

## Upgrading Crude Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas menggunakan Katalis H-Zeolit

### Upgrading Crude Biodiesel of Used Cooking Oil using H-Zeolite Catalyst

Isalmi Aziz<sup>1\*</sup>, Muhamad Akbar Tafdila<sup>1</sup>, Siti Nurbayti<sup>1</sup>, Lisa Adhani<sup>2</sup>, Wahyu Permata<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta  
Jl. Ir.H.Juanda No 95 Ciputat, Banten, Indonesia 15412

<sup>2</sup>Teknik Kimia, Universitas Bayangkara, Bekasi Jawa Barat, Indonesia 12140

<sup>3</sup>Laboratorium Lingkungan PLT UIN Syarif Hidayatullah Jakarta  
Jl. Ir.H.Juanda No 95 Ciputat, Banten, Indonesia 15412

\*Corresponding author: [isalmikimia@uinjkt.ac.id](mailto:isalmikimia@uinjkt.ac.id)

Receive: January 2019; Revision: April 2019; Accepted: May 2019; Available online: May 2019

#### Abstrak

*Crude biodiesel* hasil transesterifikasi minyak goreng bekas dapat ditingkatkan kualitasnya melalui proses *catalytic cracking* menggunakan zeolit alam. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum proses *catalytic cracking* dan sifat fisika dan kimia *biofuel* yang dihasilkan. Reaksi dijalankan dalam reaktor dengan memvariasikan waktu (1, 2 dan 3 jam), konsentrasi katalis (3, 5 dan 7 %), ukuran partikel katalis (180, 250 dan 630 $\mu$ m) dan suhu reaksi (325, 350 dan 375 $^{\circ}$ C). Kondisi optimum proses *catalytic cracking crude biodiesel* didapatkan pada : waktu 3 jam, konsentrasi katalis 7%, ukuran partikel katalis 180  $\mu$ m dan suhu reaksi 375 $^{\circ}$ C. *Biofuel* yang dihasilkan mengandung 6,26% fraksi bensin(C<sub>5</sub>-C<sub>11</sub>); 17,6% kerosin (C<sub>12</sub>-C<sub>15</sub>), 47,73% biodiesel (C<sub>16</sub>-C<sub>20</sub>) dan asam lemak 28,4%. Analisis sifat fisik menunjukkan densitas 0,9631g/mL, titik tuang 12 $^{\circ}$ C, titik nyala 49 $^{\circ}$ C dan angka oktan 72,6.

**Kata kunci:** *catalytic cracking, crude biodiesel, angka oktan, biofuel.*

#### Abstract

Crude biodiesel from transesterification of used cooking oil can be improved in quality through catalytic cracking using natural zeolite. This study aims to determine the optimum conditions for catalytic cracking and the physical and chemical properties of biofuels produced. The reaction was carried out in the reactor by varying the time (1, 2 and 3 hours), catalyst concentration (3, 5 and 7%), catalyst particle size (180, 250 and 630  $\mu$ m) and reaction temperature (325, 350 and 375 $^{\circ}$ C). The optimum conditions for the catalytic cracking crude biodiesel process were obtained at: 3 hours, 7% catalyst concentration, catalyst particle size 180  $\mu$ m and reaction temperature 375  $^{\circ}$ C. The resulting biofuel contains 6.26% gasoline fraction (C<sub>5</sub>-C<sub>11</sub>); 17.6% kerosene (C<sub>12</sub>-C<sub>15</sub>), 47.73% biodiesel (C<sub>16</sub>-C<sub>20</sub>) and fatty acids 28.4%. Physical properties analysis showed density of 0.9631g/mL, pour point 12 $^{\circ}$ C, flash point 49 $^{\circ}$ C and octane number 72.6.

**Keywords:** *Catalytic cracking, crude biodiesel, octane number, biofuel.*

**DOI:** 10.15408/jkv.v5i1.10493

#### 1. PENDAHULUAN

*Crude biodiesel* merupakan produk yang dihasilkan dari transesterifikasi minyak goreng bekas yang masih mengandung senyawa pengotor berupa metanol, katalis dan sisa minyak yang tidak bereaksi sehingga tidak bisa digunakan langsung sebagai bahan bakar. Salah satu metode yang dikembangkan untuk

meningkatkan kualitas *crude biodiesel* adalah *catalytic cracking*. *Catalytic cracking* merupakan proses pemutusan rantai hidrokarbon berat menjadi hidrokarbon ringan dengan bantuan katalis (Rasyid *et al.*, 2015). Melalui proses ini *crude biodiesel* dapat dikonversi menjadi fraksi ringan seperti bensin

yang nilai kalornya lebih tinggi dan konsumsinya juga lebih besar.

Katalis yang digunakan adalah zeolit alam yang ketersediaannya cukup banyak di Indonesia. Zeolit alam ini masih banyak bercampur dengan pengotor (*impurities*). Zeolit alam pada umumnya memiliki stabilitas termal yang tidak terlalu tinggi, ukuran pori tidak seragam dan aktivitas katalitik rendah sehingga perlu dilakukan modifikasi atau aktivasi (Kartika dan Widyaningsih, 2012). Proses aktivasi juga dapat meningkatkan luas permukaan zeolit, sehingga kontak antar reaktan semakin besar. Selain itu aktivasi menggunakan perlakuan kimia dapat mengontrol aktivitas keasaman maupun selektivitas katalis (Firdaus *et al.*, 2013)

Penggunaan zeolit sebagai katalis sudah dilakukan beberapa peneliti. *Catalytic cracking* metil ester minyak limbah cair pabrik minyak kelapa sawit menggunakan katalis Cr/Mo/HZA. Pada proses ini dihasilkan rendemen kerosin 31.35 % dan diesel 10.16 % dengan suhu 350 °C selama 2 jam (Sundaryono *et al.*, 2015). Uji aktivitas zeolit alam Indonesia juga dilakukan pada reaksi *hydrocracking* ban bekas. Konversi reaksi didapatkan sebesar 65.76 % pada suhu 350 °C (tanpa kalsinasi) dan 64.25% pada suhu 450 °C (dengan kalsinasi) dengan selektivitas fraksi bensin 56.49% (Budiawan *et al.*, 2011). Hasil ini menunjukkan bahwa zeolit dapat digunakan sebagai katalis pada *catalytic cracking* berbagai bahan baku.

Penelitian ini mempelajari pengaruh suhu, konsentrasi katalis, ukuran partikel katalis dan waktu reaksi terhadap proses *catalytic cracking*. Variasi suhu yang digunakan adalah 325, 350, dan 375 °C, serta variasi konsentrasi katalis 1, 5 dan 7 %, ukuran partikel katalis 180, 250 dan 630 µm dan waktu reaksi 60, 120 dan 180 menit. Produk yang dihasilkan (*biofuel*) diuji sifat fisik dan kimianya yang meliputi: densitas, titik nyala, titik tuang dan angka oktan serta komposisi senyawa penyusunnya dengan GCMS.

## 2. METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor *batch catalytic cracking*, *Gas Chromatography Mass Spectroscopy* (GC-MS) Shimadzu, Ametek *miniflash*, Lauda *pour point, octane and fuel analyzer* Zeltex dan piknometer. Bahan-bahan yang digunakan adalah *crude biodiesel* dari

proses transesterifikasi minyak jelantah, zeolit alam yang diperoleh dari PT. Winatama Lampung, AgNO<sub>3</sub> (Merck) dan NH<sub>4</sub>Cl (Merck).

### Aktivasi Zeolit Alam Lampung (Dyer *et al.*, 2000)

Zeolit alam direndam dalam akuades sambil diaduk selama 3 hari (tiap hari selama 8 jam) pada suhu kamar. Kemudian disaring, endapan yang bersih dikeringkan dalam oven pada suhu 120 °C selama 2 jam. Selanjutnya zeolit direndam ke dalam larutan NH<sub>4</sub>Cl 1 M selama 24 jam pada suhu kamar. Setelah selesai, zeolit disaring, dicuci dengan akuades dan diuji kandungan ion kloridanya (Cl<sup>-</sup>) menggunakan larutan perak nitrat (AgNO<sub>3</sub>) hingga tidak terdapat endapan putih AgCl. Kemudian zeolit dikeringkan dalam oven pada suhu 120 °C. Setelah dingin, zeolit diletakkan dalam cawan porselin dan dikalsinasi pada suhu 450 °C dalam *furnace* selama 3 jam. Selanjutnya didinginkan dan diperoleh zeolit aktif (H-zeolit).

### *Catalytic Cracking Crude Biodiesel*

Sebanyak 50 mL *crude* biodiesel dan 2,5 gram H-zeolit dimasukkan ke dalam reaktor *catalytic cracking* beserta *magnetic stirrer*. Reaktor ditutup dan pemanas reaktor dijalankan hingga mencapai suhu 350°C. Setelah mencapai suhu 350 °C *stirrer* dinyalakan kemudian waktu mulai dihitung. Setelah itu dilakukan proses distilasi. Produk (*biofuel*) yang dihasilkan ditampung dan dihitung rendemennya. Proses *catalytic cracking* dilakukan dengan memvariasikan waktu reaksi (120 dan 180 menit), konsentrasi katalis (1, 5 dan 7%), ukuran katalis (180, 250, 630µm) dan suhu (325, 350 dan 375°C).

### Analisis komponen kimia dengan GC-MS

Sebanyak 1 µL sampel diinjeksikan ke dalam kolom GC dengan menggunakan metode *autosampler*. Pemisahan dilakukan dalam kolom RTx 1-MS Restech, 30 m x 0.25 mm ID, 0.25 µm, dengan fase diam *Poly dimethyl siloxan*, suhu injektor 250 °C, suhu kolom 40 °C dinaikan sampai 270 °C dengan kenaikan 10 °C/menit, laju alir 1,02 mL/menit. Detektor MS yang digunakan adalah Electron Multifier Detector (EMD) 70 MeV. Hasil analisis berupa spektrum massa dibandingkan dengan library WILLEY147 dan NIST47 yang terdapat pada software GCMS postrun analysis.

**Uji Titik Nyala** (ASTM, 1980)

Sampel dimasukkan ke dalam cawan dan dipanaskan dengan kecepatan pemanasan tetap. Selanjutnya setelah mencapai suhu tertentu 17-18 °C di bawah titik nyala yang diperkirakan, nyala uji diarahkan pada permukaan sampel untuk setiap kenaikan suhu 5 °C. Suhu paling rendah dimana uap minyak dalam campurannya dengan udara menyala, dicatat sebagai titik nyala.

**Uji Titik Tuang** (ASTM, 1987)

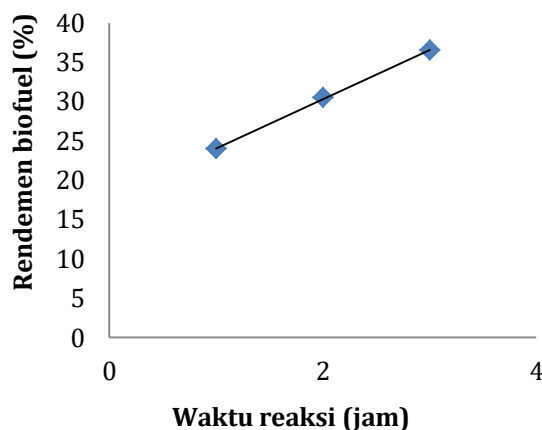
Sampel dimasukkan ke dalam tabung dan didinginkan. Setiap penurunan suhu 3 °C dilakukan uji sifat alir sampel. Suhu tertinggi dimana sampel tidak dapat mengalir dicatat sebagai titik padat. Titik tuang dapat didapatkan dengan menambahkan 3 °C kepada titik padat.

**Uji Angka Oktan** (ASTM, 2017)

Angka oktan diuji pada mesin CFR F1 dan memakai bahan bakar pembanding sebagai standar anti ketukan, bahan tersebut adalah campuran iso-oktana dengan n-heptana.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN****Pengaruh Waktu Reaksi**

Waktu reaksi divariasikan dari 1, 2 dan 3 jam. Variabel lain dibuat konstan pada konsentrasi katalis 5%, ukuran partikel katalis 180 µm dan suhu reaksi 375 °C. Produk hasil reaksi *catalytic cracking* (*biofuel*) dapat dilihat pada Gambar 1.



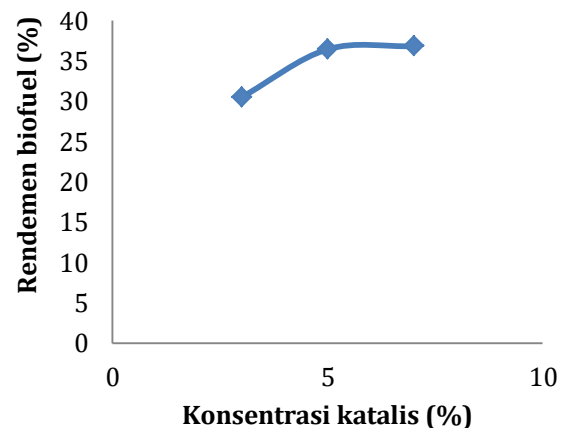
**Gambar 1.** Pengaruh waktu reaksi terhadap rendemen *biofuel*

Waktu reaksi dapat mempengaruhi rendemen *biofuel* yang dihasilkan seperti yang

terlihat pada Gambar 1. Waktu reaksi 3 jam menghasilkan rendemen *biofuel* tertinggi yaitu sebesar 36.46%. Semakin berkurang waktu, rendemen *biofuel* yang dihasilkan juga semakin berkurang. Hal ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya waktu, maka tumbukan antar molekul semakin banyak sehingga semakin banyak *crude biodiesel* yang mengalami pemutusan ikatan sehingga *biofuel* yang dihasilkan semakin banyak. Sirajudin *et al.*, (2013) memperoleh rendemen *biofuel* sebesar 28.87% dengan waktu reaksi 120 menit pada *catalytic cracking* minyak sawit.

**Pengaruh Konsentrasi Katalis**

Variabel proses selanjutnya adalah konsentrasi katalis. Variasi konsentrasi katalis yang digunakan adalah 3, 5 dan 7%. Waktu reaksi yang digunakan adalah 3 jam (terbaik), suhu 375 °C, dan ukuran partikel katalis 180µm. Rendemen *catalytic cracking crude biodiesel* dapat dilihat pada Gambar 2.



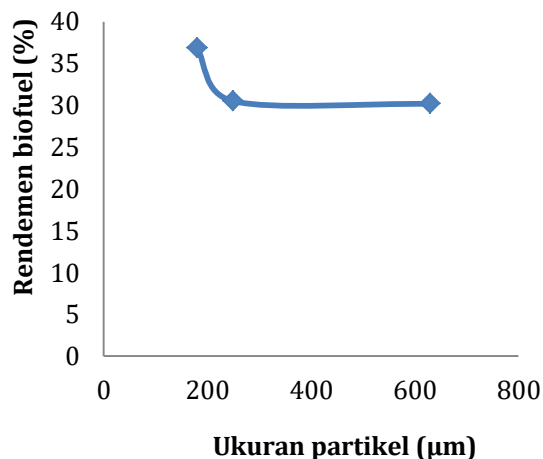
**Gambar 2.** Pengaruh konsentrasi katalis terhadap rendemen *biofuel*

Variasi konsentrasi memberikan pengaruh terhadap rendemen *biofuel*. Semakin besar konsentrasi katalis maka rendemen *biofuel* yang dihasilkan semakin besar, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Konsentrasi katalis 7% menghasilkan *biofuel* yang paling banyak dengan rendemen 36.84%, sedangkan rendemen konsentrasi katalis 3 dan 5 % masing-masing adalah 30.49 dan 36.46%. Menurut Zhang *et al.*, (2009) banyaknya produk yang dihasilkan dari reaksi *catalytic cracking* dipengaruhi secara langsung oleh situs aktif yang disediakan oleh katalis. Semakin banyak katalis yang digunakan maka semakin banyak situs aktif yang tersedia untuk reaksi *cracking*. Namun, peningkatan hasil

produk akan menurun bahkan hingga tidak terjadi peningkatan sama sekali pada saat penambahan jumlah katalis tertentu. Hasil penelitian ini memperlihatkan hasil produk yang menggunakan konsentrasi katalis 3 dan 5% peningkatan jumlah produk terjadi sebesar 19.57% sedangkan peningkatan hasil produk antara reaksi yang menggunakan konsentrasi katalis 5 dan 7% hanya meningkat sebesar 1.05%. Hal ini terjadi akibat pada saat penambahan katalis lebih lanjut mengakibatkan agregasi situs aktif katalis sehingga sejumlah besar residu *coke* terbentuk dan menutupi permukaan katalis sehingga mengurangi situs aktif.

### Pengaruh Ukuran Partikel Katalis

Variasi ukuran katalis yang digunakan yaitu 180, 250 dan 630  $\mu\text{m}$ . Waktu reaksi yang digunakan adalah 3 jam (terbaik), konsentrasi katalis 7% (terbaik) dan suhu reaksi 375  $^{\circ}\text{C}$ . Hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 3.



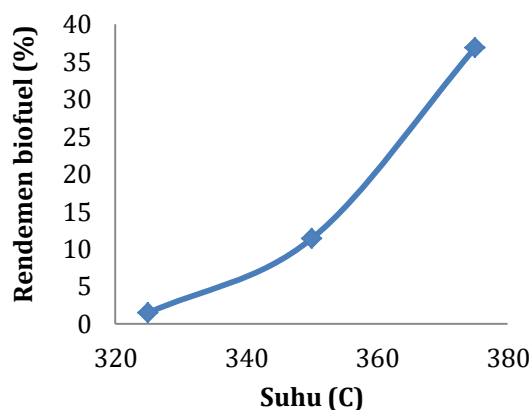
**Gambar 3.** Pengaruh ukuran partikel katalis terhadap rendemen produk

Ukuran partikel katalis 180  $\mu\text{m}$  menghasilkan rendemen *biofuel* yang paling banyak yaitu sebesar 36.84%, sedangkan ukuran partikel 250 dan 630  $\mu\text{m}$  masing-masing menghasilkan rendemen *biofuel* sebesar 30.49 dan 30.16%. H-Zeolit dengan ukuran partikel kecil bersifat lebih aktif dibandingkan zeolit dengan ukuran partikel besar. Hal ini dapat terjadi akibat ukuran partikel besar pada zeolit mengakibatkan sisi aktif zeolit menjadi terbatas sehingga proses *cracking crude biodiesel* menjadi lebih lambat. Selain itu lambannya difusi akibat reaktan dengan struktur yang besar tidak dapat masuk ke dalam celah dan pori zeolit sehingga hanya

dapat mengalami proses *cracking* pada permukaan saja (Reddy *et al.*, 2012). Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan ukuran partikel katalis terbaik adalah 180  $\mu\text{m}$ .

### Pengaruh Suhu Reaksi

Pada penelitian ini variasi suhu reaksi adalah 325, 350 dan 375  $^{\circ}\text{C}$ . Variabel kondisi optimum yang lainnya dibuat konstan seperti waktu reaksi 3 jam (terbaik), konsentrasi katalis 7% (terbaik) dan ukuran partikel katalis 180  $\mu\text{m}$  (terbaik). Perbandingan rendemen hasil *catalytic cracking* dapat dilihat pada gambar berikut:



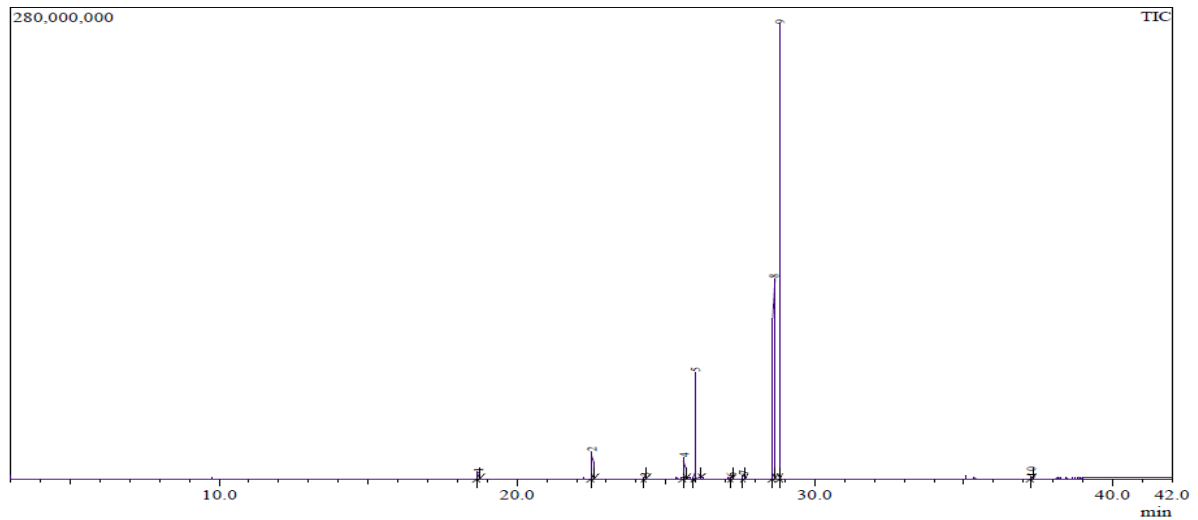
**Gambar 4.** Pengaruh suhu reaksi terhadap rendemen produk

Gambar 4 memperlihatkan pengaruh suhu reaksi terhadap rendemen *biofuel*. Suhu yang rendah yaitu 325  $^{\circ}\text{C}$  memberikan rendemen biofuel yang paling kecil yaitu 1.44%. Ketika suhu dinaikan maka rendemen juga semakin naik seperti pada suhu 350 dan 375  $^{\circ}\text{C}$ , rendemen yang dihasilkan 11.36 dan 36.84%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka *biofuel* yang dihasilkan akan semakin banyak. Peningkatan suhu menyebabkan molekul bergerak lebih cepat, sehingga peluang terjadi tumbukan antar molekul semakin besar. Peningkatan suhu menyebabkan kenaikan energi kinetik rata-rata molekul. Energi kinetik minimum yang dimiliki molekul harus sama atau lebih besar dari energi aktivasi agar reaksi dapat berlangsung (Chang, 2010). Peningkatan suhu pada suatu reaksi menyebabkan peningkatan laju reaksi. Tetapi peningkatan suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya *cracking* sekunder yang menghasilkan produk berupa gas sehingga rendemen *biofuel*

berkurang (Taufiqurrahmi dan Bhatia, 2011). Pada penelitian Wako *et al.* (2018) *catalytic cracking* pada suhu 400 °C menghasilkan rendemen 18.66 %.

### Komposisi Senyawa *Biofuel*

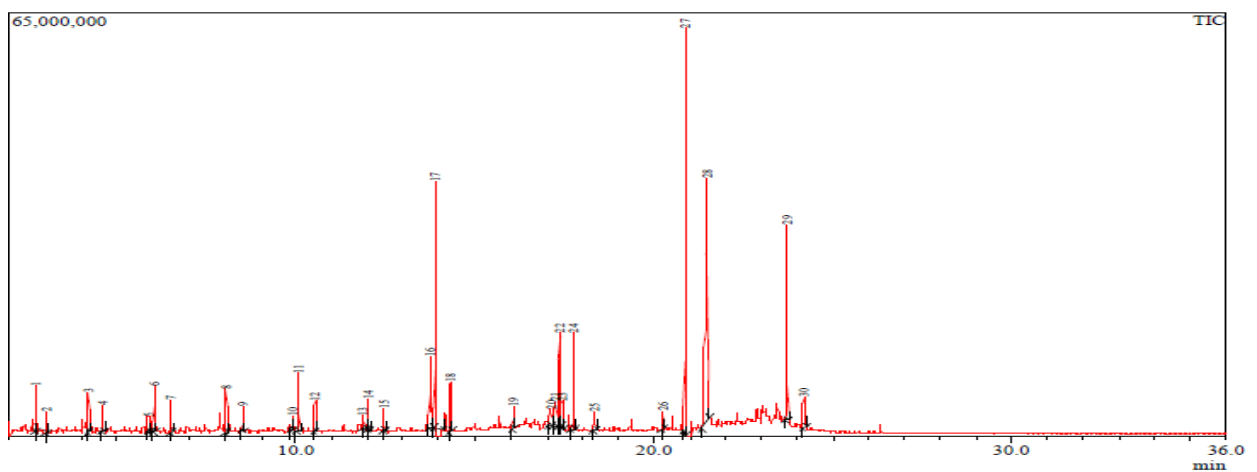
Hasil analisis komponen kimia yang terkandung dalam *crude* biodiesel dan *biofuel* dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Kromatogram *crude* biodiesel

Tabel 1. Kandungan senyawa kimia *crude biodiesel*

No. Peak	Rt (menit)	Nama Senyawa	Komposisi % (b/b)
1	18.697	Metil laurat	1.83
2	22.524	Metil miristat	8.12
3	24.302	Metil n-pentadekanoat	0.43
4	25.615	Metil palmitoleat	6.34
5	25.990	Metil palmitat	14.25
6	27.207	Metil 9,10-metilena heksadekanoat	0.28
7	27.618	Metil 14-metilheksadekanoat	0.86
8	28.633	Metil linoleat	39.05
9	28.825	Metil elaidat	28.42
10	37.269	Metil lignoserat	0.43



Gambar 6. Kromatogram *biofuel* hasil *catalytic cracking crude biodiesel*

**Tabel 2.** Komposisi kimia *biofuel* hasil *catalytic cracking crude biodiesel*

No. Peak	Rt (menit)	Nama Senyawa	Komposisi % (b/b)
1	2.717	n-Nonana	2.07
2	3.017	Metil kaproat	0.83
3	4.190	n-Decana	1.36
4	4.592	Metil heptanoat	0.91
5	5.871	2-Undekena, (E)	0.93
6	6.037	n-Undekana	1.90
7	6.498	Metil oktanoat	1.47
8	8.046	n-Dodekana	1.98
9	8.512	Metil nonanoat	1.10
10	9.900	2-Tridekena, (Z)	0.73
11	10.065	n-Tridekana	2.75
12	10.523	Metil kaprat	1.35
13	11.858	2-Tetradekena, (E)	1.05
14	12.021	n-Tetradekana	1.45
15	12.460	Metil undekanoat	0.99
16	13.750	2-Tetradekena, (E)	4.57
17	13.892	n-Pentadekana	3.80
18	14.314	Metil laurat	2.41
19	16.077	Metil tridekanoat	1.15
20	17.130	7-Hexadekena, (Z)	1.86
21	17.245	5-Oktadecene, (E)	3.53
22	17.371	n-Heptadekana	4.90
23	17.441	5-Tetradekena, (E)	1.27
24	17.757	Metil tridekanoat	4.90
25	18.341	Asam stearat	1.47
26	20.255	1-Fenildodekana	1.09
27	20.881	Metil palmitat	11.45
28	21.498	Asam palmitat	25.05
29	23.735	Metil stearat	9.79
30	24.201	Asam n-Oktadekanoat	1.88

Data analisis kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam *crude biodiesel* adalah metil laurat, metil miristat, metil palmitat dan metil linoleat (Tabel 1). Senyawa ini berkisar dari C<sub>13</sub>-C<sub>19</sub>. Setelah dilakukan proses *catalytic cracking* senyawa tersebut dipecah menjadi fraksi yang lebih ringan. Senyawa ini terdiri dari fraksi bensin 6.26 %, kerosin 17.6 %, metil ester (*biodiesel*) 47.73% dan asam lemak 28.4% (Tabel 2). Kandungan *biodiesel* masih yang terbesar dibandingkan fraksi bensin dan kerosin. Hal ini menunjukkan proses *cracking* belum berjalan dengan maksimal, tetapi terbentuknya fraksi bensin, kerosin dan diesel yang tidak mengandung atom oksigen menandakan proses *catalytic cracking* telah berhasil menurunkan kadar

oksigen dari *crude biodiesel* sehingga kualitas bahan bakar yang dihasilkan telah meningkat.

Sundryono *et al.*, (2015) memperoleh rendemen 31.35 % kerosin dan 10.16 % diesel yang dihasilkan dari *catalytic cracking* minyak dari limbah pengolahan kelapa sawit menggunakan katalis Cr/Mo/HZA. Katalis Ni/Mo/HZA menghasilkan rendemen 0.33 % fraksi gas, 10.63 % fraksi bensin dan 11,02 % kerosin. Untuk kedua jenis katalis, kondisi reaksi meliputi suhu 350-380 °C dan waktu reaksi 2 jam.

#### Analisis Sifat Fisika *Biofuel*

Densitas *biofuel* yang dihasilkan adalah 0.9631 g/mL. Nilai densitas tersebut masih jauh dibanding standar densitas bensin (0.715-0.785 g/mL). Namun nilai densitas

tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan densitas *crude* biodiesel (0,9994 g/mL). Hal ini dapat membuktikan proses *catalytic cracking* menghasilkan senyawa hidrokarbon rantai pendek yang memiliki densitas lebih rendah. Pada penelitian Hidayanti *et al.*, (2014) densitas *biofuel* yang dihasilkan berkisar antara 0.86-0.899 g/mL. Sari *et al.*, (2017) mendapatkan densitas *biofuel* 0.803 g/mL. Masih tingginya densitas *biofuel* pada penelitian ini dapat diakibatkan masih terdapat sejumlah 28.4% senyawa asam lemak berdasarkan analisis GCMS (Gambar 6).

Titik nyala yang dihasilkan masih terlalu tinggi yaitu 49 °C, sehingga belum memenuhi standar bensin. Hal ini disebabkan persentasi fraksi bensin yang terkandung di dalam produk *biofuel* masih sedikit (6.26%). Titik nyala produk *biofuel* justru lebih mendekati standar titik nyala kerosin. Diketahui kandungan fraksi kerosin lebih besar dibandingkan fraksi bensin, namun masih lebih rendah bila dibandingkan kandungan biodiesel. Titik nyala *biofuel* yang masih belum memenuhi standar bensin maupun standar biodiesel diduga diakibatkan komposisi senyawa *biofuel* yang masih berupa campuran antara fraksi bensin, kerosin, biodiesel dan asam lemak.

Hasil yang diperoleh dari analisis titik tuang sebesar 12 °C, belum memenuhi standar bensin. Namun nilai titik tuang produk *biofuel* tergolong masuk dalam standar biodiesel. Hal ini tentu dipengaruhi komposisi *biofuel* yang kandungan paling besarnya adalah biodiesel. Analisis angka oktan *biofuel* yang diperoleh sebesar 72.60. Hal ini menunjukkan bahwa *biofuel* yang diperoleh pada penelitian ini masih belum memenuhi standar bahan bakar minyak (bensin) yaitu 88.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum *upgrading crude biodiesel* diperoleh pada waktu reaksi 3 jam, konsentrasi katalis 7%, ukuran partikel katalis 180 µm dan suhu reaksi 375 °C dengan rendemen *biofuel* sebesar 36.84%. Komposisi *biofuel* yang diperoleh adalah fraksi bensin 6.26%, kerosin 17.6%, biodiesel 47.73% dan asam lemak 28.4%. Sifat fisika *biofuel* yang diperoleh terdiri atas densitas 0.9631 g/mL, titik nyala rata-rata 49 °C, titik tuang 12 °C dan nilai angka oktan 72.60.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Pusat Penelitian dan Penerbitan, LP2M UIN Syarif Hidayatullah Jakarta yang telah mendanai penelitian ini melalui Kluster Penelitian Terapan dan Pengembangan Perguruan Tinggi, SK KPA Nomor : Un.01/KPA/233/2018.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D2699-17. 2017. Standar Test Method for Research Octane Number of Spark-Ignition Engine Fuel.
- ASTM D93-80. 1980. *Standar Test Methods for Flash Point*.
- D97-87. 1987. Standar Test Method for Pour Point of Petroleum Oils.
- Budiawan MA, Wega T, Yoga P, Erna F, Syafitri H, Nugroho A. 2011. Karakterisasi dan Uji Aktivitas Katalitik Zeolit Alam Indonesia pada Hidrorengkah Ban Bekas dengan Preparasi Sederhana. In *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa*.
- Chang R. 2010. Chemistry 10th ed. In *Chemistry*. Jakarta(ID): Erlangga
- Dyer A, Las T, Zubair M. 2000. The use of natural zeolites for radioactive waste treatment: Studies on leaching from zeolite/cement composites. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 243(3): 839–841.
- Firdaus LK, Wicaksono AR, Widayat. 2013. Pembuatan katalis H-Zeolit dengan impregnasi KI/KIO<sub>3</sub> dan uji kerja katalis untuk produksi biodiesel. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(2): 148-154
- Hidayanti S, Yelmida, Zultinar. 2014. Perengkahan katalitik palm fatty acid distillate (PFAD) menghasilkan biofuel menggunakan katalis abu tandan kosong sawit (TKS) dengan variasi temperatur dan kecepatan pengadukan. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik*. 2(2):
- Kartika D, Widyaningsih S. 2012. Konsentrasi katalis dan suhu optimum pada reaksi esterifikasi menggunakan katalis zeolit alam aktif (ZAH) dalam pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. *Jurnal Natur Indonesia*. 14(3): 219-226
- Reddy JK, Motokura K, Koyama T, Miyaji A, Baba, T. 2012. Effect of morphology and particle size of ZSM-5 on catalytic

- performance for ethylene conversion and heptane cracking. *Journal of Catalysis*. 289: 53–61.
- Rasyid R, Prihartantyo A, Mahfud M, Roesyadi A. 2015. Hydrocracking of *Calophyllum inophyllum* Oil with Non-Sulfide CoMo Catalysts. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*. 10(1): 61-69
- Sari DK, Sundaryono A, Handayani D. 2017. Uji biofuel hasil perengkahan metil ester dari limbah cair pabrik minyak kelapa sawit dengan katalis MoNi/HZ. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*. 1(2): 127–131.
- Sirajudin N, Jusoff K, Yani S, Ifa L, Roesyadi A. 2013. Biofuel production from catalytic cracking of palm oil. *World Applied Sciences Journal*. 26: 67–71.
- Sundaryono A, Handayani D, Budiman Winda S. 2015. Perengkahan katalitik metil ester dari minyak limbah cair pabrik minyak kelapa sawit dengan katalis Cr/Mo/HZA dan Ni/Mo/HZA. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 25(1): 78–84.
- Taufiqurrahmi N, Bhatia S. 2011. Catalytic cracking of edible and non-edible oils for the production of biofuels. *Energy & Environmental Science*. 4(4): 1087-1112.
- Wako FM, Reshad AS, Bhalerao MS, Goud VV. 2018. Catalytic cracking of waste cooking oil for biofuel production using zirconium oxide catalyst. *Industrial Crops and Products*. 118(2018): 282–289.
- Zhang H, Xiao R, Huang H, Xiao G. 2009. Comparison of non-catalytic and catalytic fast pyrolysis of corncob in a fluidized bed reactor. *Bioresource Technology*. 100(3): 1428–1434.