$ 400/ton), maka CPO parit yang merupakan limbah cair industri pengolahan minyak sawit dengan kadar asam lemak antara 20 - 70% merupakan bahan baku yang cocok digunakan untuk produksi bahan bakar minyak. Pemanfaatan CPO parit sebagai bahan mentah produksi bahan bakar minyak tidak konflik dengan penyediaan pangan dan produk-produk vital lain dalam kehidupan.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan limbah cair industri sawit (CPO parit) sebagai bahan bakar minyak menggunakan katalis H-Zeolit.
2. Mendapatkan data-data kondisi proses yang optimum dari proses perengkahan katalitik untuk mengkonversikan CPO parit menjadi bahan bakar minyak

2. Metode Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

a. Tahap persiapan katalis H-Zeolit

Persiapan katalis H-Zeolit mengikuti prosedur yang telah dilakukan oleh Nasikin dkk (2004) sebagai berikut:

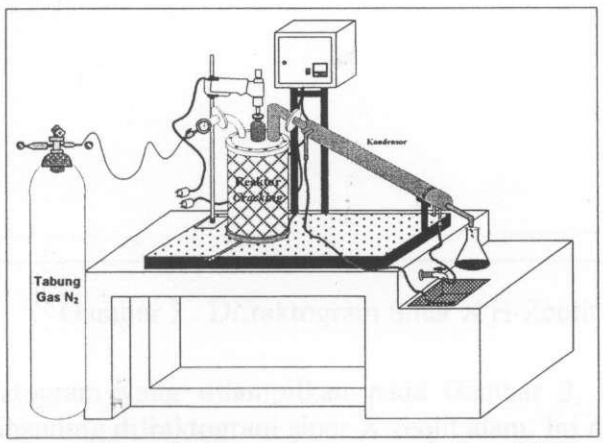
1. Zeolit Alam dimasukkan ke dalam labu leher tiga, lalu dicampurkan dengan NH_4NO_3 ke dalam labu yang telah berisi zeolit alam.
2. Setelah kedua zat tersebut dimasukkan ke dalam labu, kemudian pengaduk dihidupkan untuk melarutkan kedua zat tersebut (pengadukan dilakukan selama 50 jam).
3. Setelah terjadi pengadukan selama 50 jam tadi, zat yang ada didalam labu disaring dengan memakai kertas saring. Kemudian zat dicuci dengan aquades sampai pH mencapai 7 (untuk memisahkan unsur / senyawa pengotor yang ada di dalam zeolit).
4. Setelah disaring, zeolit dimasukkan ke dalam furnace dan dikalsinasi pada suhu 600 ^{0}C selama 6 jam.

b. Karakterisasi katalis H-Zeolit

Katalis H-Zeolit akan dikarakterisasi dengan metode Difraksi Sinar X

c. Perengkahan CPO parit

Reaksi dilangsungkan secara *batch* dalam reaktor tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan pengaduk mekanis dan pendingin balik untuk mengkondensasikan uap hasil reaksi . Rasio berat katalis per volume (gram/ml) CPO parit 1:300, 1/400 dan 1 : 500. Reaksi dilakukan pada rentang suhu 300, 330 dan 360°C dan waktu reaksi 3 jam. Rangkaian reaktor perengkahan CPO parit ditampilkan pada Gambar 1.



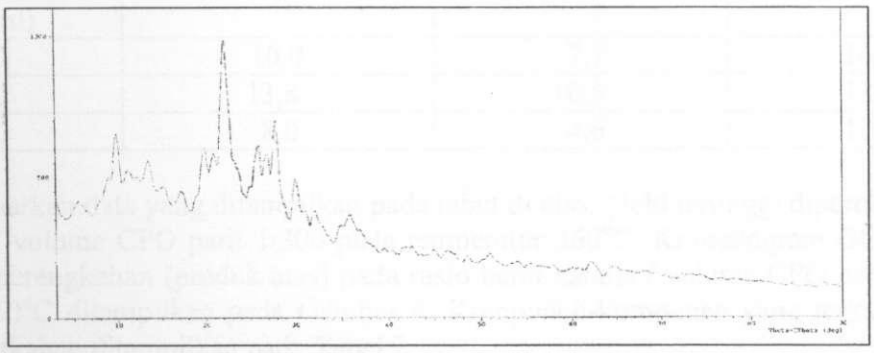
Gambar 1. Rangkaian reaktor perengkahan CPO parit

d. Analisa produk

Produk hasil reaksi dianalisa menggunakan GCMS (*Gas Cromatografi Mass Spektra*) untuk menganalisa komponen yang terkandung dalam produk.

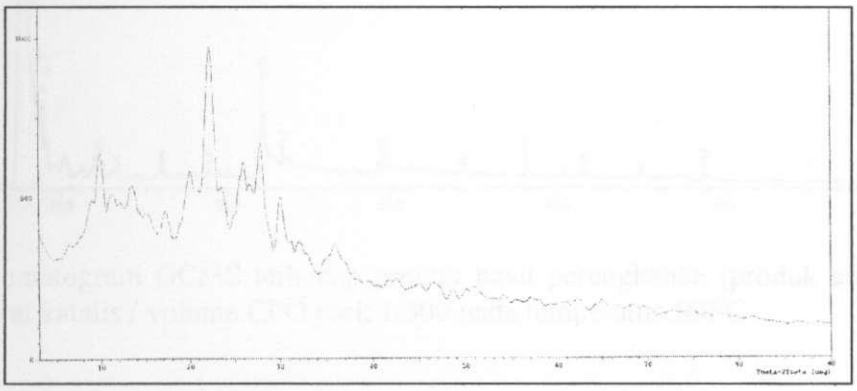
3. Hasil dan Pembahasan

Katalis H-Zeolit dipreparasi dari zeolit alam. Difraktogram sinar X zeolit alam ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Difraktogram Sinar X Zeolit Alam

Berdasarkan difraktogram yang ditampilkan pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa zeolit alam yang digunakan pada penelitian ini merupakan Clinoptilolit. Berdasarkan data JCPDS (Joint Comittee on Powder Difraction Standards), zeolit alam jenis clinoptilolit berada pada nilai d (jarak antar kristal) 8,950, 3,955 dan 2.971. Berdasarkan data nilai d pada difraktogram, zeolit alam ini memiliki nilai d 8.955, 3,998 dan 2,971. Difraktogram sinar X katalis H-Zeolit ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Difraktogram Sinar X H-Zeolit

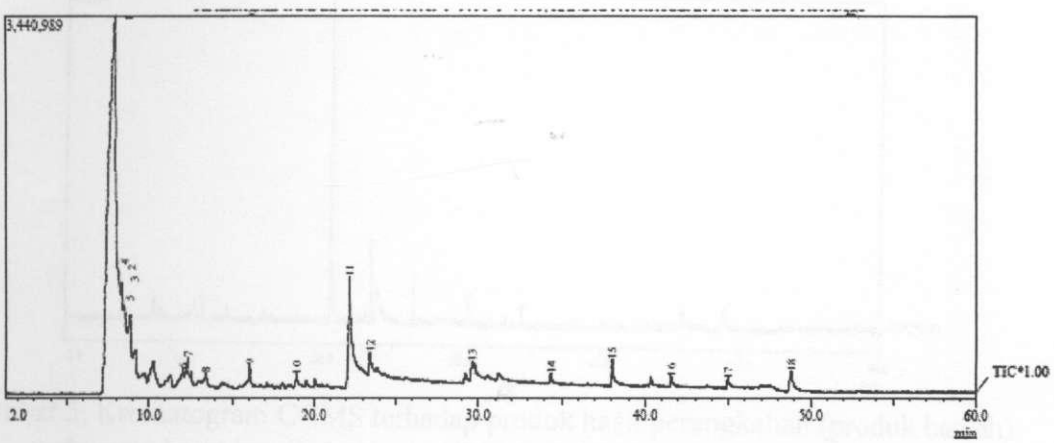
Berdasarkan difraktogram yang ditampilkan pada Gambar 3, terlihat bahwa jumlah puncaknya lebih sedikit dibanding difraktogram sinar X zeolit alam. Ini mengindikasikan bahwa pada katalis H-Zeolit telah berkurang pengotor-pengotornya. Puncak pada sudut 2Θ 7-9 yang merupakan ciri dari H-zeolit tidak terlihat pada Gambar 3, sehingga katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah katalis zeolit aktif.

Hasil (*yield*) perengkahan CPO parit terdiri atas 2 lapisan. Data yield perengkahan CPO parit ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Yield (%) perengkahan CPO parit

Rasio berat katalis / volume CPO parit (gram/ml)	Temperatur 300°C	Temperatur 330°C	Temperatur 360°C
1/300	10,0	7,7	14,7
1/400	13,8	10,5	13,0
1/500	8,0	4,6	12,0

Berdasarkan data yang ditampilkan pada tabel di atas, yield tertinggi diperoleh pada rasio berat katalis / volume CPO parit 1/300 pada temperatur 360°C. Kromatogram GCMS terhadap produk hasil perengkahan (produk atas) pada rasio berat katalis / volume CPO parit 1/300 pada temperatur 360°C ditampilkan pada Gambar 4. Komponen-komponen yang terkandung dalam produk perengkahan ditampilkan pada Tabel 2.



Gambar 4. Kromatogram GCMS terhadap produk hasil perengkahan (produk atas) pada rasio berat katalis / volume CPO parit 1/300 pada temperatur 360°C

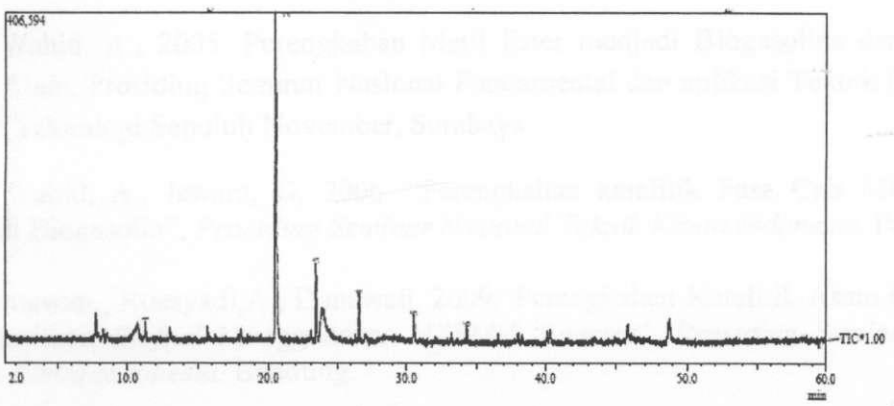
Tabel 2. Hasil analis GCMS terhadap produk hasil perengkahan (produk atas) pada rasio berat katalis / volume CPO parit 1/300 pada temperatur 360°C

Komponen	**Persentase**
Dietil eter	74,83
Dimetil siklopentan	2,91

2-4 dimetilheksan	3,61
2-octene	1,20
4-etil-2-metil heksan	1,52
Heptadecane	7,59
9-octadecene	1,44
Asam dekanoat	1,44

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 2, komponen dominan dalam produk atas perengkahan CPO parit adalah dietil eter. Selain itu juga terdapat dimetil siklopentan, heksan, octane, heptadecane, octadecene dan asam dekanoat.

Kromatogram GCMS terhadap produk hasil perengkahan (produk bawah) pada rasio berat katalis / volume CPO parit 1/300 pada temperatur 360°C ditampilkan pada Gambar 5. Komponen-komponen yang terkandung dalam produk perengkahan ditampilkan pada Tabel 3.



Gambar 5. Kromatogram GCMS terhadap produk hasil perengkahan (produk bawah) pada rasio berat katalis / volume CPO parit 1/300 pada temperatur 360°C

Tabel 3. Hasil analis GCMS terhadap produk hasil perengkahan (produk bawah) pada rasio berat katalis / volume CPO parit 1/300 pada temperatur 360°C

Komponen	**Persentase**
Propenol	2,19
Asam asetat	76,10
Asam propanoat	11,44
Asam butanoat	8,72

Asam heksanoat	2,00

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 3, komponen dominan dalam produk bawah perengkahan CPO parit adalah asam asetat. Selain itu juga terdapat asam propanoat, butanoat dan heksanoat.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Yield tertinggi diperoleh pada rasio berat katalis / volume CPO parit 1/300 pada temperatur 360°C
2. Komponen dominan dalam produk atas perengkahan CPO parit adalah dietil eter. Selain itu juga terdapat dimetil siklopentan, heksan, octane, heptadecane, octadecene dan asam dekanoat
3. Komponen dominan dalam produk bawah perengkahan CPO parit adalah asam asetat, asam propanoat, butanoat dan heksanoat.

Daftar Pustaka

Nasikin, M., Wahid, A., 2005. Perengkahan Metil Ester menjadi Biogasoline dengan katalis Zeolit Alam. Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan aplikasi Teknik Kimia 2005, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Nasikin, M., Wahid, A., Iswara, G. 2006. "Perengkahan katalitik Fasa Cair Minyak Sawit Menjadi Biogasolin", *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*. Palembang.

Nurjannah., Irmawati., Roesyadi,A., Danawati. 2009."Perengkahan Katalitik Asam Oleat Untuk Menghasilkan *Biofuel* Menggunakan HZSM-5 Sintesis". *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia.* Bandung.

Ooi,Y,A., Zakaria,R., Mohammed,A.R., Bhatia,S., (2004), *Catalytic Convertion of Palm Oil-Based Fatty Acid Mixture to liquid Fuel.* Elsevier Journal Biomass and Bioenergy, 27

Soerawidjaja,T.H.,Tahar,.,Siagian,U.W.,Prakoso, T.,Reksowardojo, I.K.,Permana, K.S.,2005, *Studi Kebijakan Penggunaan Biodiesel di Indonesia,* Kajian Kebijakan & Kumpulan Artikel Penelitian Biodiesel, Menristik, MAKSI, SEAFAST Center, IPB.

Twaiq F.A., Zabidi N.A.M dan Bhatia S., 1999, "Catalytic Conversion of Palm Oil to Hydrocarbons : Performance of Various Zeolite Catalysts", *Ind.End.Chem.Res.*, Vol.38

Widayat., Buchori,L.,2005."Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses *Catalytic Cracking.* Prosiding Seminar Teknik Kimia Indonesia. Bandung.

Wirawan dan Tambunan, 2006, The Current Status and Prospect of Biodiesel Development in Indonesia : a Review, *Presented on the Third Asia Biomas Workshop*, Japan.