



Perengkahan PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) Dengan Katalis Zeolit Sintesis Untuk Menghasilkan Biofuel

Yelmida*, Ida Zahrina, Fajril Akbar

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

Abstract

Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) is a by-product of the manufacture of cooking oil. The PFAD has a high potential to be used as raw material for biofuel by catalytic cracking because it is a long-chain hydrocarbon. This research aims to study the influence of time and temperature conversion reaction to catalytic cracking reaction using zeolite catalyst synthesis. The PFAD cracking was taken place in a batch stirred tank reactor at the temperature of 240, 260, 280, 300°C for 60, 80, 100, 120 minutes. The changes in functional groups of cracking products were analyzed using FTIR (Fourier Transform Infra Red), while the analysis of components contained in the product was conducted using GCMS (Gas Chromatography Mass Spectra) analysis. The highest reaction conversion result (98.7%) was obtained at a temperature of 280°C and the reaction time of 100 minutes. The cracking process did not produce biofuels, but the compounds formed were in the form of tridecanoic acid ($C_{13}H_{26}NO_2$), Cholest-8-en-3-ol ($C_{28}H_{48}O$) and methyl vinyl ketone (C_4H_6O).

Keywords: FTIR, GCMS, PFAD, zeolite synthesys

1. Pendahuluan

Berdasarkan Kebijakan Umum Bidang Energi, ditegaskan bahwa pemenuhan kebutuhan energi dalam negeri perlu diarahkan sedemikian rupa menuju kepada diversifikasi sumber energi yaitu peningkatan *share* penggunaan energi non-minyak mengingat bahwa ekspor minyak mentah masih merupakan salah satu andalan sumber pendapatan devisa negara. Oleh karena itu, dipandang perlu untuk mengupayakan pengembangan bahan bakar cair alternatif yang dapat berkontribusi pada pemenuhan akan kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) Indonesia. Salah satu jenis bahan bakar cair alternatif yang dipandang berpotensi besar untuk dikembangkan di Indonesia adalah bahan bakar minyak dari sumber daya hayati. Mengingat tingkat kemampuan produksi minyak sawit nasional saat ini maupun masa mendatang yang cukup tinggi (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 (Soerawidjaja dkk., 2005).

Sejak tahun 2003 lalu, perkebunan sawit di Riau mulai berkembang secara signifikan. Pada tahun 2008, luas perkebunan sawit Riau mencapai lebih dari 2,6 juta hektar dan

menjadikan Riau sebagai penyumbang *crude palm oil* (CPO) terbesar di Indonesia. Mengingat Riau belum memiliki industri hilir pengolahan turunan minyak sawit, maka pabrik kelapa sawit (PKS) yang ada di Riau cenderung menjual CPO ke luar negeri. Oleh karena itu, pemerintah mencanangkan Riau sebagai kawasan cluster industri hilir berbasis pertanian dan oleokimia.

Pengolahan CPO sebagai bahan baku industri hilir berbasis oleokimia diawali dengan proses pemurnian CPO sehingga diperoleh RBPO (*refined bleached deodorized palm oil*). Proses pemurnian terdiri dari beberapa tahap, yaitu penyingkiran pospatida, penyingkiran warna yang tidak disukai dan penyingkiran bau. Tahap proses penyingkiran bau (*deodorizing*) dilakukan secara fisika yaitu *steam stripping*. Pada tahap ini akan terpisah asam lemak sawit (PFAD, *Palm Fatty Acid Distillate*) sebanyak 6% dari CPO umpan.

Asam lemak sawit destilat kemungkinan dapat dikonversi menjadi biofuel dengan proses perengkahan katalitik karena merupakan hidrokarbon rantai panjang. Penggunaan asam lemak sawit destilat sebagai bahan baku produksi biofuel tidak konflik dengan penyediaan pangan dan produk-produk vital lain dalam kehidupan. Penelitian sejenis yang mengkonversi minyak

nabati menjadi biofuel antara lain telah dilakukan oleh Twaiq dkk. (1999) merengkahkan minyak sawit menggunakan katalis HZSM-5, Zeolit β dan Zeolit USY pada *fixed bed microreactor*. Ooi dkk. (2004) telah membuat suatu model kinetika untuk perengkahkan minyak sawit menjadi diesel, kerosen dan gasolin menggunakan zeolit HZSM-5 dan $\text{NH}_4\text{ZSM-5}$. Nasikin dkk. (2006) melakukan perengkahkan minyak sawit dan metil ester asam lemak menggunakan katalis H-Zeolit yang dipreparasi dari zeolit alam. Buchori dan Widayat (2009) meneliti perengkahkan minyak goreng bekas dengan menggunakan katalis zeolit alam yang diaktivasi dengan asam. Nurjannah dkk. (2009) merengkahkan asam oleat menggunakan katalis HZSM-5 untuk menghasilkan biofuel.

Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh waktu dan temperatur reaksi terhadap konversi reaksi perengkahkan katalitik menggunakan katalis zeolit sintesis. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan mempelajari keberadaan komponen biofuel dalam produk.

2. Metodologi

2.1 Persiapan katalis zeolit sintesis

Katalis zeolit sintesis disiapkan berdasarkan penelitian Zahrina dkk. (2010). Katalis zeolit sintesis disiapkan dengan mencampur 200 gram *fly ash* dengan 840 gram aquades (suspensi 1). Sebanyak 11,972 gram natrium aluminat dilarutkan dengan 1000 gram aquades, kemudian ke dalam larutan tersebut dimasukkan 37,376 gram NaOH (suspensi 2). Selanjutnya suspensi 1 dicampur dengan suspensi 2 (suspensi 3). Ke dalam suspensi 3 ditambahkan 20,89 gram asam silika. Dilakukan pengadukan selama 30 menit. Setelah itu dimasukkan ke dalam *autoclave* pada temperatur 190°C dan waktu selama 12 jam. Padatan yang terbentuk dicuci dengan aquades. Kemudian padatan dikeringkan dalam oven pada temperatur 110°C selama 6 jam. Setelah itu produk dikalsinasi di dalam *furnace* pada temperatur 500°C selama 6 jam

2.2 Perengkahkan PFAD

Perengkahkan PFAD berlangsung secara *batch* dalam reaktor tangki berpengaduk. Rasio berat katalis per berat PFAD adalah 1:75. Rasio ini adalah besaran optimum dari penelitian Nasikin dkk., (2006). Reaksi dilakukan pada temperatur 240, 260, 280, 300°C dan waktu reaksi divariasikan 60, 80,

100, dan 120 menit. Untuk mengetahui konversi reaksi, maka dilakukan analisis kadar asam lemak dalam PFAD dan produk reaksi. Selain itu, produk reaksi juga dianalisis menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk mengetahui perubahan gugus fungsi serta GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectra*) untuk mengetahui komponen yang terkandung dalam produk. Analisis FTIR dilakukan di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas Padang dan analisis GCMS dilakukan di Jurusan Kimia UPI Bandung.

3. Hasil dan Pembahasan

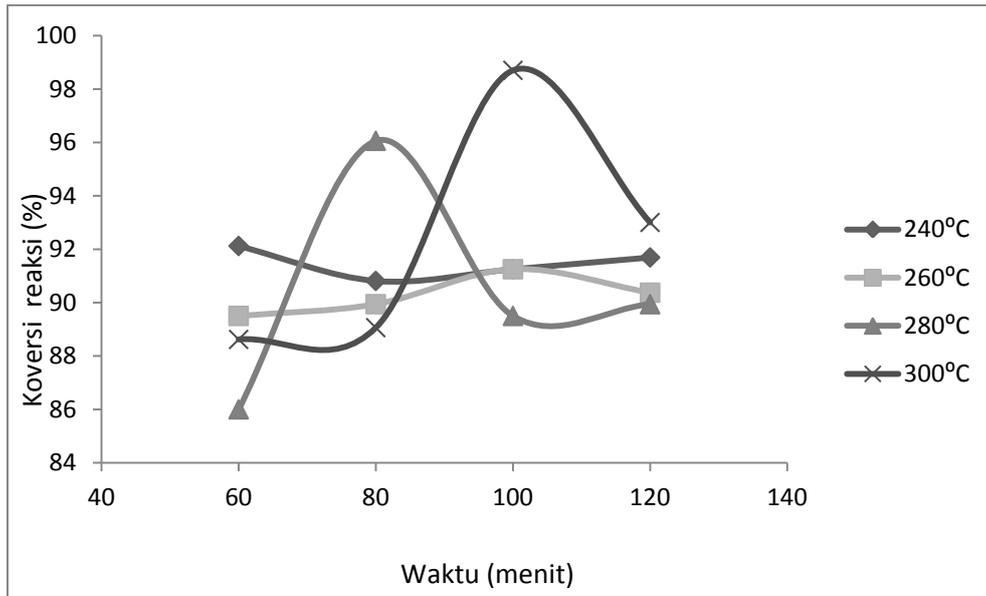
3.1 Pengaruh waktu dan temperatur terhadap konversi reaksi

Konversi PFAD menjadi *biofuel* pada penelitian ini berkisar antara 36 – 94 %. Konversi PFAD menjadi *biofuel* cenderung meningkat seiring dengan peningkatan waktu reaksi. Hasil konversi dapat dilihat pada Gambar 1.

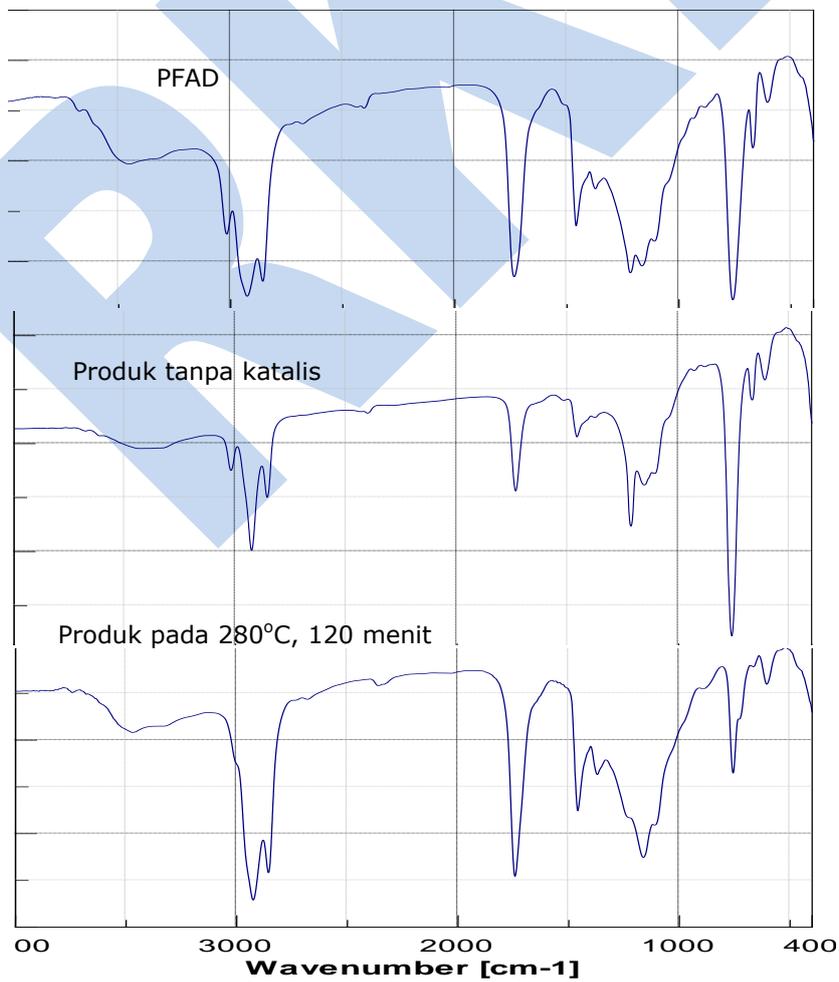
Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa konversi reaksi pada suhu 240°C , cenderung meningkat dengan bertambahnya waktu reaksi walau tidak signifikan. Pada saat suhu 260°C , semakin lama waktu reaksi (80 menit) maka konversi akan naik tetapi konversi menurun ketika waktu reaksi 100 menit. Pada saat suhu 280°C , konversi mengalami kenaikan jika waktu reaksi diperpanjang tetapi mengalami penurunan pada waktu tertentu. Hal ini terjadi karena terjadi reaksi oksidasi menghasilkan senyawa asam yaitu *Tridecanoic Acid* ($\text{C}_{13}\text{H}_{26}\text{NO}_2$) dan ikut teranalisis bersama dengan PFAD sisa reaksi dengan metode titrimetri. Pada suhu 300°C , konversi mengalami kenaikan yang tidak signifikan ketika waktu reaksi dinaikkan. Berdasarkan temperatur dan waktu reaksi, konversi terbaik didapat pada suhu reaksi 280°C dan waktu reaksi 100 menit dengan konversi mencapai 98,7%.

3.2 Karakterisasi Biofuel dengan FTIR

Produk hasil perengkahkan PFAD menjadi *biofuel* dengan katalis zeolit sintesis dikarakterisasi dengan FTIR dan dapat diketahui perubahan yang terjadi pada gugus fungsi produk tersebut. Rentang bilangan gugus fungsi untuk karakterisasi PFAD dan biofuel dapat dilihat pada Tabel 1. Pada spectrum FTIR PFAD ditemukan serapan untuk gugus $\text{C}=\text{O}$ pada 1750 cm^{-1} dan gugus fungsi karboksilat dari asam lemak.



Gambar 1. Pengaruh waktu dan temperatur terhadap konversi reaksi



Gambar 2. Spektrum FTIR PFAD, produk perengkahan tanpa katalis dan pada temperatur 280°C

Gugus karbonil untuk hasil perengkahan dapat berupa karbonil dari keton atau ester. Untuk menganalisis produk perengkahan, analisis selanjutnya dilakukan menggunakan GCMS.

Tabel 1. Rentang Bilangan Gugus Fungsi (Silverstein dkk., 1981)

| No | Gugus Fungsi | Bilangan Gelombang, cm^{-1} |
|----|--------------------|--------------------------------------|
| 1. | Ikatan Rangkap C=O | 1680-1750 |
| 2. | Ikatan O-H | 2500-3300 |
| 3. | Ikatan C-H | 2853-2962 |
| 4. | Ikatan C-O | 1000-1300 |

Pada proses perengkahan, diharapkan gugus fungsi karboksil dari asam lemak dalam PFAD terputus. Pemutusan yang paling mungkin terjadi pada ikatan rangkap alkena dalam rantai alkil PFAD, sehingga dihasilkan senyawa alkana dengan rantai yang lebih pendek. Perubahan gugus fungsi produk ini dapat diketahui dari hasil analisis FTIR. Hasil analisis FTIR PFAD produk perengkahan dapat dilihat pada Gambar 2.

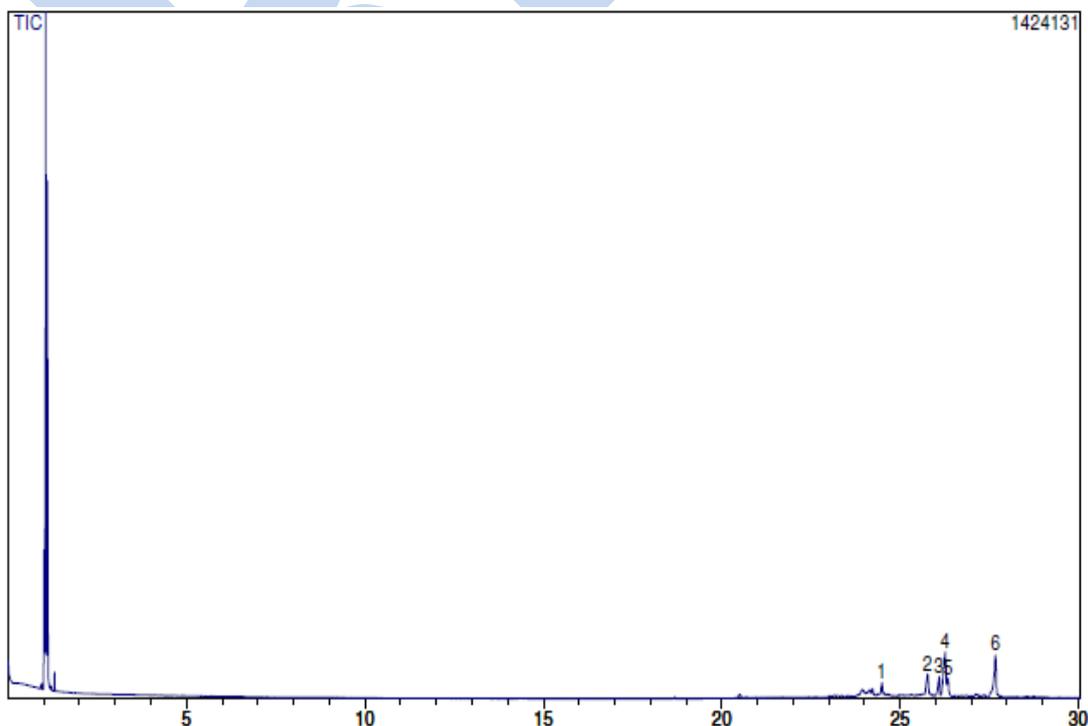
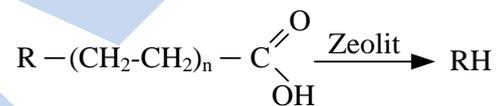
3.3 Karakterisasi Biofuel dengan GCMS

Analisis GCMS digunakan untuk identifikasi jenis senyawa karbonil. Hasil kromatogram GC untuk konversi reaksi terbesar pada suhu 280°C dan waktu reaksi 100 menit dapat

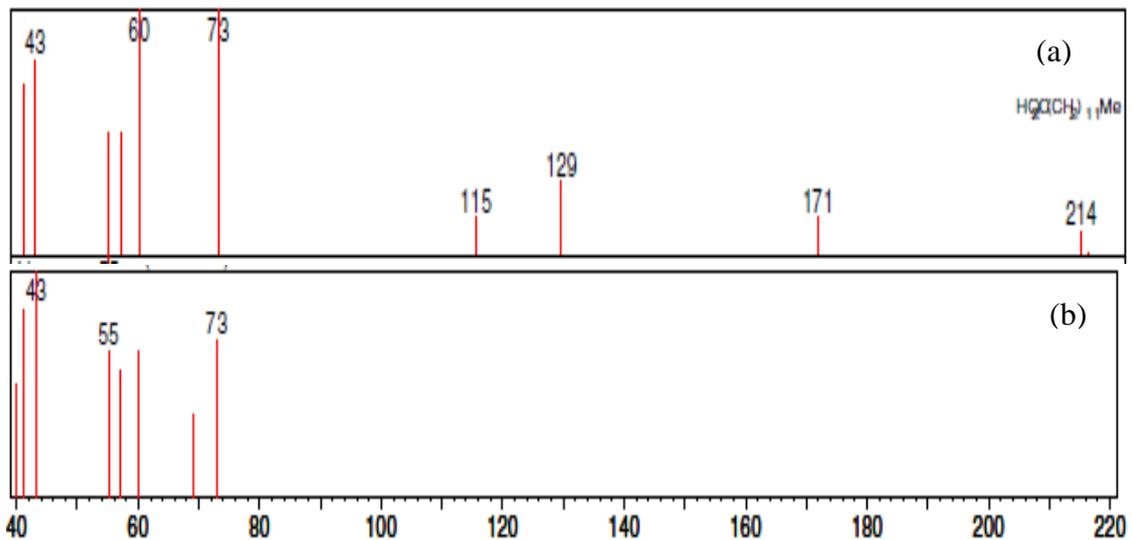
dilihat pada Gambar 3. Dari hasil kromatogram produk pada suhu 280°C dan waktu 100 menit yang ditampilkan pada Gambar 3, terdapat 6 senyawa dengan waktu retensi 24,492; 25,775; 26,092; 26,258; 26,342, dan 27,675 detik. Untuk mengidentifikasi keenam senyawa yang terbentuk pada masing-masing waktu retensi, dapat diketahui dari hasil spektrum massanya.

Dari spektrum massa produk perengkahan yang ditampilkan pada Gambar 4, dapat diketahui bahwa keenam senyawa tersebut identik, dan produk biofuel yang diinginkan belum diperoleh. Dua macam spektrum massa yang berbeda dari pemisahan dengan GC yaitu cyclopenten-1-on dan androstan dari kelompok steroid.

Dari analisis FTIR dan GCMS, maka produk-produk perengkahan PFAD dengan atau tanpa katalis belum didapatkan senyawa alkana dengan rantai yang lebih pendek. Senyawa yang dihasilkan, diduga dari kelompok keton dan jenis steroid seperti kolesterol dan androstan. Pada perengkahan PFAD produk reaksi yang diharapkan adalah alkana seperti reaksi berikut:



Gambar 3. Kromatogram produk pada suhu 280 °C dan waktu 100 menit

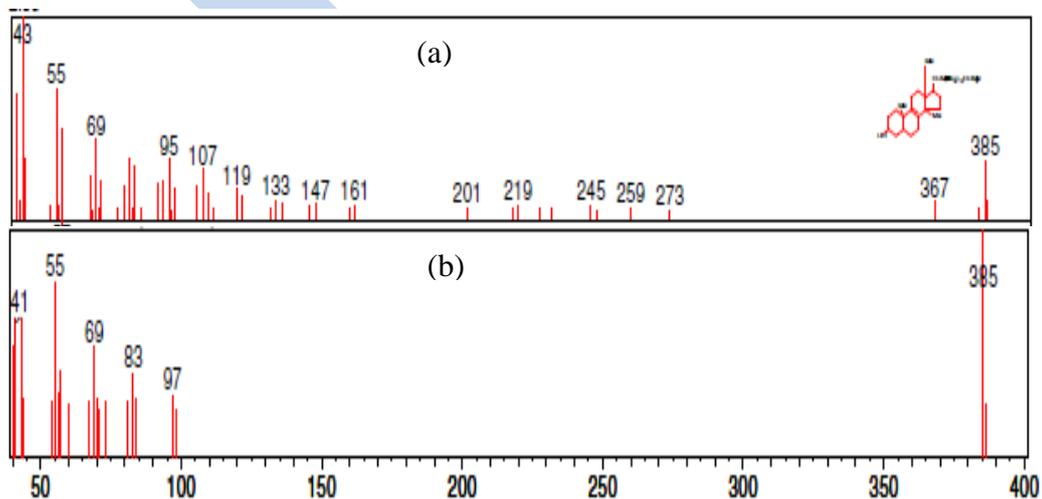


Gambar 4. Spektrum massa untuk waktu retensi 18,717 detik

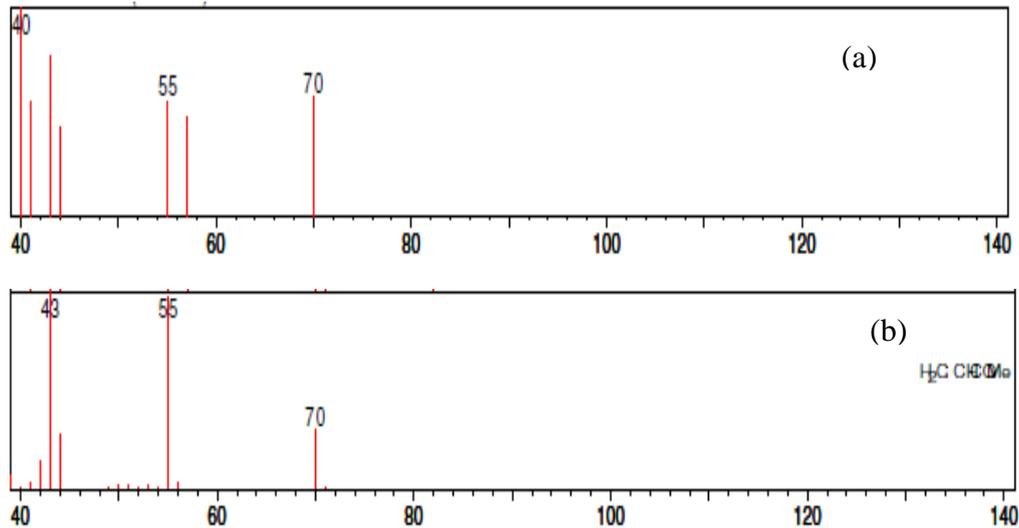
Untuk mengidentifikasi jenis senyawa karbonil yang terbentuk digunakan analisis GCMS. Hasil fragmentasi spektrum massa dapat dilihat pada Gambar 4 sampai 6 untuk waktu retensi yang berbeda. Gambar 4 memperlihatkan spektrum massa senyawa dengan waktu retensi 18,717 detik. Senyawa hasil perengkahan PFAD ditunjukkan oleh Gambar 4(b). Senyawa ini memiliki berat molekul 73 dan bila dibandingkan dengan Gambar 4(a) yang merupakan spektrum massa suatu senyawa standar, maka senyawa ini diduga adalah Tridecanoic Acid ($C_{13}H_{26}NO_2$).

Gambar 5 menunjukkan spektrum massa senyawa dengan waktu retensi 20,542 detik. Senyawa hasil perengkahan PFAD

ditunjukkan oleh Gambar 5(a). Senyawa ini memiliki berat molekul 385 dan bila dibandingkan dengan Gambar 5(b) yang merupakan spektrum massa suatu senyawa standar maka senyawa ini diduga adalah Cholest-8-en-3-ol ($C_{28}H_{48}O$). Keberadaan senyawa kolesterol dari produk, karena dalam PFAD juga ada golongan lipid lainnya misalnya kolesterol, zat warna atau lilin. Gambar 6 menunjukkan spektrum massa senyawa dengan waktu retensi 21,700 detik. Senyawa hasil perengkahan PFAD ditunjukkan oleh Gambar 6(a). Senyawa ini memiliki berat molekul 70 dan bila dibandingkan dengan Gambar b yang merupakan spektrum massa suatu senyawa standar, maka senyawa ini diduga adalah 3-Buten-2-on (CAS), metil vinil keton (C_4H_6O).



Gambar 5. Spektrum Massa Untuk Waktu Retensi 20,542 detik



Gambar 6. Spektrum Massa Untuk Waktu Retensi 21,700 detik

4. Kesimpulan

Konversi reaksi tertinggi (98,7%) diperoleh pada temperatur 280°C dan waktu reaksi 100 menit. Berdasarkan hasil analisis menggunakan FTIR dan GCMS dapat diketahui bahwa proses perengkahan PFAD tidak menghasilkan biofuel. Senyawa yang terbentuk berupa tridecanoic acid ($C_{13}H_{26}NO_2$), Cholest-8-en-3-ol ($C_{28}H_{48}O$) dan Metil vinil keton (C_4H_6O).

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DP2M Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui Hibah Bersaing tahun anggaran 2010. Terima kasih juga penulis haturkan kepada Rektor UR dan Dekan Fakultas Teknik UR. Serta terimakasih kepada Pitta Heriani Gultom yang telah melaksanakan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- 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 Conversion of Palm Oil-Based Fatty Acid Mixture to Liquid Fuel. *Journal Biomass and Bioenergy*, Vol. 27, No. 5, 477-484
- Silverstein, Bassler, Morrill (1981) *Spectrometric Identification of Organic Compounds*, Jhon Wiley and Sons, Inc.
- 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, Bhatia S (1999) Catalytic Conversion of Palm Oil to Hydrocarbons: Performance of Various Zeolite Catalysts, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 38, 3230-3237.
- Widayat., Buchori, L. (2005) Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses Catalytic Cracking, *Prosiding Seminar Teknik Kimia Indonesia*, Bandung.
- Zahrina, I., Yelmida, Akbar, F (2010) Sintesis ZSM-5 Tanpa Templat dari Fly Ash Sawit Sebagai Sumber Silika, *Prosiding Seminar Nasional Bioenergi*, Pekanbaru.