

# Pengaruh Konsentrasi Asam terhadap Aktivasi Lempung Palas dan Aplikasinya Sebagai Katalis pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Nyamplung dengan Variasi Kecepatan Pengadukan

Renia Navivin<sup>1)</sup>, Syaiful Bahri<sup>2)</sup>, Wisrayetti<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia S1, <sup>2)</sup>Dosen Teknik Kimia  
Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis  
Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam  
Pekanbaru 28293  
Email: reniavivin@gmail.com

## ABSTRACT

*This study aims to produce biodiesel from calophyllum oil using acid-activated heterogene clay catalyst, determining catalyst and biodiesel characteristics and determining the selectivity of clay catalyst. The clay catalyst is prepared by grinding clay soil that has been dried to a size of -100 + 200 mesh, then clay is activated using H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5 N, 1 N and 2N solution. Then filtered using a vacuum pump. The solids are then calcined at 300°C. The process of making biodiesel is carried out through two stages: esterification and transesterification, in transesterification process of stirring speed variation of 200 rpm, 300 rpm, 400 rpm, with catalyst weight of 3% by weight of oil, calophyllum oil sample weight 80 grams and methanol with ratio of oil to methanol 1: 12 is introduced into the transesterification reactor, the reaction lasting for 120 minutes at 60 ° C. This study yielded the largest biodiesel yield on 2 N activated acid catalyst with 400 rpm mixing speed velocity of 78.4%. Characteristics of the catalyst that has a surface area and ratio of Si / Al is large enough.*

**Keywords:** *biodiesel, calophyllum, clay, transesterification.*

## 1. Pendahuluan

Berkurangnya potensi energi fosil mendorong Pemerintah untuk menjadikan Energi Baru Terbarukan (EBT) sebagai prioritas utama untuk menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Potensi EBT di Indonesia saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu peraturan yang mengatur perkembangan EBT di masa mendatang adalah PP No. 79 tahun 2014

tentang kebijakan Energi Nasional. (Dewan Energi Nasional, 2016).

Salah satu bentuk energi alternatif yang saat ini mulai dikembangkan adalah biodiesel. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif pengganti solar yang ramah lingkungan. Penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar mesin diesel dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak solar. Biodiesel terbuat dari minyak

nabati yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui (Prihanto dkk, 2013). Secara umum biodiesel lebih baik apabila dibandingkan dengan petrodiesel dikarenakan biodiesel dapat diperbaharui (*renewable*) serta dapat terurai secara alami (*biodegradable*). Biodiesel juga bersifat nontoksik dan relatif ramah lingkungan karena kandungan emisi gas buang dan sulfur yang rendah.

Biodiesel merupakan bahan bakar substitusi solar/diesel yang diproduksi melalui transesterifikasi minyak nabati salah satunya berbahan baku minyak nyamplung (Sudrajat dkk, 2010). Tanaman nyamplung berpotensi sebagai bahan baku biodiesel yang diharapkan dapat menghasilkan *yield* biodiesel yang cukup tinggi karena kadar minyaknya mencapai 70%. Produktivitas tanaman ini mencapai 20 ton/ha jika dibandingkan dengan jarak pagar 5 ton/ha dan sawit 6 ton/ha. Potensi minyak nyamplung yang dihasilkan di Indonesia cukup besar yaitu 39.405,6 ton/tahun (Sahirman, 2009). Tanaman nyamplung juga bersifat *non-edible* (tidak dapat dikonsumsi manusia) sehingga pemanfaatannya tidak berkompetisi dengan kepentingan pangan. Budidaya tanaman nyamplung relatif mudah karena tanaman nyamplung memiliki toleransi yang tinggi terhadap berbagai jenis tanah, pasir, maupun tanah yang mengalami degradasi (Leksono, 2014).

Selain itu, penggunaan katalis dalam berbagai reaksi kimia maupun proses industri juga semakin meningkat. Kemampuan katalis untuk meningkatkan kecepatan reaksi menyebabkan proses kimia dengan menggunakan katalis bersifat lebih ekonomis. Pemilihan dan penggunaan katalis dalam proses produksi biodiesel merupakan bagian yang sangat penting. Metode yang biasa digunakan dalam produksi biodiesel adalah proses transesterifikasi menggunakan katalis basa kuat seperti NaOH atau KOH. Katalis ini

merupakan katalis homogen yang sulit dipisahkan dari produk hasil reaksi karena memiliki fasa yang sama dengan reaktannya, bersifat racun dan limbahnya berdampak negatif terhadap lingkungan (Knothe dkk, 2005). Katalis homogen ini dapat digantikan dengan katalis heterogen yang lebih ramah lingkungan, mudah dipisahkan dari produk di akhir proses, stabil pada suhu tinggi, pori yang besar dan murah (Ulfayana, 2014). Salah satu katalis heterogen yang dapat digunakan adalah lempung. Pemilihan lempung dapat digunakan sebagai katalis karena mempunyai luas permukaan yang tinggi, stabilitas termal tinggi dan aktivitas katalitik yang baik (Nurhasanah, 2017).

## 2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah lempung alam yang berasal dari Desa Palas, Kecamatan Rumbai Pesisir, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau, minyak nyamplung yang diperoleh dari perusahaan Jarak Lestari, Cilacap, Jawa Barat, *aquadest*,  $H_2SO_4$  (*pagrade*, Merck),  $H_3PO_4$  (*technical grade*),  $H_2C_2O_4$ , metanol (*pagrade*, Merck), etanol (*technical grade*), KOH (*technical grade*), indikator pp dan akuades.

Sedangkan Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu lumpang porselin, ayakan 100 dan 200 *mesh*, reaktor alas datar ukuran 1 liter, satu set motor pengaduk, *heating mantel*, kertas saring, gelas ukur 100 ml, oven, *magnetic stirrer*, *hot plate*, *furnace*, labu leher tiga, timbangan analitik, kondensor, termometer, piknometer, viskometer *Oswald*, gelas piala, labu ukur 1000 ml, cawan penguap, buret, erlenmeyer, pipet tetes, statif dan klem.

### Pembuatan Katalis Lempung

Lempung ditumbuk kemudian diayak dengan ukuran ayakan -100+200 *mesh* dengan ketentuan ukuran partikel yang diambil merupakan partikel-partikel yang lolos pada pengayak -100 +200 *mesh* artinya

partikel-partikel yang lolos pada pengayak 100 mesh dan tertahan pada pengayak 200 mesh.

Selanjutnya lempung yang dihasilkan sebanyak 100 gram dari proses pengayakan diaktivasi selama 3 jam pada suhu 60°C dengan penambahan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 0,5 N , 1 N , dan 2 N sebanyak 400 ml sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* pada reaktor alas datar volume 1 liter. Kemudian campuran didinginkan dan disaring menggunakan pompa vakum. Padatan yang didapat dikalsinasi pada suhu 300 °C selama 3 jam dan didinginkan dalam desikator. Selanjutnya dianalisa untuk mengetahui karakteristik katalis lempung.

### Pembuatan Biodiesel

Bahan baku berupa minyak nyamplung *didegumming* terlebih dahulu dengan penambahan asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) untuk menghilangkan pengotor – pengotor pada minyak seperti getah dan lendir yang dapat menghambat proses pembuatan biodiesel. Minyak nyamplung hasil *degumming* memiliki kadar ALB >2% sehingga perlu di esterifikasi dengan menggunakan pelarut metanol dan katalis asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Selanjutnya dilakukan proses trans-esterifikasi menggunakan pelarut yang sama yaitu methanol dan katalis yang digunakan yaitu katalis lempung yang telah diaktivasi asam.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Karakterisasi Katalis

Setelah lempung diaktivasi asam dilakukan proses kalsinasi. Proses kalsinasi dilakukan untuk menghilangkan pengotor-pengotor organik (seperti air) yang berada di dalam rongga katalis dan mendekomposisi garam-garam menjadi bentuk oksidanya. Hal ini dapat menyebabkan pori-pori lempung terbuka dan luas permukaan spesifiknya meningkat. Karakterisasi katalis lempung menggunakan BET dilakukan untuk mengetahui luas permukaan lempung

sebelum dan sesudah aktivasi. Hasil analisa luas permukaan katalis dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Hasil Analisa Luas Permukaan Katalis

No.	Katalis	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /gr)
1.	Lempung Aktivasi Asam 0,5 N	15,089
2.	Lempung Aktivasi Asam 1 N	25,262
3.	Lempung Aktivasi Asam 2 N	37,641
4.	Lempung Tanpa Aktivasi (Tanpa Kalsinasi)	1,875

Dari tabel 3.1 dapat dilihat bahwa luas permukaan lempung tanpa aktivasi meningkat secara signifikan setelah diaktivasi dengan menggunakan asam dan dikalsinasi pada suhu 300°C. Selain itu Tabel 3.1 juga menunjukkan bahwa luas permukaan katalis meningkat dengan meningkatnya konsentrasi asam yang digunakan untuk aktivasi lempung.

Peningkatan luas permukaan pada lempung teraktivasi asam disebabkan oleh interaksi lempung dengan asam dapat melepaskan ion Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>+2</sup>, Mg dan pengotor-pengotor lainnya dari struktur sehingga kisi kristal lempung menjadi lebih bersih (Zatta, dkk, 2012). Semakin besar luas permukaan katalis, maka akan semakin besar kontak antara reaktan dengan permukaan katalis sehingga diharapkan aktivitas katalis semakin meningkat dan pembentukan produk semakin banyak.

### Pembuatan Biodiesel

#### Karakterisasi Minyak Nyamplung

Sebelum proses pembuatan biodiesel, terlebih dahulu dilakukan karakterisasi pada minyak nyamplung sebagai bahan baku. Karakteristik fisika yang ditentukan berupa densitas, kadar, dan asam lemak bebas sedangkan karakterisasi kimia menggunakan analisa *Gas Chromatography – Mass Spectroscopy (GC – MS)*. Karakteristik

fisika minyak nyamplung dapat dilihat pada tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Hasil Karakterisasi Minyak Nyamplung

Karakteristik	Satuan	Sebelum Degumming	Setelah Degumming
Densitas	kg/m <sup>3</sup>	939	911
Viskositas	mm <sup>2</sup> /s	6,98	6,63
Kadar Air	%	1,39	0,99
Kadar Asam Lemak Bebas	%	20,27	18,17

Tabel 3.2 memperlihatkan bahwa minyak nyamplung yang akan digunakan (setelah *degumming*) masih memiliki kadar asam lemak bebas (ALB) yang tinggi. Untuk melanjutkan ke proses pembuatan biodiesel minyak nyamplung terlebih dahulu di esterifikasi dikarenakan ALB >2%. Proses esterifikasi dilakukan pada suhu 60°C dengan rasio minyak : metanol 1:12 selama 60 menit dengan menggunakan katalis asam sulfat.

### Karakterisasi Biodiesel

Biodiesel yang sudah melalui proses pemurnian selanjutnya dikarakterisasi sifat fisika dan kimianya untuk mengetahui apakah biodiesel yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Karakterisasi sifat fisika biodiesel meliputi densitas, viskositas, angka asam dan titik nyala. Sedangkan karakterisasi sifat kimia biodiesel dianalisa dengan menggunakan GC-MS untuk mengetahui komponen-komponen yang terdapat di dalam biodiesel.

Data hasil analisa sifat fisika biodiesel dapat dilihat pada Tabel 4.5 yang memperlihatkan data hasil analisa semua produk biodiesel hasil dari penelitian ini dan sifat fisika biodiesel berdasarkan SNI 04-7128-2015.

**Tabel 3.3** Hasil Karakterisasi Fisika Biodiesel

Katalis	Kec. Pengadukan (rpm)	Densitas pada 40°C (kg/m <sup>3</sup> )	Viskositas pada 40°C (cSt)	Angka Asam (mg-KOH/g)	Titik Nyala (°C)	Yield (%)
Aktivasi	200	871	5.03	0.66	120	62,11
Asam	300	867	4.93	0.61	126	71,56
0,5 N	400	865	4.87	0.59	138	72,95
Aktivasi	200	876	5.22	0.72	124	67,4
Asam	300	875	5.20	0.66	126	69,25
1 N	400	867	4.93	0.53	130	75,5
Aktivasi	200	868	5.00	0.59	120	67,76
Asam	300	871	5.05	0.72	128	70,72
2 N	400	866	4.87	0.69	126	78,4
Lempung Tanpa Aktivasi	400	876	5.10	0.64	128	61,25
SNI 04-7128-2015		850 – 890	2,3 – 6,0	Maks. 0,5	Min. 100	

Tabel 3.3 menunjukkan bahwa densitas biodiesel hasil penelitian berada pada *range* nilai berdasarkan SNI. Densitas tertinggi dihasilkan pada penggunaan katalis lempung tanpa aktivasi dengan kecepatan pengadukan 400 rpm dan aktivasi 1 N dengan kecepatan pengadukan 200 rpm yaitu 876 kg/m<sup>3</sup>. Sedangkan densitas terendah dihasilkan pada penggunaan katalis lempung dengan aktivasi asam sulfat 0,5 N kecepatan pengadukan 400 rpm yaitu 865 kg/m<sup>3</sup>. Nilai densitas biodiesel dipengaruhi oleh berat molekul komponen-komponen yang terkandung didalam biodiesel. Semakin berat komponen-komponen yang terkandung, maka semakin tinggi nilai densitasnya (Febrian, 2016).

Viskositas biodiesel yang diperoleh dari hasil penelitian ini berada dalam *range* SNI. Viskositas tertinggi yaitu pada penggunaan katalis lempung dengan aktivasi asam sulfat 1 N 200 rpm yaitu 5,22 cSt. Sedangkan viskositas terendah yaitu 4,87 cSt. Viskositas yang tinggi menyebabkan biodiesel sulit mengalir sehingga meningkatkan biaya instalasi perpipaan untuk mendistribusikan biodiesel. Tinggi rendahnya viskositas biodiesel dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan (Febrian, 2016).

Viskositas biodiesel berkorelasi dengan rantai karbon asam lemak yang terdapat pada sampel biodiesel. Nilai viskositas meningkat seiring peningkatan panjang

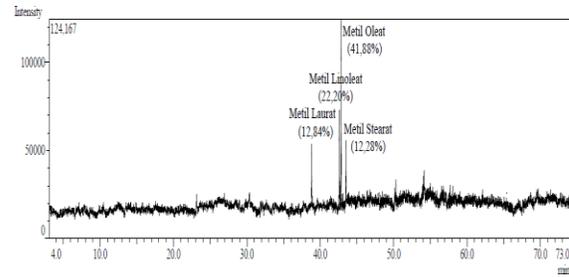
rantai karbon asam lemak. Selain itu, ikatan rangkap yang terdapat didalam asam lemak juga mempengaruhi viskositas. Semakin banyak ikatan rangkap, semakin tinggi viskositas biodiesel.

Angka asam biodiesel hasil penelitian memiliki nilai diatas standar yaitu 0,5. Angka asam menyatakan kandungan asam lemak bebas yang terdapat didalam biodiesel, semakin tinggi angka asam maka semakin banyak kandungan asam lemak bebas. Angka asam tertinggi dari hasil penelitian adalah 0,72 pada aktivasi katalis 1 N dan 2 N. Angka asam yang tinggi ini kemungkinan disebabkan karena dalam proses esterifikasi dan transesterifikasi menggunakan katalis yang bersifat asam.

Titik nyala mengindikasikan tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan untuk terbakar dari suatu bahan bakar. Titik nyala biodiesel hasil penelitian ini sudah memenuhi standar mutu berdasarkan SNI yaitu memiliki nilai diatas 100°C. Hal ini menyatakan bahwa biodiesel berada pada batas aman terhadap bahaya kebakaran saat penyimpanan maupun saat pendistribusian. Titik nyala tertinggi yaitu 138°C dan terendah 120°C.

Kecepatan pengadukan juga berpengaruh pada perolehan yield biodiesel. Semakin tinggi pengadukan maka semakin tipis lapisan film pada padatan sehingga dapat menurunkan tahanan perpindahan massa dan panas antar fasa secara konveksi yang menyebabkan semakin cepatnya reaksi fisika berlangsung

Karakterisasi selanjutnya yaitu uji sifat kimia biodiesel diuji dengan menggunakan GC-MS.



**Gambar 3.1** Kromatogram hasil GC-MS biodiesel dengan katalis lempung diaktivasi asam 2 N

Gambar 3.1 merupakan hasil uji GC-MS biodiesel dengan katalis lempung diaktivasi asam 2 N dan kecepatan pengadukan 400 rpm. Hasil uji GC-MS menunjukkan beberapa senyawa organik yang terkandung di dalam biodiesel. Senyawa penyusun dalam biodiesel minyak nyamplung yang dominan adalah metil oleat, metil linoleat, metil laurat dan metil stearat

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yaitu biodiesel berbahan baku minyak nyamplung dapat diproduksi dengan menggunakan katalis lempung yang diaktivasi asam. Katalis lempung dengan aktivasi asam 2 N dengan kecepatan pengadukan 400 rpm menghasilkan *yield* tertinggi yaitu 78,4% dengan karakteristik: densitas 867 kg/m<sup>3</sup>, viskositas 4,86 cSt, angka asam 0,69 mg-KOH/gr biodiesel dan titik nyala 126° C.

#### Daftar Pustaka

- Dewan Energi Nasional. 2016. *Outlook Energi Indonesia 2016*. Jakarta.
- Febrian, R. 2016. Pirolisis Kulit Kayu Pinus Merkusi Menjadi Bio-Oil Menggunakan Katalis Cr/Lempung. *Skripsi*. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Knothe, G., Krahl, J. dan Gerpen J.V. 2005. *The Biodiesel Handbook*. AOCS Press : United States of America.

- Leksono, B. 2014. *Budidaya Tanaman Nyamplung (Calophyllum inophyllum L.) untuk Bioenergi dan Prospek Pemanfaatan Lainnya*. IPB Press. Jakarta.
- Nurhasanah. 2017. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk (*Ceiba pentandra*) dengan Katalis Lempung Teraktivasi: Pengaruh Konsentrasi dan Aktivasi Katalis. *JOM FTEKNIK* 4 (2).
- Prihanto, A., B. Pramudono., dan H. Santosa. 2013. Peningkatan Yield Biodiesel dari minyak biji nyamplung melalui Transesterifikasi Dua Tahap. *Momentum*. 9, 46-53.
- Sahirman. 2009. Perancangan Proses Biodiesel dari Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*), *Disertasi*, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor .
- Sudrajat, R., A. Sahirman., Suryani, dan D. Setiawan. 2010. *Proses Transesterifikasi pada Pembuatan Biodiesel Menggunakan Minyak Nyamplung (Calophyllum inophyllum L.) yang telah dilakukan Esterifikasi*. Bogor : Pusat Litbang Hasil Hutan.
- Ulfayana, S. 2014. Pemanfaatan Zeolit Alam sebagai Katalis pada Tahap Transesterifikasi Pembuatan Biodiesel dari Sawit *Off Grade*. *Skripsi*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Zatta, L., L. P. Ramos dan F. Wypych. 2012. Acid Activated Montmorillonite as Catalysts in Methyl Esterification Reactions of Lauric Acid. *Journal of Oleo Science*. 61 (9): 497-504.