

**PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KAPUK (*CEIBA PENTANDRA*)  
DENGAN KATALIS LEMPUNG TERAKTIVASI; PENGARUH KONSENTRASI  
KATALIS DAN AKTIVASI KATALIS**

**Nurhasanah<sup>1</sup>, Syaiful Bahri<sup>2</sup>, Edy Saputra<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia  
Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas km 12,5 Pekanbaru 28293  
*Nurhasanahck794@gmail.com*

**ABSTRACT**

*Biodiesel is a methyl ester transesterification reaction products of triglycerides derived from vegetable oils or animal fats. One among of vegetable oils that can produce biodiesel is kapok seed oil. Kapok seed oil had higher levels of unsaturated fatty acids are high that they could be made to produce biodiesel. This research is aim to make biodiesel from kapok seed oil, studying the effect of concentration of activated clay catalyst to the amount of biodiesel produced, determine the characteristics of biodiesel from kapok seed oil and determine the best catalyst activation of the activation of acid or base. The transesterification process occurred at a temperature of 60°C, the weight of oil 50 grams, the reaction time 1,5 hours, mole ratio of oil to methanol 1 : 9, variation of the catalyst concentration 0,1%, 0,5%, and 1%-weight of oil, and variations of acid solution (0,47%, 0,62%, dan 0,78%) and alkaline solution (0,33%, 0,44%, 0,66%) for activation of catalyst. From the result is obtained the highest biodiesel of 1% catalyst concentration of acid activation 0,78%, methanol mole ratio of 1: 9 for 1,5 hours as much as to 92,62 %. Characterization of physical properties of biodiesel is density of 871 kg/m<sup>3</sup>, 3,11 mm<sup>2</sup>/s kinematic viscosity, acid number 0.36 mg KOH / g sample, and the flash point 200°C respectivity.*

**Keywords:** *biodiesel, catalysts, clay, activation of acids, activation of bases, transesterification*

## **1. Pendahuluan**

Krisis energi yang terjadi di Indonesia saat ini, mengharuskan pemerintah untuk mencari energi alternatif sebagai pengganti energi yang bersumber dari minyak bumi, batu bara, dan gas alam yang ketersediaannya tidak dapat diperbaharui. Biodiesel memiliki potensi untuk dijadikan energi alternatif karena biodiesel bersumber dari lemak nabati dan hewani yang ketersediaannya dapat diperbaharui, dan memiliki kadar emisi gas buang lebih rendah daripada energi yang bersumber dari minyak

bumi, gas alam, dan batu bara sehingga mengurangi pemanasan global.

Minyak nabati yang bisa diambil dari berbagai jenis tanaman, contohnya yaitu tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) dan kedelai. Namun kedua jenis tanaman tersebut termasuk dalam tanaman pangan, sehingga dapat mengakibatkan persaingan dalam konsumsi sebagai pangan dan sebagai bahan biodiesel. Oleh karena itu, pencarian bahan alternatif lain yang bersifat *non edible* (non pangan) terus gencar dilakukan, salah satunya yaitu biodiesel dari minyak biji

kapuk (*Ceiba pentandra*) (Asnawati dkk, 2014). Minyak biji kapuk memiliki kelayakan sebagai bahan baku biodiesel berkelanjutan karena budidaya sederhana dan waktu yang singkat panen yaitu sekitar 4-5 bulan sekali panen (Handayani dkk, 2013).

Biji kapuk mengandung minyak yang dapat diambil dan dimanfaatkan sebagai produk yang bernilai tinggi. Penyusun utama minyak biji kapuk adalah trigliserida. Melalui proses transesterifikasi minyak biji kapuk diharapkan dapat diperoleh hasil berupa alkil ester atau biodiesel dengan hasil samping gliserol. Kandungan minyak pada biji kapuk sekitar 25% – 40%. Minyak biji kapuk memiliki 15-20% asam lemak jenuh dan 80-85% asam lemak tidak jenuh (Yuniwati, 2012).

Penggunaan katalis sangat penting dalam produksi biodiesel karena katalis bisa mempercepat reaksi dengan menurunkan energi aktivasi sehingga energi yang dibutuhkan didalam produksi semakin sedikit dan biaya produksi menjadi lebih murah. Katalis yang biasa digunakan dalam produksi biodiesel katalis basa kuat seperti NaOH atau KOH. Karena memiliki kemampuan katalisator yang tinggi. Akan tetapi, penggunaan katalis ini memiliki kelemahan yaitu sulit dipisahkan dari campuran reaksi sehingga tidak dapat digunakan kembali dan pada akhirnya akan ikut terbuang sebagai limbah yang dapat mencemarkan lingkungan (Santoso dkk, 2013).

Salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai katalis adalah lempung alam yang terletak di daerah Desa Cengar Kecamatan Kuantan Mudik Kabupaten Kuantan Singingi. Kualitas lempung sebagai katalis dapat ditingkatkan salah satunya dengan cara diaktivasi secara kimia yaitu dengan larutan asam dan basa. Aktivasi katalis bertujuan untuk memperbanyak situs aktif katalis dengan

cara melarutkan ion – ion pengotor yang berada pada permukaan katalis (Fitrah, 2009).

## 2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak biji kapuk berasal dari Koperasi Jarak Lestari Cilacap Jawa Tengah, katalis lempung yang berasal dari Desa Cengar Kecamatan Kuantan Mudik Kabupaten Kuantan Singingi, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (*pa grade*, Merck), H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (*technical grade*, Brataco Chemika), H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, KOH (*technical grade*), NaOH (*pa grade*, Merck), etanol (*technical grade*), methanol (*pa grade*, Merck), indikator PP, dan akuades.

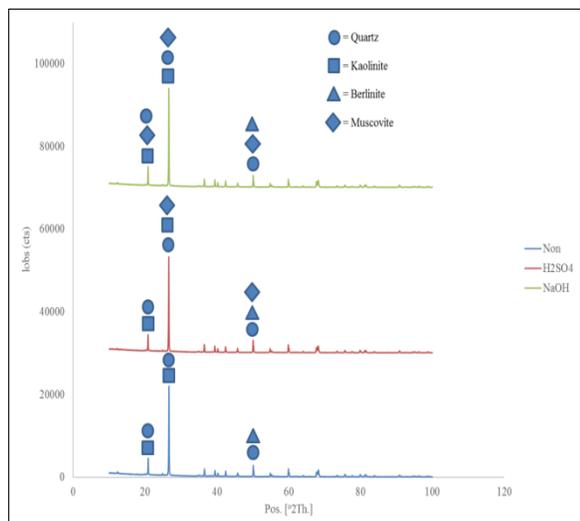
Sedangkan Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah, lumpang porselin, ayakan 100 dan 200 *mesh*, satu set motor pengaduk, *oven*, *heating mantle*, timbangan analitik, kertas saring, *furnace tube*, *magnetic stirrer*, reaktor alas datar, *heater*, labu leher tiga, termometer, kondensor, alat titrasi, erlenmeyer, gelas kimia, corong pisah, labu ukur, gelas ukur, pipet tetes, buret, piknometer dan viskometer *Oswald*. Ada beberapa tahapan yang dilakukan pada penelitian ini, antara lain :

### Pembuatan Katalis Lempung

Tahap pertama pada pembuatan katalis yaitu, batu lempung ditumbuk dan diayak dengan ukuran -100+200 *mesh* dengan ketentuan ukuran partikel yang diambil merupakan partikel yang lolos pada pengayak 100 *mesh* dan tertahan pada pengayak 200 *mesh*.

Selanjutnya dilakukan proses aktivasi lempung dengan cara mencampurkan 100 gram lempung ke dalam 400 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi larutan masing - masing 0,47%, 0,62%, dan 0,78%. Campuran tersebut diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 3 jam pada suhu 60°C, kemudian campuran tersebut didinginkan dan disaring dengan menggunakan pompa vakum. Padatan yang

didapat dikalsinasi pada suhu 300°C selama 3 jam, kemudian didinginkan dalam desikator. Untuk proses aktivasi secara basa dilakukan prosedur yang sama dengan proses aktivasi secara asam.



**Gambar 4.4** Difraktogram Lempung Tanpa Aktivasi, Lempung Teraktivasi Asam dan Lempung Teraktivasi Basa

### Proses Degumming

Minyak biji kapuk ditimbang kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 80°C sambil diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah itu ditambahkan asam fosfat sebanyak 0,3% dari berat minyak. Suhu minyak dipertahankan selama 15 menit sambil diaduk. Selanjutnya, minyak dimasukkan kedalam corong pemisah untuk memisahkan pengotor-pengotornya.

### Proses Esterifikasi

Minyak hasil *degumming* ditimbang sebanyak 100 gram dan dimasukkan ke dalam reaktor esterifikasi. Reaktor ditempatkan di atas pemanas untuk menjaga suhu reaksi yaitu 60°C. Setelah suhu reaksi tercapai, pereaksi metanol yang telah diukur dengan perbandingan rasio mol minyak : metanol 1 : 12 dan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebanyak 1%-b ditambahkan ke dalam reaktor. Setelah

reaksi berlangsung selama 1 jam, produk esterifikasi dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 1 jam sampai terbentuk dua lapisan (Putri dkk, 2015). Lapisan bawah dipisahkan dari lapisan atas berupa katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan metanol sisa dan dilanjutkan ke tahap transesterifikasi. Sebelum dilanjutkan ke tahap transesterifikasi lapisan bawah dari produk esterifikasi dihitung kadar ALB-nya terlebih dahulu.

### Proses Transesterifikasi

Produk esterifikasi ditimbang sebanyak 50 gram dimasukkan ke dalam reaktor transesterifikasi dan dipanaskan hingga mencapai suhu reaksi yaitu 60°C. Setelah suhu reaksi tercapai, katalis lempung 0,1%-b asam 0,78% dan metanol yang telah diukur dengan perbandingan rasio mol minyak : metanol 1 : 9 ditambahkan ke dalam reaktor. Setelah reaksi berlangsung selama 90 menit, produk transesterifikasi didinginkan dan disaring dengan kertas saring *whatman*. Endapan berupa katalis dipisahkan dari filtratnya. Filtrat tersebut dilanjutkan ke proses pemisahan dan pemurnian biodiesel.

### Proses Pemisahan dan Pemurnian

Filtrat yang telah dipisahkan dari katalis dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 6 jam hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan bawah berupa *crude* biodiesel dipisahkan dari lapisan atas berupa metanol sisa reaksi. *Crude* biodiesel kemudian dimurnikan dengan cara dicuci dengan akuades yang telah dipanaskan pada suhu 60°C. Kemudian biodiesel dipanaskan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 60 menit untuk menguapkan metanol sisa reaksi dan air (Setiadi, 2015). Selanjutnya biodiesel ditimbang untuk menentukan *yield* yang dihasilkan dan dianalisa untuk mengetahui karakteristiknya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Proses Degumming

Bertujuan untuk mengurangi pengotor-pengotor yang terdapat didalam minyak biji kapuk seperti fosfolipid, serat yang ikut terbawa saat proses ekstraksi minyak dan pengotor lainnya. Pemilihan asam phospat pada proses *degumming* agar terjadi proses koagulasi dan flokulasi sehingga memungkinkan partikel pengotor dapat mengendap karena adanya tumbukkan antar flok yang terjadi dengan bantuan pengadukan. Minyak biji kapuk hasil proses *degumming* ditentukan karakteristiknya meliputi densitas, viskositas, kadar air, kadar asam lemak bebas dan perubahan warna. Karakteristik minyak biji kapuk sebelum dan setelah proses *degumming* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Karakterisasi Minyak Biji Kapuk Sebelum dan Sesudah *Degumming*

Karakteristik	Satuan	Sebelum <i>degumming</i>	Setelah <i>degumming</i>
Densitas	kg/m <sup>3</sup>	916	894
Viskositas	mm <sup>2</sup> /s	6,71	6,29
Kadar air	%	7,33	6,5
Kadar ALB	%	25,49	17,76
Warna	-	Coklat Kehitaman	Coklat

#### Proses Esterifikasi

Dari Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa kadar air yang terdapat pada minyak biji kapuk setelah proses *degumming* yaitu 6,29%, sedangkan kadar ALB-nya yaitu 18,31%. Kadar air berbanding lurus dengan kadar ALB dimana semakin tinggi kadar air, maka kadar ALB pada minyak juga akan meningkat. Menurut Azmi (2009), reaksi esterifikasi merupakan salah satu proses perlakuan awal dalam pembuatan biodiesel yang bertujuan untuk mengurangi kadar air dan kadar ALB yang tinggi pada minyak. Setelah dilakukan tahap reaksi esterifikasi, kadar ALB minyak biji kapuk menurun dari

17,76% menjadi 1,08% dan kadar air menurun dari 6,5% menjadi 0,15%.

#### Karakterisasi Biodiesel

Biodiesel yang dihasilkan diuji karakteristiknya yaitu densitas, viskositas, angka asam dan titik nyala dengan memperhatikan standar mutu biodiesel menurut SNI 7182:2015 yang ditampilkan pada tabel 3.2 berikut.

**Tabel 3.2** Karakteristik Biodiesel dibandingkan Standar Nasional Indonesia

Karakteristik	Satuan	Biodiesel	SNI (2015)
Densitas (40°C)	kg/m <sup>3</sup>	871	850-890
Viskositas (40°C)	mm <sup>2</sup> /s	3,11	2,3-6,0
Angka Asam	mg KOH/g sampel	0,36	Maks 0,5
Titik Nyala	(°C)	200	Min 100

Biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu menurut SNI 7182:2015 dengan karakteristik: densitas 871 kg/m<sup>3</sup>, viskositas 3,11 mm<sup>2</sup>/s, angka asam 0,36 mg-KOH/gr biodiesel dan titik nyala 200 °C.

**Tabel 3.3** Perbandingan Biodiesel Hasil Penelitian ini dengan Penelitian sebelumnya

Peneliti	Katalis	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	Viskositas (mm <sup>2</sup> /s)	Angka asam (mg KOH/g)	Titik Nyala (°C)	Yield (%)
Penelitian ini, 2016 (Minyak Biji Kapuk)	Lempung	871	3,11	0,36	200	92,62
Afiyanda dkk, 2015 (Minyak Biji Kapuk)	H-Zeolit	859	5,6	0,561	195	79,35
Amalita dkk, 2015 (Minyak bintaro)	Lempung	890	4,70	0,59	-	91,70
Febriawan dkk, 2014 (Minyak Biji Karet)	Bentonit	818	0,939	16,5	-	84,21
Devitria dkk, 2013 (Minyak goreng)	Lempung	863	4,8	0,3	-	78,285

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai produksi biodiesel dari minyak biji kapuk menggunakan katalis lempung teraktivasi dapat disimpulkan

bahwa perolehan *yield* biodiesel tertinggi diperoleh pada konsentrasi katalis lempung 1% dari aktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,78%. Perlakuan variasi konsentrasi katalis berpengaruh terhadap perolehan *yield* biodiesel, demikian pula variasi aktivasi katalis berpengaruh terhadap perolehan *yield* biodiesel. Hasil karakterisasi biodiesel yang dihasilkan berupa berupa densitas 871 kg/m<sup>3</sup>, viskositas kinematik 3,11 mm<sup>2</sup>/s, titik nyala 200°C dan angka asam 0,36 mg-KOH/g sampel.

### Daftar Pustaka

- Afrielyanda, H., 2015, Pembuatan Biodiesel dari Biji Kapuk (Ceiba pentandra) dengan Katalis Padat H-Zeolit, *Skripsi*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- Armalita, R.D., Bahri, S., dan Yusnimar., 2015, *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Bintaro dengan Reaksi Transesterifikasi dan Katalis Lempung*, JOM FTEKNIK, Vol. 2.
- Asnawati, D., Gunawan, E.R., dan Ridhani, A.S., 2014, Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk (Ceiba pentandra) Melalui Reaksi Transesterifikasi Enzimatis. *Media Bina Ilmiah I*, Vol. 8, ISSN : 1978-3787.
- Azmi, M.F., 2009, *Transesterifikasi Heterogen Antara Minyak Sawit Mentah dengan Metanol Menggunakan Katalis K<sub>2</sub>O-CaO*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Devitria, R., Nurhayati., dan Anita, S., 2013, *Sintesis Biodiesel dengan Katalis Heterogen Lempung Cengar yang Diaktivasi dengan NaOH : Pengaruh Waktu Reaksi dan Rasio Molar Minyak : Metanol*, Jurnal Indonesia Chemical Acta, Vol. 3, No. 2, ISSN: 2085-0050.
- Fitrah, A., 2009, Model Kesetimbangan Adsorpsi Cu<sup>+2</sup> oleh Lempung Alam yang Dimodifikasi, *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Handayani, N.A., Santosa H., Sofyan, M., Tanjung, I., Chyntia, A., Putri, dan Ramadhan, Z.R., 2013, Biodiesel Production from Kapok (Ceiba Pentandra) Seed Oil Using Naturally Alkaline Catalyst as an Effort of Green Energy and Technology, *Int. Journal of Renewable Energy Development (IJRED)*, 169-173.
- Putri, F.D., Helwani, Z. dan Drastinawati, 2015, Pembuatan Biodiesel dari Minyak Sawit Off-Grade Menggunakan Katalis CaO Melalui Proses Dua Tahap. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, Vol. 10, No. 3, 99-105
- Santoso, H., Inggrid, M., dan Witono, J., 2013, Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Karet Menggunakan Katalis Berbahan Dasar Gula, *Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, Universitas Katolik Prahayangan.
- Setiadi, F., 2015, Kajian Minyak Biji Picung sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Biodiesel dengan Katalis Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam Mewujudkan Green Energy and Technology, *Skripsi*, Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.