

**Perengkahan *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) Menjadi *Biofuel*
Menggunakan Katalis H-Zeolit dengan Variasi Temperatur
Reaksi dan Konsentrasi H-Zeolit**

Miftahul Khaer, Fajri Akbar, Ida Zahrina

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya UR Km 12,5 Panam, Pekanbaru Telp. 0761-566937
E-mail: miftahulkhaer89@yahoo.co.id

Abstract

Cracking reaction *Palm Fatty Acid* distillate (PFAD) with fixed variable catalyst/PFAD 1/75 and a cracking time for 2 hours, while the temperature variables were changed at 340, 360, 380⁰C and H-zeolite catalyst by preparation with acid 1 N, 2 N, 3 N . Catalyst characterization using X-Ray Diffraction (XRD) and the product obtained was analyzed using Gas Chromatography Mass Spectra (GCMS). The highest reaction conversion result 52% was obtained at a temperature of 280⁰C and H-Zeolite catalysts 3 N. Products containing alkane fraction 47,41%, consisting of gasoline fraction 2,1%, kerosene 2,17% and diesel 41,14%.

Keywords : *Biofuel*, Cracking, GCMS, H-Zeolit, PFAD.

1. Pendahuluan

Bahan bakar merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan. Hampir semua kegiatan yang dilakukan membutuhkan bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan sekarang berasal dari minyak mentah yang diambil dari perut bumi. Namun minyak bumi merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, sehingga untuk beberapa tahun kedepan diperkirakan masyarakat akan mengalami kekurangan bahan bakar. Cadangan minyak bumi di tahun 2012 hanya sekitar 3,92 miliar barel, menurun dari cadangan tahun 2011 yang berada di angka 4,03 miliar barel. Diperkirakan akan habis dalam 13 tahun mendatang

(Rubiandini, 2011). Oleh karena itu, mulai saat ini perlu dipikirkan energi alternatif yang dapat dikembangkan sebagai pengganti minyak bumi. Salah satu jenis bahan bakar cair alternatif yang dipandang berpotensi besar untuk dikembangkan di Indonesia adalah bahan bakar minyak dari sumber daya hayati.

Bahan baku BBM alternatif yang berasal dari pengolahan kelapa sawit dapat berupa CPO (*Crude Palm Oil*), RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*), olein, stearin, dan *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD). Tetapi pemakaian CPO sebagai bahan baku BBM alternatif sangat bersaing karena CPO digunakan juga untuk pangan, oleh karena itu perlu dicari bahan baku yang pemakaiannya tidak bersaing

dengan kebutuhan pokok manusia dan harganya murah.

Proses pembuatan minyak goreng dari CPO akan menghasilkan 73% olein, 21% stearin, 5-6% *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) dan 0,5-1% CPO parit. Olein digunakan untuk minyak goreng, sedangkan stearin digunakan untuk membuat margarin, shortening, bahan baku industri sabun dan deterjen. PFAD sangat cocok dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan BBM alternatif karena harganya relatif murah sekitar 80% dari harga CPO standar (Prihandana dkk, 2006).

Zeolit alam tersusun oleh bermacam-macam zat kimia yang kompleks maka senyawa yang tidak diperlukan dalam proses katalitik perlu dihilangkan terlebih dahulu agar aktivitas katalitiknya optimum dengan cara memodifikasi zeolit alam dengan perlakuan asam, sehingga yang tertinggal hanyalah kerangka Si-Al dari zeolit alam saja (Jon, 2001).

Iswara (2006) melakukan perengkahan minyak kelapa sawit menggunakan katalis H-Zeolit untuk menghasilkan *biogasoline*. Reaksi dilakukan dalam fasa cair dengan rasio berat katalis per berat umpan 1:75 di dalam reaktor tumpak berpengaduk dengan variasi waktu 1 hingga 2 jam pada suhu 300-320°C. Produk yang dihasilkan pada proses perengkahan memiliki densitas 0,77 g/mL dan titik didih akhir 255°C. Konversi reaksi yang diperoleh adalah 21,56% dan *yield* bensin sebesar 58%.

Nasikin dkk (2006) melakukan perengkahan minyak sawit dan metil ester asam lemak menggunakan katalis H-Zeolit yang di preparasi

dari zeolit alam. Reaksi perengkahan katalitik dilakukan secara tumpak pada rentang temperatur 300-320°C dengan waktu reaksi 1-2 jam. Dari perengkahan tersebut diperoleh *biogasoline*.

Asam lemak sawit destilat (PFAD) dominan mengandung asam lemak bebas dan trigliserida dalam jumlah sedikit. Trigliserida dan asam lemak bebas merupakan hidrokarbon rantai panjang sehingga bila direngkah akan menghasilkan bahan bakar minyak (Zahrina dkk, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu reaksi terhadap *yield biofuel* yang dihasilkan, mengetahui pengaruh rasio konsentrasi asam pada preparasi zeolit terhadap *yield biofuel* yang dihasilkan, mengetahui *yield biofuel* yang tertinggi dari suhu dan rasio konsentrasi asam zeolit yang divariasikan, dan mengetahui karakteristik sifat kimia dan sifat fisika *biofuel* yang dihasilkan.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Pembuatan Katalis H-Zeolit

Katalis H-Zeolit dipreparasi dari zeolit alam melalui tahapan yang telah dilakukan oleh Nasikin dkk (2006) yaitu zeolit alam sebanyak 400 gram dengan ukuran partikel 40 mesh diaduk dengan larutan NH₄Cl 1 N selama 50 jam dengan kecepatan pengadukan 500 rpm yang bertujuan melakukan pertukaran ion untuk menghasilkan NH₄-Zeolit. Padatan zeolit dipisahkan, dicuci dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 110°C selama 3 jam dan dilanjutkan dengan kalsinasi dengan mengalirkan nitrogen pada suhu 500°C selama 3

jam untuk menghilangkan NH_3 dari NH_4 -Zeolit, sehingga diperoleh H-Zeolit. Dilakukan kembali pembuatan H-Zeolit dengan larutan NH_4Cl 2 N dan 3 N. Kemudian Katalis H-Zeolit dianalisa XRD zeolit alam dan katalis H-Zeolit dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik FMIPA Universitas Gajah Mada Jogjakarta.

2.2 Perengkahan PFAD

Reaksi perengkahan PFAD akan berlangsung secara *batch* dengan reaktan yang berupa PFAD. Reaksi dilakukan pada rentang suhu 340, 360, 380°C dan konsentrasi asam NH_4Cl 1, 2, dan 3 N pada preparasi H-Zeolit. Katalis H-zeolit dalam bentuk serbuk dimasukkan ke dalam reaktor bersama PFAD. Proses perengkahan dilakukan dengan jumlah umpan 1:75 selama 120 menit.

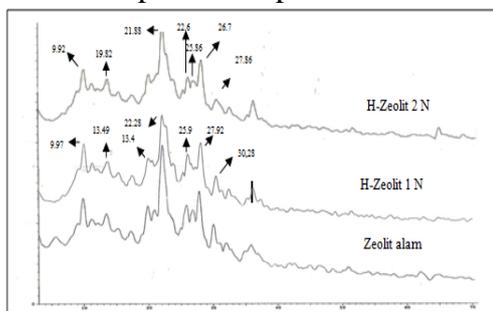
Hasil produk yang diperoleh kemudian dikarakterisasi berdasarkan sifat kimia dan sifat fisiknya. Karakterisasi sifat kimia *biofuel* dianalisa dengan menggunakan *gas chromatography-mass spectroscopy* (GC-MS) untuk mengidentifikasi dan menentukan kuantitas dari komponen kimia yang terkandung pada produk. Karakterisasi sifat fisika meliputi densitas, viskositas, titik nyala dan nilai kalor. Analisa GC-MS dilakukan di laboratorium kimia organik fakultas MIPA Universitas Gajah Mada Jogjakarta, analisa densitas dan viskositas dilakukan di laboratorium kimia fisika fakultas MIPA Universitas Riau, analisa titik nyala dilakukan di laboratorium Reservoir Teknik Perminyakan

Universitas Islam Riau, dan analisa nilai kalor dilakukan di pusat studi pangan dan gizi Universitas Gajah Mada Jogjakarta.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakterisasi Katalis H-Zeolit Menggunakan XRD

Difraksi sinar-x merupakan metoda penting untuk mengkarakterisasi zeolit baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil karakterisasi katalis tanpa aktivasi dan katalis aktivasi dengan konsentrasi yang berbeda pada pengadukan selama 50 jam, pengeringan dengan oven pada temperatur 110°C selama 3 jam dan temperatur kalsinasi 500°C selama 3 jam dengan menggunakan difraksi sinar-x dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Difraktogram Zeolit Alam Tanpa Aktivasi dan Katalis H-Zeolit 1 N & 2 N

Pada difraktogram zeolit alam terdapat refleksi dengan intensitas yang tajam. Berdasarkan kecocokan nilai 2θ dengan data JCPDS, puncak katalis H-Zeolit 1 N dengan intensitas paling tinggi, yaitu pada $2\theta = 22,28^\circ$ menunjukkan keberadaan mineral *clinoptilolit* yang didukung juga dengan keberadaan puncak lainnya pada $2\theta = 30,28$. Kemudian

pada puncak dengan $2\theta = 27,92^\circ$ intensitasnya juga tajam yang menunjukkan keberadaan mineral *mordenit* yang didukung dengan keberadaan puncak pada $2\theta = 9,97^\circ$; $13,49^\circ$; $19,84^\circ$; $27,92^\circ$. Sedangkan pada H-Zeolit 2 N dilihat kecocokan nilai 2θ dengan data JCPDS, puncak dengan intensitas paling tinggi, yaitu pada $2\theta 21,88^\circ$ menunjukkan

keberadaan mineral *klinoptilolit* yang didukung juga dengan keberadaan puncak lainnya pada

$22,6^\circ$. Kemudian pada puncak dengan $2\theta 27,86^\circ$ intensitasnya juga tajam yang menunjukkan keberadaan mineral *mordenit* yang didukung dengan keberadaan puncak pada $2\theta 9,92^\circ$; $19,86^\circ$; $25,86^\circ$; $26,7^\circ$; $27,86^\circ$. Data-data identifikasi yang dicocokkan dari data JCPDS dan dari penelitian yang dilaporkan oleh Marita (2010) di tunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi Jenis Mineral pada Difraktogram Sinar-X

Komponen	20 Standar (JCPDS 6-239)	20 zeolit alam	Intensitas zeolit alam	20 H-Zeolit 1 N	Intensitas H-Zeolit 1 N	20 H-Zeolit 1 N	Intensitas H-Zeolit 1 N
<i>Mordenit</i>	9,84	9,86	186	9,97	168	9,92	135
	13,43	13,38	116	13,49	79	19,82	99
	19,60	19,84	152	19,84	101	25,86	94
	25,61	25,92	124	25,9	171	26,7	87
	27,65	27,80	239	27,92	193	27,86	188
Komponen	20 Standar (Marita 2010)	20 zeolit alam	Intensitas zeolit alam	20 H-Zeolit 1 N	Intensitas H-Zeolit 1 N	20 H-Zeolit 1 N	Intensitas H-Zeolit 1 N
<i>Klinoptilolit</i>	22,31	22,21	410	22,28	269	21,88	296
	30,03	30,05	114	30,28	80	22,6	177

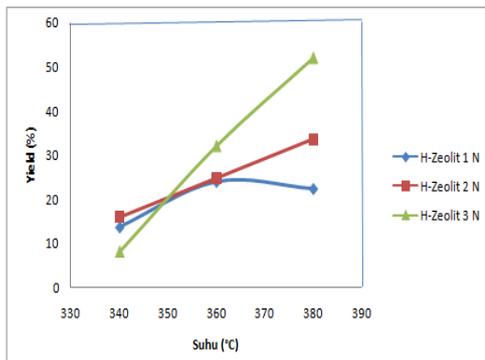
Dari tabel 1 menunjukkan katalis sebelum maupun sesudah diberi perlakuan asam tidak banyak mengalami perubahan. Menurut Lestari (2010), intensitas puncak-puncak zeolit sebelum maupun setelah diberi perlakuan asam tidak banyak mengalami perubahan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan asam tidak merusak sifat kristal dari katalis. Menurut Marita (2010),

perubahan intensitas puncak mengidentifikasi terjadinya peningkatan kristalinitas dari zeolit alam setelah dilakukan aktivasi, perubahan secara signifikan tampak pada peningkatan kristalinitas fasa amorf dari zeolit alam. Peningkatan kristalinitas ini erat kaitannya dengan larutnya pengotor-pengotor dan sebagian kerangka Al pada zeolit karena proses dealuminasi,

terlepasnya pengotor pada zeolit menyebabkan lebih membukanya pori zeolit sehingga luas permukaan katalis meningkat.

3.2 Pengaruh Variasi Suhu dan Konsentrasi Katalis H-zeolit Terhadap Yield Biofuel yang Dihasilkan

Proses perengkahan Palm *Fatty Acid Distillate* (PFAD) ini dilakukan pada suhu 340°C; 360°C; 380°C dan H-Zeolit dengan konsentrasi 1 N, 2 N, 3 N, dengan waktu reaksi selama 2 jam. Pengaruh variasi suhu dan konsentrasi katalis terhadap *yield* produk yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara *Yield* Produk Terhadap Pengaruh Suhu dan Konsentrasi H-Zeolit.

Dari hasil penelitian yang di tunjukkan pada Gambar 4.2 dapat dilihat *yield* produk tertinggi didapatkan pada suhu 380 °C dimana untuk konsentrasi H-Zeolit 3 N sebesar 52% dan *yield* terendah pada suhu 340°C dengan konsentrasi H-Zeolit 3 N sebesar 8%. Dari grafik pengaruh variasi suhu dan konsentrasi H-Zeolit terhadap *yield* produk ini menunjukkan bahwa konsentrasi H-Zeolit pada suhu rendah tidak berpengaruh pada *yield*

produk, sedangkan pada suhu tinggi konsentrasi H-Zeolit berpengaruh pada *yield* produk. Hal ini dapat dilihat pada kurva katalis H-Zeolit 1 N dengan suhu 380°C telah mengalami penurunan *yield*, sedangkan pada katalis 2 N dan 3 N terus mengalami peningkatan *yield*. Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi katalis H-Zeolit semakin baik kerja katalis H-Zeolit pada suhu tinggi. Konsentrasi katalis tinggi dapat meningkatkan stabilitas termal dan kekuatan asam yang sangat berpengaruh pada proses konversi katalitik senyawa organik. Inti aktif katalis zeolit yang berfungsi sebagai reaksi perengkahan adalah bagian asam bronstednya yang berpusat pada atom Al [Setiadi dan Dariyus 2006]. Dapat di simpulkan bahwa, untuk perlakuan variasi suhu dari 340°C sampai dengan 380°C dan perlakuan variasi H-Zeolit dengan konsentrasi 1 N sampai dengan konsentrasi 3 N didapatkan *yield* produk tertinggi pada suhu 380°C dan H-Zeolit dengan konsentrasi 3 N yaitu sebesar 52%.

3.3 Karakterisasi Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) dengan GC-MS

PFAD sebagai bahan dasar yang digunakan memiliki tampilan fisik berwarna kuning dan berwujud padat lunak pada suhu kamar. Karakterisasi PFAD diperlukan untuk mengetahui senyawa kimia yang terkandung pada PFAD. Adapun kandungan senyawa kimia yang teridentifikasi dalam PFAD ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Senyawa yang teridentifikasi dalam PFAD

Puncak	Komponen	Area %
1	<i>Ethane,1,1'-oxybis</i>	59,70
2	<i>Heptadecene-(8)-Carbonic Acid</i>	0,1
3	<i>2-hydroxy-2-methylpropanenitrile</i>	1,45
4	<i>Palmitic Acid</i>	38,75

3.4 Karakterisasi GC-MS Produk pada Suhu 340, 360, 380°C dengan Katalis H-Zeolit 1 N

Karakterisasi GC-MS menampilkan fraksi alkana yang merupakan fraksi *biofuel*. Kromatogram GC-MS hasil dari reaksi perengkahan PFAD sampel pada suhu 340, 360, 380°C dan katalis H-Zeolit 1 N ditunjukkan pada Tabel 3.

Pada perengkahan *palm fatty acid distillate* (PFAD) dengan katalis H-Zeolit 1 N diperoleh fraksi alkana maksimum pada suhu 360°C yaitu sebesar 48,77%. Jika dilihat dari tabel 3, fraksi alkana meningkat hingga suhu 360°C kemudian terjadi penurunan pada suhu 380°C. Menurunnya selektifitas H-zeolit pada suhu 380°C, hal ini disebabkan menurunnya peranan asam bronsted pada katalis. Dengan menurunnya asam bronsted maka menurunlah peranan katalis dalam mendonorkan proton kepada molekul, sehingga hasil perengkahan juga menurun. Inti aktif katalis zeolit yang berfungsi sebagai reaksi perengkahan adalah bagian asam bronstednya yang berpusat pada atom Al (Setiadi dan Dariyus 2006).

Tabel 3 Persentase Kandungan *Biofuel* pada Suhu 340, 360, 380°C dengan Katalis H-Zeolit 1 N

Fraksi	Senyawa	Katalis H-Zeolit 1 N		
		340°C	360°C	380°C
<i>Gasoline</i>	<i>Hexane</i> (C ₆ H ₁₄)	-	0,12	-
	<i>Heptane</i> (C ₇ H ₁₆)	-	0,31	0,28
	<i>Octane</i> (C ₈ H ₁₈)	0,35	0,78	0,94
	<i>Nonane</i> (C ₉ H ₂₀)	1,29	1,20	1,80
	<i>Decane</i> (C ₁₀ H ₂₂)	-	1,18	2,03
<i>Kerosene</i>	<i>Undecane</i> (C ₁₁ H ₂₄)	0,79	1,54	2,63
	<i>Dodecane</i> (C ₁₂ H ₂₆)	-	1,87	3,37
	<i>Tridecane</i> (C ₁₃ H ₂₈)	-	3,13	4,78
	<i>N-Tetradecane</i> (C ₁₄ H ₃₀)	-	2,62	-
<i>Diesel</i>	<i>Pentadecane</i> (C ₁₅ H ₃₂)	4,97	29,23	21,24
	<i>Hexadecane</i> (C ₁₆ H ₃₄)	-	-	7,35
	<i>Heptadecane</i> (C ₁₇ H ₃₆)	-	6,53	-
	<i>Octadecane</i> (C ₁₈ H ₃₈)	-	-	-
	<i>Nonadecane</i> (C ₁₉ H ₄₀)	-	0,26	-
Jumlah Fraksi Alkana (%)		7,41	48,77	45,19

3.5 Karakterisasi GC-MS Produk pada Suhu 340, 360, 380°C dengan Katalis H-Zeolit 2 N

Karakterisasi GC-MS menunjukkan fraksi alkana yang merupakan fraksi *biofuel*. Kromatogram GC-MS hasil dari reaksi perengkahan PFAD sampel pada temperatur 340, 360, 380°C dan katalis H-Zeolit 2 N ditunjukkan pada Tabel 4.

Pada perengkahan *palm fatty acid distillate* (PFAD) dengan katalis H-Zeolit 2 N diperoleh fraksi alkana maksimum pada suhu 360°C yaitu 47,99%, tidak berbeda jauh dengan suhu 380°C. Ini menunjukkan

selektifitas H-Zeolit 2 N stabil pada suhu tinggi. Hal ini terjadi karena kenaikan rasio Si/Al akan berpengaruh pada stabilitas zeolit terhadap suhu tinggi dan lingkungan yang reaktif seperti naiknya keasaman. Medan elektrostatis zeolit menyebabkan interaksi adsorbsinya dengan molekul lain berubah-ubah. Kekuatan asam dari sisi asam Bronsted akan bertambah dengan naiknya rasio Si/Al dan menurunnya konsentrasi kation dalam zeolit (Rosdiana, 2006).

Tabel 4 Persentase Kandungan *Biofuel* pada Suhu 340, 360, 380°C dengan Katalis H-Zeolit 2 N

Fraksi	Senyawa	Katalis H-Zeolit 2 N		
		340°C	360°C	380°C
Gasoline	Hexane (C ₆ H ₁₄)	-	0,31	0,87
	Heptane (C ₇ H ₁₆)	0,65	0,58	0,95
	Octane (C ₈ H ₁₈)	1,13	1,17	1,73
	Nonane (C ₉ H ₂₀)	1,38	1,50	2,15
	Decane (C ₁₀ H ₂₂)	0,70	1,25	2,02
Kerosene	Undecane (C ₁₁ H ₂₄)	0,88	1,53	2,24
	Dodecane (C ₁₂ H ₂₆)	0,56	1,55	2,66
Diesel	Tridecane (C ₁₃ H ₂₈)	1,24	2,27	4,08
	N-Tetradecane (C ₁₄ H ₃₀)	0,18	1,09	6,95
	Pentadecane (C ₁₅ H ₃₂)	30,19	30,12	22,45
	Hexadecane (C ₁₆ H ₃₄)	4,22	6,07	0,74
	Heptadecane (C ₁₇ H ₃₆)	-	-	-
	Octadecane (C ₁₈ H ₃₈)	-	0,37	-
	Nonadecane (C ₁₉ H ₄₀)	0,09	0,18	0,17
Jumlah Fraksi Alkana (%)		41,22	47,99	47,01

3.6 Karakterisasi GC-MS Produk pada Suhu 340, 360, 380°C dengan Katalis H-Zeolit 3 N

Karakterisasi GC-MS menampilkan fraksi alkana yang merupakan fraksi *biofuel* yang diinginkan. Kromatogram GC-MS hasil dari reaksi perengkahan PFAD sampel pada temperatur 340, 360, 380°C dan katalis H-Zeolit 3 N ditunjukkan pada Tabel 5.

Pada perengkahan *palm fatty acid distillate* (PFAD) dengan katalis H-Zeolit 3 N diperoleh fraksi alkana maksimum pada suhu 380°C yaitu sebesar 47,41%. Dilihat dari tabel 5, fraksi alkana terus meningkat hingga suhu 380°C, ini menunjukkan selektifitas H-Zeolit 3 N semakin baik pada suhu tinggi. Hal ini terjadi

karena kenaikan rasio Si/Al akan berpengaruh pada stabilitas zeolit terhadap suhu tinggi dan lingkungan yang reaktif seperti naiknya keasaman. Medan elektrostatis zeolit menyebabkan interaksi adsorbsinya dengan molekul lain berubah-ubah. Kekuatan asam dari sisi asam Bronsted akan bertambah dengan naiknya rasio Si/Al dan menurunnya konsentrasi kation dalam zeolit. Sementara itu perubahan struktur unit bangun sekunder dari zeolit sangat penting dalam proses katalisis karena pori inilah yang berperan sebagai mikroreaktor dan memungkinkan untuk mendapatkan reaksi katalitik yang diinginkan menurut aturan bentuk selektivitas (Rosdiana, 2006).

Tabel 5 Persentase Kandungan *Biofuel* pada Suhu 340, 360, 380°C dengan Katalis H-Zeolit 3 N

Fraksi	Senyawa	Katalis H-Zeolit 3 N		
		340°C	360°C	380°C
Gasoline	Hexane (C ₆ H ₁₄)	-	0,57	0,59
	Heptane (C ₇ H ₁₆)	0,30	0,59	0,57
	Octane (C ₈ H ₁₈)	1,04	1,03	0,93
	Nonane (C ₉ H ₂₀)	2,21	1,31	1,15
	Decane (C ₁₀ H ₂₂)	1,56	1,14	0,86
Kerosene	Undecane (C ₁₁ H ₂₄)	2,28	1,34	1,07
	Dodecane (C ₁₂ H ₂₆)	1,94	1,52	1,10
Diesel	Tridecane (C ₁₃ H ₂₈)	3,43	2,52	2,16
	N-Tetradecane (C ₁₄ H ₃₀)	0,43	1,89	0,45
	Pentadecane (C ₁₅ H ₃₂)	28,81	26,28	32,22
	Hexadecane (C ₁₆ H ₃₄)	1,56	0,41	6,08
	Heptadecane (C ₁₇ H ₃₆)	-	-	-
	Octadecane (C ₁₈ H ₃₈)	-	-	-
	Nonadecane (C ₁₉ H ₄₀)	-	0,29	0,23
Jumlah Fraksi Alkana (%)		43,56	38,89	47,41

3.7 Karakterisasi *Biofuel* Secara Fisika

Biofuel yang diperoleh dari perengkahan *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) ini kemudian dianalisa sifat fisiknya diantaranya Viskositas, massa jenis (*densitas*), titik nyala (*flash point*) dan nilai kalor. Sampel *biofuel* yang di analisa adalah sampel dengan *yield* tertinggi yaitu pada T 380 °C dan katalis H-zeolit 3 N yang mengandung fraksi dominan yaitu fraksi *diesel*. Kemudian Hasil yang diperoleh ini dibandingkan dengan nilai standar *diesel* ASTM D-975 dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Perbandingan Karakteristik Sifat Fisika *Biofuel*

Parameter	Standar <i>Diesel</i> ASTM D-975	<i>Biofuel</i> Penelitian
Densitas (g/ml)	0,82-0,87	0,832
Viskositas mm ² /s	1,3-2,4	1,66
<i>Flash point</i> (°C)	Min. 38	35
Nilai kalor (MJ/kg)	Min. 45,30	42,38

Densitas suatu sampel minyak berhubungan dengan kualitas penyalan, artinya jika nilai densitas suatu sampel berada di atas nilai standar densitas minyak *diesel* maka akan memperlama proses penyalan sampel sebagai bahan bakar akibat banyaknya komponen-komponen yang terkandung dalam sampel tersebut (Mahmud, 2010). Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 4.6, nilai densitas *biofuel* sebesar 0,832 g/ml dan jika dibandingkan dengan nilai standar ASTM D-975, nilai densitas ini

sesuai dengan karakteristik minyak *diesel*.

Nilai viskositas *biofuel* yang didapatkan adalah 1,66 mm²/s. Hal ini menunjukkan nilai viskositas *biofuel* berada pada rentang nilai standar minyak *diesel*. Mahmud (2010), menyatakan apabila sampel minyak memiliki viskositas yang tinggi, maka sampel tersebut tidak cocok jika langsung digunakan sebagai bahan bakar mesin, karena sering menimbulkan permasalahan dalam pengoperasian seperti deposit karbon, perekatan jaringan minyak, dan pengentalan atau membentuk gel akibat adanya kontaminan.

Titik nyala berhubungan langsung dengan penyimpanan dan penanganan suatu bahan bakar (Shreve, 1956). Titik nyala yang tinggi akan memudahkan penyimpanan bahan bakar, karena bahan bakar tidak akan mudah terbakar pada temperatur ruang. Tetapi titik nyala yang rendah akan berbahaya dalam hal penyimpanannya karena resiko penyalan. Titik nyala *biofuel* yang dihasilkan yaitu 35°C, lebih rendah dibandingkan bahan bakar *diesel* yaitu suhu 38°C. Lebih rendahnya titik nyala *biofuel* disebabkan karena jumlah rantai karbon *biofuel* yang dihasilkan mulai dari C₆-C₁₉ yang juga merupakan fraksi *gasoline*, *kerosene*, dan juga *diesel*.

Nilai kalor merupakan ukuran panas atau energi yang dihasilkan, dan diukur sebagai nilai kalor kotor / *gross calorific value*. Nilai kalor sampel minyak didapatkan dengan melakukan proses pembakaran sampel minyak tersebut. Pada proses pembakaran sejumlah komponen pada minyak (trigliserida dan

nontrigliserida) akan terbakar dan pada pembakaran yang sempurna akan menghasilkan produk berupa karbondioksida dan uap air disertai pelepasan sejumlah energi yang disebut juga reaksi eksotermis (Mahmud, 2010). Nilai kalor *biofuel* yang diuji pada penelitian ini yaitu sebesar 40.39 MJ/kg atau setara dengan 10130,913 kKal/kg. Nilai ini cukup besar dan hampir mendekati nilai kalor bahan bakar *diesel* standar yaitu sekitar 45.30 MJ/kg.

Untuk mendapatkan nilai standar titik nyala dan nilai kalor perlu dilakukan pemisahan senyawa alkana dengan senyawa-senyawa lainnya yang didapatkan dari hasil perengkahan. Kemudian fraksi alkana juga dilakukan pemisahan untuk memisahkan fraksi *gasoline*, *kerosene*, dan *diesel*. Pemisahan senyawa-senyawa ini dapat dilakukan dengan proses distilasi.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian perengkahan *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) memberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Reaksi perengkahan *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) pada temperatur 340°, 360°C, 380°C *yield* produk tertinggi pada suhu 360°C dengan katalis H-Zeolit 1 N, sedangkan katalis H-Zeolit dengan konsentrasi 2 N dan 3 N akan menghasilkan jumlah *yield* produk yang lebih tinggi seiring meningkatnya konsentrasi katalis pada suhu 380°C.
2. *Yield* produk tertinggi diperoleh pada kondisi suhu 380°C dan

katalis H-Zeolit 3 N yaitu sebesar 52%.

3. *Biofuel* terdiri dari fraksi *gasoline*, *kerosene*, dan *diesel* dengan densitas 0,832 g/ml, viskositas 1,66 cSt, titik nyala 35°C, dan nilai kalor 42,28 MJ/kg

4.2 Saran

Dari hasil penelitian perengkahan *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan katalis dengan konsentrasi lebih tinggi.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut perengkahan *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) dengan katalis impregnasi logam dengan tujuan untuk meningkatkan *yield* produk.

Daftar Pustaka

- Adzani, S. A. A., 2011, Karakterisasi Dan Uji Aktivitas Katalis Ni/Zeolit Hasil Preparasi Pada Reaksi Hidrogenasi Perengkahan Katalitik Asam Oleat, *skripsi*, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Iswara, 2006., Sintesis *biogasoline* dari minyak kelapa sawit melalui reaksi perengkahan katalitik pada fasa cair menggunakan katalis H-zeolit, *Skripsi*, Universitas Indonesia.
- Jon, H, 2001., Karakterisasi zeolit alami termodifikasi asam, *Skripsi*, Jurusan FMIPA, IPB.
- Lestari, D.Y., 2010, Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara, *Prosiding Seminar*

- Nasional Teknik Kimia Indonesia*, Yogyakarta.
- Mahmud, N.A., 2010, Penentuan Nilai Kalor Berbagai komposisi Campuran Bahan Bakar Minyak Nabati, *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Marita, E., 2010, Sintesa dan Karakterisasi Katalis Ni/NZA untuk Proses *Catalytic Cracking* Tandan Kosong Sawit Menjadi Bahan Bakar Cair, *skripsi*, Universitas Riau.
- Nasikin, M., Wahid, A., 2005, Perengkahan Metil Ester menjadi Biogasolin dengan katalis zeolit alam. *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan aplikasi Teknik Kimia 2005*, Institut Teknologi sepuluh November, Surabaya.
- Nasikin, M., Wahid, A., dan Iswara, G., 2006, Perengkahan Katalitik Fasa Cair Minyak Sawit Menjadi Biogasolin, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*, Palembang.
- Nasikin, M., Wijanarko, A., dan Mawardi D.A., 2006, Produksi Biogasoline dari Minyak Sawit melalui Reaksi Perengkahan Katalitik dengan Katalis γ -Alumina, *Makara Teknologi*, Vol. 10, No. 2 November 2006, 1-60.
- Nurjannah, Roesyadi, A., Prajitno, D.H., 2010, Konversi Katalitik Minyak Sawit Untuk Menghasilkan Biofuel Menggunakan Silika Alumina dan HZSM-5, *Reaktor*, Vol. 13 No. 1, Hal 37-43.
- Prihandana, R., Hendroko, R., dan Nuramin., 2006, *Menghasilkan Biodisel Murah Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*, Jakarta, Agromedia.
- Rosdiana, T., 2006, Pencirian dan Uji Aktivitas Katalitik Zeolit Alam Teraktivasi, *Skripsi*, Institut Pertanian Bogor.
- Rubiandini,R., 2011,Cadangan Minyak 2012 Turun 2,7 Persen, <http://www.migas.esdm.go.id/tracking/beritakemigasandetail/265276/0/Cadangan-Minyak-2012-Turun-2,7-Persen> , 18 April 2012.
- Shreve, R.N. 1956. Chemical Engineering Series, The chemical process industries. 2nd eds. New York, Toronto, London.
- Silitonga, J., Zahrina, I., dan Yelmida, 2012, *Esterifikasi Pfad (Palm Fatty Acid Distillate) Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis H-Zeolit Dengan Variabel Waktu Reaksi Dan Kecepatan Pengadukan*, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Setiadi., dan Dariyus., 2006, “Konversi Katalitik N-Butanol Menjadi Hidrokarbon C2-C4 Menggunakan Katalis Br2O3/Zeolit”, *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*, Palembang
- Suwarso, W.P., Gani, I.Y., dan Kusyanto., 2003, Sintesis Biodiesel dari Biji Minyak Ketapang yang berasal dari

Tumbuhan di Kampus UI
Depok, *Skripsi*, Universitas
Indonesia.

Zahrina, I., Saputra, E., dan Evelyn,
2006, "Sintesis ZSM-5 Tanpa
Templat Menggunakan Abu
Sawit Sebagai Sumber
Silika", *HEDS Seminar on
Science and Tecnology*,
Jakarta.