

# Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Sintesis Biodiesel dari Minyak Jarak Menggunakan Katalis La/NZA

Putri Azizah<sup>1)</sup>, Syaiful Bahri<sup>2)</sup>, Khairat<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 : putriazizah2510@gmail.com

## ABSTRACT

*Biodiesel is one of alternative energy to replace fossil fuels from vegetable oil. The aims of this research were to produce biodiesel from castrol oil using heterogen catalyst La/NZA, to study the effect of agitation speed and the ratio of impregnation La on NZA to the yield of biodiesel and to determine the characteristics of catalyst and biodiesel. The La/NZA catalyst is made by grinding the natural zeolite to a size of -100 + 200 mesh, then the zeolite is activated using solution of HCL and NH<sub>4</sub>Cl, then it was dried. La is impregnated into NZA then dried using oven and calcination. Production of biodiesel is carried out through two stages: esterification and trans-esterification. Before esterification, degumming process was done to remove impurities and gum contained in the oil. While in the trans-esterification process, variation of impregnation La on NZA are 0% La, 1% La and 3% La and variation of agitation speed are 300 rpm, 400 rpm and 500 rpm for 80 grams of castrol oil and methanol with the ratio of oil : methanol 1 : 9 was inserted to trans-esterification reactor, reaction lasted for 120 minutes at 60°C. The highest yield resulted on using 3%La/NZA catalyst with agitation speed 400 rpm which is 88.15%. Characteristics of the catalyst that has a surface area and ratio of Si/Al are large enough with biodiesel produced in accordance with predefined standards (SNI 04-1782-2015).*

**Keywords:** *biodiesel, La/NZA, castrol oil, transesterification.*

## 1. Pendahuluan

Bahan bakar minyak bumi adalah salah satu sumber energi utama yang banyak digunakan di berbagai negara pada saat ini. Kebutuhan bahan bakar ini selalu meningkat, seiring dengan penggunaannya di bidang industri maupun transportasi. Namun, ketersediaan bahan bakar minyak bumi terbatas dan sifatnya tidak terbarukan, sehingga diprediksikan akan ada kelangkaan bahan bakar minyak. Oleh sebab itu, perlu dikembangkan bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui (*renewable*) dan ramah

lingkungan. Energi alternatif yang dapat dikembangkan berupa bahan bakar nabati (BBN) yang mana satu diantaranya yaitu biodiesel.

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang berupa metil ester asam lemak yang dihasilkan dari minyak nabati maupun lemak hewan. Sumber trigliserida yang dapat dijadikan biodiesel adalah minyak tumbuhan (Marnoto dan Sulistyawati, 2010). Namun saat ini, biodiesel masih terpaku pada bahan baku dari CPO (*Crude Palm Oil*) yang juga bahan

baku kebutuhan pangan. Maka diperlukan alternatif bahan baku pembuatan biodiesel yang bersifat non pangan untuk mengurangi persaingan salah satunya yaitu minyak jarak. Pengembangan tanaman jarak sebagai bahan baku biodiesel mempunyai potensi yang sangat besar, karena selain menghasilkan minyak dengan produktivitas tinggi yaitu sebesar 40-60%, tanaman ini mudah tumbuh dan mampu memproduksi banyak buah sepanjang tahun (Rustamaji dkk, 2010).

Biodiesel dihasilkan dari minyak nabati dengan mengkonversi trigliserida menjadi metil ester dengan suatu proses yang disebut dengan transesterifikasi. Proses ini berjalan lambat, sehingga membutuhkan katalis untuk mempercepat laju reaksinya. Umumnya, teknologi produksi biodiesel konvensional menggunakan katalis homogen untuk menghasilkan *yield* yang lebih tinggi (Thinnakom dan Tscheikuna, 2014). Katalis yang sering digunakan adalah NaOH dan KOH yang dilarutkan dengan metanol.

Proses ini memiliki kelemahan yaitu sukar dipisahkan dari campuran reaksi dan hanya digunakan sekali saja (Husin dkk, 2015). Oleh sebab itu diperlukan usaha untuk mencari teknologi proses produksi biodiesel yang lebih efisien, salah satunya dengan pengembangan katalis heterogen.

Pada penelitian ini proses pembuatan biodiesel akan menggunakan katalis zeolit alam yang diaktivasi. Zeolit digunakan sebagai katalis karena struktur kristalnya berpori dan memiliki luas permukaan yang besar, tersusun oleh kerangka silika-alumina, memiliki stabilitas termal yang tinggi, harganya murah serta ketersediaannya di Indonesia cukup melimpah (Setyawan dkk, 2002). Upaya untuk meningkatkan kinerja katalis maka digunakan sistem logam pengemban. Logam yang biasa digunakan yaitu logam – logam transisi dengan daya absorbs yang kuat. Salah satu logam yang digunakan adalah logam La (Nasakin dll, 2002). La memiliki

orbital d kosong sehingga efektif menerima pasangan elektron untuk membentuk reaksi (Siregar, 2016).

## 2. Metode Penelitian

Bahan Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak jarak, katalis zeolit alam (*natural zeolite*) yang berasal dari Kabupaten Asahan, Provinsi Sumatera Utara,  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (*technical grade*, Brataco Chemika),  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , KOH (*technical grade*), etanol (*technical grade*), metanol (*pa grade*, Merck), indikator PP, dan akuades.

Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah lumpang porselin, lesung dan alu, ayakan 100 dan 200 mesh, reaktor alas datar ukuran 1 liter, labu leher tiga ukuran 500 ml yang dilengkapi dengan kondensor dan termometer, satu set motor pengaduk, mantel pemanas, *magnetic stirrer*, oven, gelas ukur 100 ml, gelas piala, labu ukur 1000 ml, erlenmeyer, cawan penguap, buret, kertas saring, *hot plate*, *furnace tube*, neraca analitik, tabung serta regulator gas  $\text{N}_2$ , piknometer, viskometer *Oswald*.

### Pembuatan Katalis La/NZA

Tahap Tahap pertama pada pembuatan katalis yaitu, zeolit alam digerus 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 zeolit alam dengan cara mencampurkan zeolit alam ke dalam larutan HCl 6 N pada temperatur 50 °C sambil dididuk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit . Campuran didiamkan selama 16 jam, kemudian disaring dan dicuci berulang kali menggunakan akuades sampai tidak ada ion Cl- yang terdeteksi oleh larutan  $\text{AgNO}_3$  serta dikeringkan dalam oven pada suhu 130 °C

selama 3 jam. Selanjutnya sampel direndam dalam larutan 500 ml  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 N pada temperatur 90 °C dengan waktu perendaman 180 menit/hari selama 1 minggu, setelah itu disaring dan dicuci dengan akuades serta dikeringkan pada temperatur 130 °C selama 3 jam dalam oven.

Proses selanjutnya yaitu impregnasi logam La dengan cara mencampurkan  $\text{La}_2\text{O}_3$  dan zeolit ke dalam akuades. Campuran tersebut diaduk dengan menggunakan *magnetic stirred* selama 3 jam pada suhu 60 °C, disaring, dicuci dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 6 jam. Padatan yang diperoleh kemudian dikalsinasi pada suhu 500 °C sehingga diperoleh katalis La/NZA yang selanjutnya dianalisa untuk mengetahui karakteristik katalis.

### Pembuatan Biodiesel

Bahan baku berupa minyak jarak terlebih dahulu *didegumming* dengan penambahan asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) untuk menghilangkan pengotor – pengotor pada minyak seperti getah dan lendir yang dapat menghambat proses pembuatan biodiesel. Minyak jarak hasil *deggumming* memiliki kadar ALB >2% sehingga perlu dilakukan proses esterifikasi dengan menggunakan pelarut metanol dan katalis asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Selanjutnya dilakukan proses trans-esterifikasi menggunakan pelarut yang sama yaitu metanol namun katalis yang digunakan yaitu NZA dan La/NZA.

### 3. Hasil dan Pembahasan Karakterisasi Katalis

Zeolit yang terdapat di alam ditemukan tidak dalam keadaan murni. Zeolit masih banyak mengandung pengotor-pengotor, ion-ion logam alkali dan luas permukaan yang kecil sehingga menjadikan kualitas zeolit sebagai katalis masih rendah. Oleh karena itu, sebelum dilakukan impregnasi logam La, zeolit alam diaktivasi

menggunakan HCl terlebih dahulu. Aktivasi menggunakan asam bertujuan untuk melarutkan pengotor yang menutupi pori-pori zeolit sehingga menjadi lebih terbuka, akibatnya luas permukaan spesifik katalis menjadi relatif besar dan katalis menjadi lebih aktif.

Impregnasi logam La terhadap NZA juga dapat menambah luas permukaan katalis. Logam La berfungsi sebagai fasa aktif dan masuk kedalam pori – pori zeolit yang menyebabkan situs aktif dari katalis meningkat sehingga kinerja katalis dapat meningkat. Hasil analisa luas permukaan katalis dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Analisa Luas Permukaan Katalis

No.	Katalis	Luas Permukaan ( $\text{m}^2/\text{gr}$ )
1.	NZA	2,731
2.	La/NZA	83,523

Tabel 3.1 menunjukkan bahwa luas permukaan katalis meningkat dengan bertambahnya jumlah logam La yang diimpregnasi. Logam yang telah tersebar masuk kedalam pori – pori zeolit selain itu logam La juga dapat memperkokoh pori pada zeolit sehingga luas permukaan tidak berkurang. Katalis La/NZA memiliki luas permukaan yang lebih besar yaitu 83,523  $\text{m}^2/\text{gram}$  dibandingkan dengan katalis NZA yaitu 34,772  $\text{m}^2/\text{gram}$ . Hal ini membuktikan bahwa dengan melakukan proses impregnasi logam ke dalam zeolit dapat memperbesar luas permukaan katalis.

### Pembuatan Biodiesel Karakterisasi Minyak Jarak

Sebelum dilakukan proses pembuatan biodiesel, bahan baku yaitu minyak jarak terlebih dahulu *didegumming* yang bertujuan untuk mengurangi pengotor-pengotor yang terdapat didalam minyak jarak.. Minyak jarak hasil proses *degumming* ditentukan karakteristiknya meliputi

densitas, kadar air dan kadar asam lemak bebas. Karakteristik minyak jarak sebelum dan setelah proses *degumming* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Karakterisasi Minyak Nyamplung Sebelum dan Sesudah *Degumming*

Karakteristik	Satuan	Sebelum <i>degumming</i>	Setelah <i>degumming</i>
Densitas	kg/m <sup>3</sup>	924	913
Kadar Air	%	3,12	2,10
Kadar ALB	%	5,89	3,06

### Karakterisasi Biodiesel

Karakterisasi biodiesel dilakukan dengan uji sifat fisika dan kimia biodiesel. Karakterisasi sifat fisika meliputi densitas, viskositas, angka asam dan titik nyala. Sedangkan karakterisasi sifat kimia biodiesel dianalisa dengan uji GC – MS untuk mengetahui komponen – komponen yang terdapat di dalam biodiesel. Data hasil analisa fisika dan kimia biodiesel dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan Gambar 3.1.

**Tabel 3.3** Karakterisasi Fisika Biodiesel

Katalis	rpm	Densitas pada 40°C (kg/m <sup>3</sup> )	Viskositas pada 40°C (cSt)	Angka Asam (mg-KOH/g)	Titik Nyala (°C)	Yield (%)
NZA	300	838	5,07	0,596	117	75,83
	400	867	4,89	0,518	122	81,40
	500	839	5,07	0,527	115	80,15
La/NZA	300	842	4,90	0,522	120	78,71
	400	875	4,79	0,483	137	88,15
	500	839	5,07	0,492	124	84,83
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 merupakan perbandingan antara massa per satuan volume. Densitas pada penggunaan katalis La/NZA lebih besar dibandingkan pada penggunaan katalis NZA yaitu 875 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).

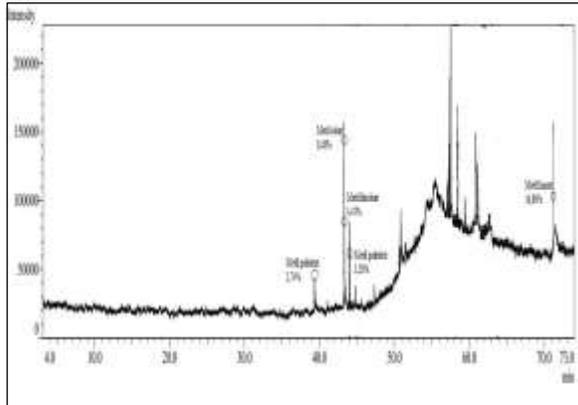
Viskositas biodiesel yang diperoleh dari hasil penelitian ini berada dalam *range* SNI biodiesel tahun 2015. Viskositas pada katalis La/NZA yaitu sebesar 4,79 cSt. Viskositas yang tinggi menyebabkan biodiesel sulit mengalir sehingga meningkatkan biaya instalasi perpipaan untuk mendistribusikan biodiesel. Tinggi rendahnya viskositas biodiesel dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan (Febrian, 2016) dan proses transesterifikasi yang kurang sempurna dikarenakan suhu yang tidak konstan (Siregar, 2016).

Angka asam biodiesel hasil penelitian memiliki nilai yang memenuhi standar yaitu 0,48 pada penggunaan katalis La/NZA. Angka asam menyatakan kandungan asam lemak bebas yang terdapat didalam biodiesel, semakin tinggi angka asam maka semakin banyak kandungan asam lemak bebas. Angka asam menentukan mutu biodiesel yang baik atau tidak. Angka asam yang melebihi ini disebabkan oleh bahan baku minyak jarak memiliki ALB yang tinggi yaitu 3,06% serta kemungkinan hanya sedikit yang berkurang setelah proses esterifikasi.

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.

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 3.2** Kromatogram Hasil GC-MS Biodiesel dengan Katalis La/NZA

Gambar 3.2 merupakan hasil uji GC-MS biodiesel dengan katalis La/NZA. Hasil uji menunjukkan beberapa senyawa organik yang terkandung di dalam metil ester. Senyawa penyusun dalam metil ester minyak jarak yang dominan adalah metil palmitat, metil oleat, metil linoleat dan metil laurat.

### Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yaitu biodiesel berbahan baku minyak jarak pagar dapat diproduksi menggunakan katalis La/NZA. Yield terbaik yang diperoleh yaitu 88,15%. Biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu menurut SNI 7182:2015 dengan karakteristik: densitas  $875 \text{ kg/m}^3$ , viskositas 4,97 cSt, angka asam 0,48 mg-KOH/gr biodiesel dan titik nyala  $137^\circ\text{C}$ .

### Daftar Pustaka

Anugra, R.D. 2010. *Efek Kandungan Logam Ni/NZA pada Proses Pencairan Langsung Biomassa menjadi Bio-oil*. Skripsi. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau. Pekanbaru.

Febrian, R. 2016. *Pirolisis Kulit Kayu Pinus Merkusii menjadi Bio-Oil menggunakan Katalis Cr/Lempung*. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau. Pekanbaru.

Husin, H., F. Hasfita dan Rinaldi. 2015. *Preparasi Katalis Abu Kulit Kerang Untuk Transesterifikasi Minyak Nyamplung menjadi Biodiesel*. AGRITECH. 35:1.

Marnoto, T., dan Sulistyawati, E. 2010. *Biodiesel dari Minyak Nyamplung (Calophyllum inophyllum) dan Spiritus dengan Katalisator Kapur Tohor*. Natur Indonesia. 13, 112-117.

Rustamaji, Heri, Arief B., Sulistyoy, H. 2010. *Alkoholisis Minyak Jarak Pagar Dengan Katalisator Asam Padat*. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses. ISSN : 1411-4216.

Setyawan, P.H.D. 2002. *Modifikasi Zeolit Alam dan Karakterisasinya sebagai Katalis Perengkahan Asap Cair Kayu Bengkirai*. Tesis. Yogyakarta.

Siregar, R.V.M. 2016. *Produksi Biodiesel dari Minyak Nyamplung menggunakan Katalis La/lempung*. Skripsi. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau. Pekanbaru.

Thinnakom, K., Tscheikuma, J. 2014. *Biodiesel Production via Transesterification of palm olein using sodium phosphate as a heterogeneous Catalysts*. Applied Catalysis A: General 476. 26-33.