

# Perengkahan Katalitik *Palm Fatty Acid Distillate* Menjadi *Biofuel* Menggunakan Katalis *Fly Ash* Sawit

Widya Pangestu\*, Yelmida, Zultiniar

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

\*Email : widyapangestujose@gmail.com

## ABSTRACT

*Palm fly ash is a solid waste from process of shell and fiber burning. Palm fly ash have many component such as potassium, sodium, and silica, that make it can to be use as a catalyst. Palm fatty acid distillate (PFAD) is a byproduct from process of making cooking oil. PFAD potentially to used to produce biofuel with catalytic cracking process because it has a long hydrocarbons chain. This study aims to utilize PFAD to be raw material of making biofuel with palm fly ash as a catalyst, as well as to know component of biofuel produced. This research was conducted into two stages, namely preparation of catalyst and process of cracking. Cracking reaction carried out in a stirred tank reactor at a variation of temperature 370-430<sup>0</sup>C, variation of ratio feed/catalyst 100-250:1 g. Cracking process carried out for 120 minutes. Yield maximum product obtained at a temperature of 410<sup>0</sup> C with ratio feed/catalyst 150:1 g and catalyst dimension -60+100 mesh that is equal to 57,14 Cracking results analyzed by GC-MS and found the biofuel produced more dominant is a constituent of gasoline fuel.*

**Keywords :** *Biofuel, Fly ash Sawit, Catalytic Cracking, PFAD*

## 1. Pendahuluan

Seiring berkembangnya zaman, kebutuhan manusia terhadap energi semakin meningkat. Sumber energi terbesar yang masih digunakan saat ini adalah sumber energi berbasis bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*). Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil memiliki tiga ancaman serius, yaitu menipisnya cadangan minyak bumi, kenaikan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak, polusi gas rumah kaca (terutama CO<sub>2</sub>). Apabila tidak ditemukan cadangan baru, minyak bumi diperkirakan akan habis dalam waktu kurang dari 10 tahun, gas bumi 30 tahun, dan batubara akan habis sekitar 50 tahun. Untuk itu, dibutuhkan sumber energi alternatif

yang dapat menggantikan sumber energi fosil dan jumlahnya tidak terbatas [Karunia, 2010].

Sumber energi baru yang mulai dilirik adalah bahan bakar nabati (BBN). Indonesia sangat kaya akan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku *biofuel*. Salah satunya adalah yang berasal dari industri minyak sawit (CPO). Ada berbagai *grade* CPO (*Crude Palm Oil*) yang dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku yaitu CPO standar (FFA < 5%), CPO *off grade* (FFA 5 □ 20%), *waste* CPO (FFA 20 □ 70%), *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) dengan kadar FFA > 70% [Wirawan, 2005].

Saat ini mulai dikembangkan penelitian tentang pembuatan *biofuel* dari minyak nabati dengan proses perengkahan katalitik dengan memanfaatkan salah satu alternatif bahan baku, yaitu PFAD. PFAD atau asam lemak sawit

distilat merupakan hasil samping dari salah satu proses pemurnian minyak goreng yang banyak mengandung Asam Lemak Bebas (ALB). PFAD tidak digunakan sebagai bahan baku minyak goreng karena beracun, sehingga PFAD sangat cocok dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan BBM alternatif karena harganya yang relatif murah, yaitu sekitar 80% dari harga CPO standar [Prihandana dkk, 2006].

Dalam penelitian ini dipilih abu terbang (*fly ash*) sawit sebagai katalis. *Fly ash* sawit merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik sawit dari pembakaran cangkang dan sabut. *Fly ash* umumnya dibuang dan ditumpuk begitu saja di dalam area industri sehingga menimbulkan masalah bagi lingkungan.

Proses perengkahan CPO dengan menggunakan berbagai katalis menjadi *biofuel* telah banyak dilakukan, seperti zeolit alam yang sudah diimpregnasi dengan berbagai logam. Hidayanti [2014] merengkah PFAD untuk menghasilkan *biofuel* menggunakan katalis abu TKS dengan berat umpan 150 gram PFAD dan ukuran katalis -60+100 mesh dengan waktu reaksi 2 jam. Variasi temperatur 350, 370, 390, 410 dan 420°C dan variasi kecepatan pengadukan 100-300 rpm. Hasil yang diperoleh yaitu konversi *biofuel* terbesar diperoleh pada temperatur 410°C dan kecepatan pengadukan 300 rpm sebesar 50,671%.

Wijanarko dkk [2006] menghasilkan *biogasoline* dari minyak sawit melalui reaksi perengkahan katalitik dengan katalis  $\alpha$ -Alumina dengan variasi perbandingan berat minyak/katalis 100:1, 75:1, dan 50:1 pada suhu reaksi 260-340°C dalam waktu reaksi 2 jam dimana *yield* produk optimum reaksi terjadi pada perbandingan berat minyak/katalis 100:1 pada suhu 340°C sebesar 11,8%.

*Fly ash* sebagai sumber katalis juga telah dimanfaatkan Babajide [2010] sebagai katalis pada proses transesterifikasi untuk menghasilkan produk biodiesel dengan variasi temperatur 100-200°C, variasi waktu proses 5-24 jam dan variasi jumlah katalis 5-20wt %. Hasil biodiesel terbaik yang diperoleh yaitu

86,13% pada jumlah katalis *fly ash* 5% berat  $\text{KNO}_3$  dengan temperatur 160°C.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan *fly ash* sawit sebagai katalis pada proses perengkahan PFAD menjadi *biofuel*. Mempelajari pengaruh temperatur reaksi perengkahan pada produksi *biofuel* dari PFAD dan mempelajari pengaruh variasi rasio umpan/katalis pada produksi *biofuel* dari PFAD.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1 Persiapan Bahan Baku

Bahan baku PFAD sebelum digunakan dicairkan dengan cara dipanaskan pada temperatur 60°C. Penentuan kandungan senyawa dalam PFAD dilakukan menggunakan analisa GC-MS.

### 2.2 Preparasi Katalis *Fly ash* Sawit

*Fly ash* (abu terbang) dipanaskan menggunakan oven pada temperatur 110°C selama 2 jam untuk menghilangkan air, kemudian disaring dengan ayakan -60+100 mesh. Selanjutnya, *fly ash* dibakar di dalam *furnace* sampai temperatur 600°C untuk menghilangkan sisa-sisa karbon. Penentuan kandungan dalam *fly ash* dilakukan dengan menggunakan metode AAS.

### 2.3 Perengkahan PFAD

Perengkahan PFAD berlangsung secara *batch* dalam reaktor tangki berpengaduk dengan kecepatan pengadukan adalah 300 rpm. Waktu reaksi 2 jam dan variasi temperatur 370, 390, 410 dan 430°C. Rasio umpan/katalis (gram/gram) 100:1, 150:1, 200:1, dan 250:1. Ukuran katalis -60+100 mesh. Laju alir gas  $\text{N}_2$  yang digunakan adalah sebesar  $\pm 150$  ml/menit. Untuk menentukan kondisi operasi terbaik dari variasi temperatur dan konsentrasi logam Cu dilakukan analisa GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectra*) untuk mengetahui komponen yang ada dalam produk.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Analisa *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS)

Pengukuran AAS didasarkan pada penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas.

**Tabel 1.** Komposisi *Fly ash* Hasil Analisa AAS

Unsur/Senyawa	% Berat
Kalium (K)	6,78
Kalsium (Ca)	1,36
Natrium (Na)	2,32
Magnesium (Mg)	2,88
Silika (SiO <sub>2</sub> )	38,55

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kandungan terbanyak didalam *fly ash* sawit adalah silika (SiO<sub>2</sub>) sebesar 38,55%.

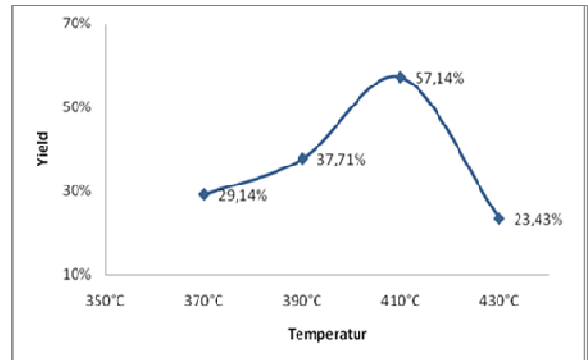
#### 3.2 Uji Alkalinitas

Uji alkalinitas bertujuan untuk mengetahui jumlah kandungan ion karbonat (CO<sub>3</sub>) dan bikarbonat pada logam alkali tanah [Nugroho, 2011]. Pada penelitian ini uji alkalinitas dilakukan untuk mengetahui kandungan ion CO<sub>3</sub> pada *fly ash* sawit. *Fly ash* sawit direndam terlebih dahulu dalam aquades kemudian ekstrak disaring dan filtrat dititrasi. Nilai alkalinitas diuji dengan titrasi asidimetri. Dari hasil uji alkalinitas, *fly ash* sawit mengandung -ppm ion CO<sub>3</sub>. Hal ini membuktikan bahwa senyawa kalim dan natrium dalam *fly ash* sawit berbentuk K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

#### 3.3 Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap *Yield* (%) Produk

Proses perengkahan PFAD ini dilakukan pada temperatur 370<sup>o</sup>C, 390<sup>o</sup>C, 410<sup>o</sup>C, dan 430<sup>o</sup>C dengan umpan 150 gram. Waktu proses perengkahan dilakukan selama 2 jam. Adapun data hasil analisa pengaruh variasi temperatur terhadap *yield biofuel* dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisa dilakukan pada sampel *fly ash* sawit untuk mengetahui kandungan kalium (K), natrium (Na), magnesium (Mg), Klor (Cl), kalsium (Ca), dan silika (Si). Hasil analisa AAS dapat dilihat pada Tabel 1.

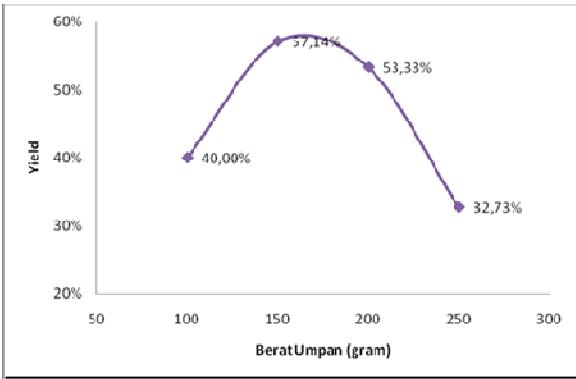


**Gambar 1.** Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap *Yield* (%) Produk

Dari hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1 dapat dilihat *yield biofuel* tertinggi didapatkan pada temperatur optimum 410<sup>o</sup>C dengan umpan 150 gram sebesar 57,14% dan *yield* terendah pada temperatur 430<sup>o</sup>C dengan umpan 150 gram sebesar 23,43%. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa dengan kenaikan temperatur dapat meningkatkan *yield biofuel*, tetapi kenaikan temperatur diatas 410<sup>o</sup>C menyebabkan penurunan *yield biofuel*. Hal ini disebabkan karena pada temperatur yang tinggi terjadi peningkatan pada produk senyawa alkana rantai pendek C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> yang berwujud gas. Rantai C-C dari fraksi minyak ringan akan terputus pada temperatur tinggi. Pembentukan senyawa ini sangat berpengaruh oleh faktor waktu dan temperatur proses [Pandiangan, 2012].

#### 3.4 Pengaruh Variasi Rasio Umpan/Katalis Terhadap *Yield* (%) Produk

Pengaruh variasi rasio umpan/katalis terhadap *yield biofuel* pada temperatur optimum dengan variasi 100:1, 150:1, 200:1, dan 250:1 gram dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaruh Variasi Rasio Umpan/Katalis Terhadap Yield (%) Produk

Dari hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa *yield* (%) produk tertinggi didapatkan pada rasio umpan/katalis 150:1 (gr/gr) dengan temperatur 410°C yaitu sebesar 57,14%. Namun, seiring penambahan rasio umpan/katalis pada proses perengkahan terjadi penurunan *yield* (%) produk. Hal ini disebabkan karena penambahan jumlah reaktan menyebabkan semakin sedikitnya katalis yang dapat berkontak dengan

reaktan sehingga terjadinya penurunan *biofuel*. Hasil yang sama diperoleh Pandiangan dkk [2012] untuk proses perengkahan ALSD menjadi *biofuel* menggunakan katalis Ni/Zeolit dimana *yield* rodok tertinggi didapatkan pada rasio umpan/katalis 220/4 gram pada temperatur 355°C sebesar 23,78% dan mengalami penurunan *yield* (%) produk pada rasio umpan/katalis 240/4 gram.

### 3.5 Hasil Analisa GC-MS

Hasil analisa kimia pada *biofuel* dilakukan menggunakan GC-MS. Analisa GC-MS menghasilkan kromatogram yang menyatakan jumlah persentase komponen kimia yang terkandung dalam *biofuel*. Hasil analisa GC-MS *biofuel* dengan proses perengkahan pada temperatur 370°C, 390°C, 410°C, dan 430°C dengan rasio umpan/katalis 100-250:1 gram dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Komposisi *Biofuel* Hasil Perengkahan dari Hasil Analisa GC-MS

Produk <i>Biofuel</i>	Temperatur (°C)							
	370				410			
	Rasio Umpan/Katalis (gram)							
	150:1				100:1	150:1	200:1	250:1
Gasolin	48,52	52,71	10,45	9,22	-	10,45	-	6,34
Kerosin	36,48	36,54	7,06	5,84	11,84	7,06	11,75	5,98
Diesel	14,27	9,52	12,71	9,25	26,57	12,71	12,42	9,45
Total (%)	99,27	98,77	30,22	24,31	38,41	30,22	29,00	14,21

Pada Tabel 2 dapat dilihat komposisi *biofuel* yang diperoleh dari hasil perengkahan katalitik PFAD. Komposisi tersebut terdiri dari alkana-alkana penyusun bahan bakar *gasoline* (C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub>), *kerosene* (C<sub>14</sub>-C<sub>15</sub>) dan *diesel* (C<sub>15</sub>-C<sub>18</sub>). Pada temperatur di atas 390°C produk *biofuel* mengalami penurunan drastis. Hal ini dikarenakan pada temperatur tersebut diketahui terbentuk produk samping berupa keton, asam dan alkohol sehingga total (%) *biofuel* yang diperoleh lebih rendah.

### 3.6 Hasil Karakterisasi *Biofuel*

*Biofuel* yang diperoleh dalam penelitian ini akan dikarakterisasi berdasarkan sifat fisika dan sifat kimia. Karakterisasi berdasarkan sifat fisika meliputi pengujian densitas, viskositas dan titik nyala, sedangkan karakterisasi berdasarkan sifat kimia dilakukan dengan pengujian menggunakan alat GC-MS. Perbandingan hasil uji karakteristik sifat fisika produk *biofuel* dari proses perengkahan PFAD menggunakan katalis *fly ash* sawit dengan standar *biofuel* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Perbandingan Spesifikasi *Biofuel* dengan Standar *Biofuel*

Karakteristik	Standard	
	<i>Biofuel</i> (*)	<i>Biofuel</i> PFAD
Densitas (gr/ml)	0,86-0,90	0,938– 1,008
Viskositas (cSt)	1,9-6,0	6,094 – 8,020
Titik Nyala (°C)	42	172

Sumber: Wirawan dkk [2005]

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa perbandingan antara standar *biofuel* dengan *biofuel* dari PFAD menggunakan katalis *fly ash* sawit memiliki range yang jauh berbeda. Hal ini dikarenakan masih terdapat banyak komponen lain yang dihasilkan dalam proses perengkahan seperti keton dan aldehid. Oleh karena itu, *biofuel* yang dihasilkan belum dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif

#### 4. Kesimpulan

- *Yield biofuel* terbesar diperoleh pada temperatur 410°C dengan rasio umpan/katalis 150:1 (gr/gr) yaitu sebesar 57,14%.
- Dari hasil yang diperoleh pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa PFAD dan *fly ash* sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar alternatif.

#### 5. Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan sampel umpan dan limbah katalis yang berbeda.

#### 6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dra. Yelmida, M.Si, Ibu Dra. Zultiniar, M.Si dan Ibu Ida Zahrina, ST., MT yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### 7. Daftar Pustaka

- Babajide, O., dkk. 2010. *Use of Coal Fly Ash as A Catalyst in The Production of Biodiesel*. Environmental and Nano Sciences Group, University of the Western Cape: South Africa.
- Hidayanti, S., Yelmida, dan Zultiniar. 2014. *Perengkahan Katalitik Palm Fatty Acid Distillate Menjadi Biofuel Dengan Katalis Abu TKS*. Skripsi, Universitas Riau: Pekanbaru.
- Pandiangan, J., I. Zahrina, E. Yenie. 2012. *Perengkahan Katalitik Asam Lemak Sawit Distilat Menjadi Biofuel dengan Menggunakan Katalis Ni/Zeolit dengan Variasi Temperatur Reaksi dan Rasio Umpan/Katalis*. Skripsi, Universitas Riau: Pekanbaru.
- Prihandana, R. Hendroko, R., dan Nuraimin. 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah, Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Agromedia: Jakarta.
- Wijanarko, A., D. A. Mawardi, dan M. Nasikin. 2006. *Produksi Biogasoline dari Minyak Sawit Melalui Reaksi Perengkahan Katalitik dengan Katalis  $\alpha$ -Alumina*. Jurnal Teknologi Vol. 10 No. 2 November 2006: 51-60. Universitas Indonesia: Depok
- Wirawan, S. S., Maharani, D. S., Makmuri, N., Syamsu, R. 2005. *Biodiesel Pilot Plant Kapasitas 1,5 Ton/Hari Sebuah Langkah Kecil dalam Road Map Biodiesel Indonesia*. ISSN : 1411-4216.