

# Perengkahan Katalitik *PalmFatty Acid Distillate* (PFAD) Menghasilkan *Biofuel* Menggunakan Katalis Abu Tandan Kosong Sawit (TKS) dengan Variasi Temperatur dan Kecepatan Pengadukan

Sri Hidayanti, Yelmida, Zultiniar

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya UR Km 12,5 Panam, Pekanbaru Telp. 0761-566937  
E-mail: [hidaiyen@gmail.com](mailto:hidaiyen@gmail.com)

## ABSTRAK

Ash of empty palm fruit bunches is the solid waste from process of making crude palm oil (CPO). Ash of empty palm fruit bunches have many component 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 potential to converted into biofuel with catalytic cracking process. This study aims to utilize ash of empty fruit bunches and PFAD to be raw material of making biofuel, to know component of biofuel produced. Yield maximum biofuel obtained at a temperature of 410<sup>0</sup> C with stirring speed 250 rpm that is equal to 57,14%. While the largest biofuel conversion obtained at stirring speed of 300 rpm and a temperature of 410<sup>0</sup>C in the amount of 50.671%. Cracking results analyzed by GCMS and found the biofue produced more dominant is a constituent of gasoline fuel .

Keywords: Ash of empty palm fruit bunches, Biofuel, Catalytic Cracking, PFAD

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan akan bahan bakar minyak yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan masyarakat. Kebutuhan bahan bakar minyak di Indonesia diprediksi akan terus mengalami peningkatan hingga tahun 2025 yaitu mencapai 830 juta barrel (Anonim, 2009). Hal ini berbanding terbalik dengan produksi minyak bumi yang akan terus berkurang. British Petroleum (2012), mencatat penurunan produksi bahan bakar miyak di Indonesia dari 1,67 juta barrel/hari pada tahun 1991 menjadi 0.94 juta barrel/hari pada tahun 2011.

Oleh karena itu, pengembangan dan implementasi bahan bakar terbarukan yang ramah lingkungan perlu mendapatkan perhatian serius dari berbagai negara, salah satunya adalah *biofuel*. *Biofuel* merupakan bahan bakar alternatif terbarukan yang dapat

diproduksi dari biomassa dan produk turunannya serta bahan *non-fosil* lainnya.

Sejak tahun 2003, perkebunan sawit di Riau meningkat secara signifikan. Pada tahun 2008, luas perkebunan sawit Riau mencapai lebih dari 2,6 juta hektar dan menjadikan Riau sebagai penyumbang CPO terbesar di Indonesia. Pengolahan CPO sebagai bahan baku industri hilir berbasis oleokimia diawali dengan proses pemurnian CPO sehingga diperoleh *refined bleached deodorized palm oil* (RBPO). 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 *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) sebanyak 6% dari CPO umpam (Hambali dkk, 2007). Dengan demikian ketersediaan PFAD juga

melimpah untuk dapat dimanfaatkan menjadi produk yang mempunyai nilai tambah sebagai energi alternatif.

Perengkahan asam lemak minyak nabati untuk menghasilkan *biofuel* telah banyak dilakukan menggunakan berbagai katalis seperti, Katalis HY dan HZSM-5 digunakan Syahrir (2010) dalam perengkahan asam oleat, katalis alumunium silika dan HZSM-5 digunakan Nurjannah dkk (2010) dalam konversi katalitik minyak sawit menjadi *biofuel*, serta katalis ZSM-5 digunakan Gultom (2010) dalam perengkahan *Palm Fatty Acid Destilat* (PFAD). Pada penelitian ini penulis akan mencoba memanfaatkan limbah abu TKS sebagai katalis dalam proses perengkahan PFAD untuk menghasilkan *biofuel*. Dalam abu TKS ditemukan berbagai jenis logam dan garam alkali yang diduga dapat dimanfaatkan sebagai katalis pada perengkahan PFAD. Penggunaan logam dan garam alkali sebagai katalis pernah dilakukan oleh Dandik dan Aksoy (1991) pada proses pirolisis minyak bunga matahari yaitu menggunakan katalis  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan menghasilkan konversi sebesar 73,17 wt%. Yoeswono, dkk., (2007) juga telah memanfaatkan Abu TKS sebagai sumber katalis  $\text{K}_2\text{CO}_3$  untuk sintesis *biodiesel* dari minyak kelapa.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan PFAD dan abu TKS sebagai bahan baku dan katalis dalam proses perengkahan serta mempelajari pengaruh temperatur operasi dan kecepatan pengadukan dalam proses perengkahan PFAD.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1 Preparasi Katalis Abu TKS

Abu tandan kosong sawit (TKS) dipanaskan menggunakan oven pada temperatur  $110^\circ\text{C}$  selama 2 jam untuk menghilangkan air kemudian disaring dengan ayakan 60 dan 100 mesh. Selanjutnya abu dipijarkan dalam *furnace*

ada temperatur  $600^\circ\text{C}$  untuk menghilangkan sisa-sisa karbon selama 5 jam.

### 2.2 Persiapan PFAD

PFAD dipanaskan hingga suhu  $60^\circ\text{C}$ - $70^\circ\text{C}$ . Proses pemanasan ini dilakukan untuk mencairkan PFAD yang berbentuk padat.

### 2.3 Proses Perengkahan PFAD

Pada perengkahan PFAD, reaksi berlangsung secara semi *batch*. Reaksi dilakukan pada rentang temperatur  $350$ - $430^\circ\text{C}$  dan kecepatan pengadukan  $100$ - $300$  rpm. PFAD sebanyak 150 gram dan katalis abu TKS sebanyak 1% berat dari PFAD (1,5 gram) dimasukkan ke dalam reaktor *cracking* selanjutnya gas nitrogen dialirkan ke dalam reaktor dengan laju alir 150 ml/menit dan dilakukan pengadukan. Reaksi perengkahan di lakukan selama 120 menit. Hasil *biofuel* yang diperoleh kemudian dianalisa dengan menggunakan *gas chromatography-mass spectroscopy* (GC-MS) dan dianalisa sifat fisiknya.

## 3. Hasil Dan Pembahasan

### 3.1 Analisa GC-MS Sampel *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD)

PFAD sebagai bahan baku yang digunakan memiliki tampilan fisik berwarna kuning dan merupakan padatan pada suhu kamar. Analisis terhadap PFAD diperlukan untuk mengetahui senyawa kimia yang terkandung pada sampel. Adapun kandungan senyawa kimia pada PFAD yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kandungan Senyawa Kimia PFAD

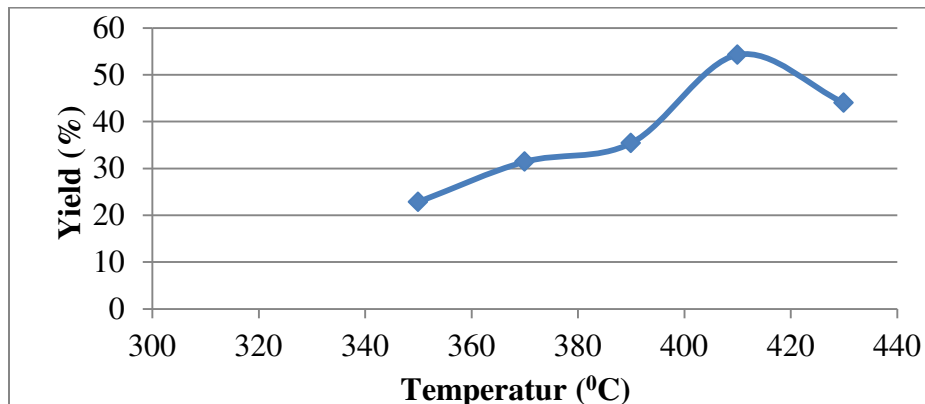
Peak#	% Area	Senyawa	Rumus Molekul
1	69.91	Asam palmitat	$\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$
2	26.48	Asam linoleat	$\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$
3	3.62	Tetradecynone	$\text{C}_{14}\text{H}_{24}\text{O}$

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa kandungan senyawa kimia terbesar di

dalam PFAD merupakan asam palmitat sebesar 69,91% dan asam linoleat sebesar 26,48%. Kandungan asam lemak pada PFAD ini lebih tinggi dari pada kandungan asam lemak yang dilaporkan oleh Chongkong (2007) yaitu asam palmitat sebesar 45,6% dan asam oleat sebesar 33,3%. Pada penelitian ini analisa GC-MS dilakukan di laboratorium Kimia Organik Universitas Gajah Mada.

### 3.2 Pengaruh Variasi Temperatur dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Yield (%) Produk

Pada penelitian ini perengkahan PFAD dilakukan pada temperatur 350<sup>0</sup>C, 370<sup>0</sup>C, 390<sup>0</sup>C, 410<sup>0</sup>C, dan 430<sup>0</sup>C dengan kecepatan 300 rpm. PFAD sebanyak 150 gr (175 ml) direngkah selama 2 jam dengan laju alir gas N<sub>2</sub> 150 ml/menit. Pengaruh temperatur terhadap yield (%) dapat dilihat pada Gambar 1.



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

Gambar 1 menunjukkan bahwa temperatur berpengaruh terhadap yield (%) produk yang dihasilkan. Dari Gambar 4.1 dapat terlihat bahwa Yield (%) produk yang dihasilkan cenderung akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur proses. Hal ini dikarenakan dengan semakin meningkatnya temperatur maka reaksi akan semakin cepat terjadi, sehingga yield (%) produk yang dihasilkan juga semakin meningkat. Meningkatnya energi kinetik partikel pereaksi akan memperbanyak tumbukan yang terjadi antar partikel pereaksi sehingga reaksi berlangsung lebih cepat (Lestari, 2011).

Yield (%) produk terbesar dihasilkan pada temperatur 410<sup>0</sup>C dengan kecepatan pengadukan 300 rpm, yaitu sebesar 54,28%. Namun, pada temperatur 430<sup>0</sup>C yield (%) produk yang diperoleh hanya sebesar 44%. Penurunan nilai yield (%) produk

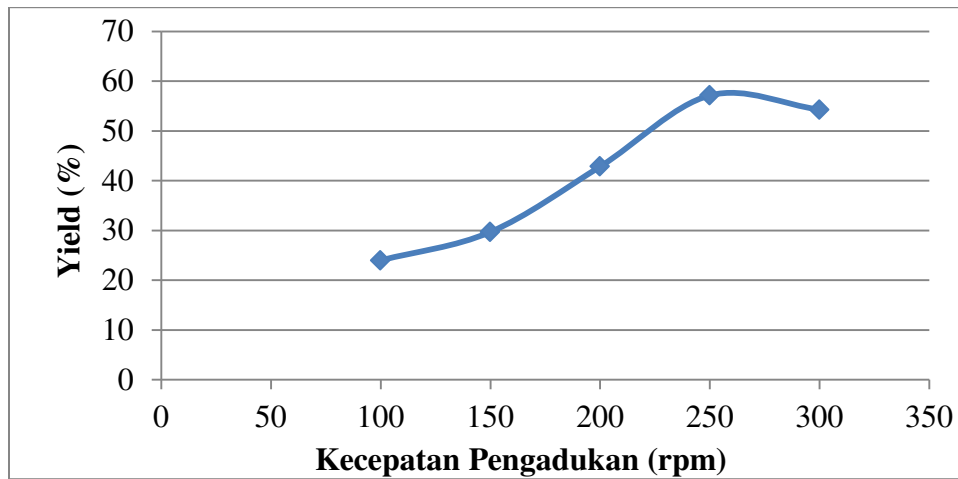
disebabkan terjadinya peningkatan produk gas yang tak dapat terkondensasikan pada proses perengkahan dengan temperatur yang tinggi.

Temperatur optimum yang diperoleh untuk proses perengkahan PFAD adalah 410<sup>0</sup>C. Menggunakan temperatur optimum tersebut dilakukan perengkahan PFAD dengan variasi kecepatan pengadukan yaitu 100 rpm, 150 rpm, 200 rpm, 250 rpm, dan 300 rpm. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap yield (%) produk yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap yield (%) produk, semakin tinggi kecepatan pengadukan maka yield (%) yang dihasilkan akan cenderung meningkat. Kecepatan pengadukan berpengaruh pada homogenisasi campuran PFAD dan katalis di dalam reaktor, semakin tinggi kecepatan

pengadukkan akan menaikkan pergerakan molekul dan mempercepat terjadinya tumbukan (Manurung, 2006). *Yield (%)*

produk tertinggi diperoleh pada kecepatan pengadukkan 250 rpm yaitu sebesar 57,14 %.



Gambar 2. Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap *Yield (%)* Produk

### 3.2 Analisa Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS)

Analisa *Gas Chromatography Mass Spectroscopy* (GC-MS) dilakukan untuk mengetahui jenis dan komposisi senyawa-senyawa yang terdapat pada produk *biofuel* yang dihasilkan dari proses perengkahan. Dari hasil analisa GC-MS yang dilakukan, dapat diketahui besarnya fraksi *biofuel* yang berupa *gasoline*, *kerosin* dan *diesel* yang terkandung didalam produk yang dihasilkan. Sehingga dapat diketahui nilai konversi *biofuel* dengan membandingkan volum *biofuel* dengan volum PFAD yang digunakan pada proses perengkahan.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Konversi

<i>Biofuel</i>		
Temperatur (°C)	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konversi <i>Biofuel</i> (%)
350	300	22,112
370	300	30,938
390	300	32,976
410	300	50,671
430	300	37,981
410	100	16,123

410	150	19,695
410	200	35,935
410	250	32,051

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa temperatur dan kecepatan pengadukan mempengaruhi konversi *biofuel* yang dihasilkan, semakin tinggi temperatur dan kecepatan pengadukan konversi *biofuel* juga cenderung semakin besar. Pada penelitian ini konversi *biofuel* tertinggi tercapai pada temperatur 410°C dengan kecepatan pengadukan 300 rpm yaitu sebesar 50,671%. Dari hasil analisa GC-MS dapat diketahui bahwa senyawa yang terbentuk dari proses perengkahan katalitik PFAD dengan menggunakan katalis abu TKS ini sebagian besar adalah alkana-alkana penyusun bahan bakar gasolin. Hasil analisa GC-MS ini membuktikan bahwa abu TKS dapat dimanfaatkan sebagai katalis dalam perengkahan PFAD.

### 3.3 Analisa Sifat Fisika Produk

*Biofuel* yang diperoleh dari proses perengkahan PFAD dengan katalis abu TKS kemudian dianalisa sifat fisiknya berupa

viskositas (kekentalan), densitas (massa jenis), dan titik nyala (*flash point*). Hasil analisa yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar.

Densitas dan viskosita *biofuel* yang dihasilkan dari proses perengkahan PFAD dengan katalis abu TKS lebih kecil dari pada standar untuk bahan bakar bensin. Densitas produk berkisar antara 0,86-0,899 gr/ml sedangkan densitas bensin 0,715-0,785 gr/ml. Viskositas produk berkisar antara 1,4-2,7 CSt sedangkan viskositas standar bensin adalah 0,7-0,78 CSt. Hal ini dikarenakan pada produk *biofuel* yang dihasilkan masih terdapat komponen kerosin, diesel, dan lainnya yang dapat memberatkan massa jenis dan memperkental produk.

Titik nyala *biofuel* yang dihasilkan dari proses perengkahan PFAD dengan katalis abu TKS hampir mendekati batas minimum titik nyala untuk bahan bakar bensin yaitu sebesar 42<sup>0</sup>C. Dari hasil pengujian sifat fisik produk *biofuel* yang dilakukan dapat diketahui bahwa produk memiliki sifat fisik yang mendekati sifat fisik bahan bakar *gasoline* atau bensin. Namun, dikarenakan masih terdapatnya komponen-komponen lain di dalam produk *biofuel* yang dihasilkan menyebabkan densitas dan viskositas produk lebih besar dari pada densitas dan viskositas standar untuk bahan bakar bensin.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian perengkahan PFAD dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Yield (%)* produk tertinggi diperoleh pada kecepatan pengadukan 250 rpm dan temperatur 410<sup>0</sup>C yaitu sebesar 57,14 %. Sedangkan Konversi *biofuel* terbesar di peroleh pada kecepatan pengadukan 300 rpm dan temperatur 410<sup>0</sup>C yaitu sebesar 50,671%.
2. Komposisi produk *biofuel* terbesar adalah *gasoline*. Pada produk *biofuel*

dengan konversi *biofuel* terbesar terdapat komposisi *gasoline* sebesar 87,34%.

3. Dari hasil yang di peroleh pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa PFAD dan abu tandan kosong sawit (TKS) dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dan katalis pembuatan bahan bakar alternatif.

#### 5. Saran

Luas permukaan katalis pada penelitian ini cukup kecil sehingga luas permukaan aktif katalis yang dapat kontak dengan reaktan sedikit. Oleh karena itu aktivitas katalis tidak terlalu baik. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan abu TKS dengan ukuran yang lebih kecil agar luas permukaannya semakin besar dan disarankan untuk meningkatkan laju alir gas nitrogen agar mengurangi pembentukan pembentukan produk samping yaitu fraksi aldehid dan keton.

#### 6. Ucapan Terima Kasih

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

#### Daftar Pustaka

- Anonim, 2009. *Minyak Bumi dan BBM*, Outlook Energi Indonesia Teknologi Energi untuk Mendukung Keamanan Pasokan Energi.
- British Petroleum, 2011. BP Statistical Review of World Energy June 2011, <http://www.bp.com/statisticalreview>. Diakses Tanggal 4 Februari 2013.
- Dandik, L., dan Aksoy, H.A., 1999. *Effect of catalyst on the pyrolysis of used oil carried out in a fractionating pyrolysis reactor*. Renew. Energy 16 (1-4), 1007 – 1010.

- Gultom, P, H., 2010. *Perengkahan PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) Menggunakan Katalis ZSM-5 Untuk Menghasilkan Biofuel*. Universitas Riau: Pekanbaru.
- Hambali, E., dkk., 2007. *Teknologi Bioenergi*. Argomedia: Jakarta.
- Lestari. 2006. *Sintesis Katalis Ni/Mo untuk Hydrotreating Coker Nafta*. Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, Indonesia.
- Manurung, R. 2006. Transesterifikasi Minyak Nabati. *Jurnal Teknologi Proses ISSN 1412-7814, Universitas Sumatera Utara*.
- Nugroho, L.A., 2011. *Alkalinitas dan Asididatas*.  
<http://www.scribd.com/doc/110720882/> Alkalinitas-Dan-Asiditas. Diakses Tanggal 2 Desember 2013.
- Nurjannah, Roesyadi, A., dan Danawati, 2010, *Konversi Katalitik Minyak Sawit Untuk Menghasilkan Biofuel Menggunakan Silika Alumina Dan HZSM-5 Sintesis, Reaktor, Vol. 13 No.1*, Hal. 37-43.
- Syahrir, I., 2010. *Studi Kinetika Perengkahan Asam Oleat Menjadi Biofuel*. Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya.
- Yelmida, Zahrina, I., dan Akbar, F., 2012. *Perengkahan PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) Dengan Katalis Zeolit Sintesis Untuk Menghasilkan Biofuel*. Universitas Riau: Pekanbaru.
- Yoeswono, Triyono, dan Tahir, I., 2007, *The Use of Ash of Palm Empty Fruits Bunches as a Source of K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Catalyst for Synthesis of Biodiesel from Coconut Oil with Methanol*, Proceeding International Confrence of Chemical Science, Yogyakarta, Indonesia, May 24-26 2007.
- Zahrina, I., 2007. *Pemanfaatan Abu Sabut dan Cangkang Sawit Sebagai Sumber Silika Pada Sintesis ZSM-5 Dari Zeolit Alam*. Univeritas Riau: Pekanbaru.