PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JARAK PAGAR DENGAN KATALIS La/NZA

Irnaliah[1)], Syaiful Bahri[2)], Khairat[2)]
[1)]Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia S1, [2)]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: irnaliahst@gmail.com

ABSTRACT

Biodiesel is an alternative energy to replace fossil fuels. It can be made by transesterification process of vegetable oils such as jatropha oil. During the process of making biodiesel it using homogeneous catalyst such as NaOH or KOH. But homogeneous catalyst has disadvantages the formation of side product and complexity the separation of catalyst. Therefore, in this study the use of heterogeneous catalyst La/NZA was developed to produced biodiesel. The purpose of this research were produce biodiesel from jatropha oil, study the effect of mole ratio of oil/methanol and concentration of catalyst on yield of biodiesel, determine the best conditions for biodiesel production and to identify the characteristics of biodiesel produced. In the transesterification process, concentration of catalyst and mole ratio oil/methanol was variated. Yield of biodiesel based on product methyl ester and selectivity is calculated.

Keyword: *biodiesel, esterification, heterogeneous, transesterification*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan energi alternatif yang bersifat *renewable* (dapat diperbaharui) dan ramah lingkungan merupakan fokus utama pemerintah Indonesia dalam upaya menghadapi krisis energi dimasa mendatang. Energi sangat diperlukan dalam menjalankan aktivitas perekonomian, baik untuk kebutuhan konsumsi maupun aktivitas produksi. Salah satu energi *renewable* tersebut adalah biodiesel.

Biodiesel merupakan *fatty acid methyl ester* (FAME) yang dihasilkan dari proses transesterifikasi antara trigliserida dan metanol dengan bantuan katalis [Nurhayati dkk., 2013]. Biodiesel merupakan bahan bakar non polusi, tersedia secara lokal, dapat diakses, berkelanjutan dan diperoleh dari sumber terbarukan seperti minyak nabati dan lemak hewan [Adebayo dkk., 2011].

Biodiesel memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan energi lainnya yaitu dapat terurai *(biodegradable),* bahan bakar terbarukan yang dapat dihasilkan dari berbagai bahan baku organik termasuk *waste vegetable oil*, alga, minyak biji tanaman dan lemak hewan. Biodiesel memiliki emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan petrodiesel saat dibakar (baik dicampur atau murni). Biodiesel tidak mengeluarkan CO_2 di atmosfer dan meminimalkan intensitas efek rumah kaca [Vicente dkk., 2004].

Minyak jarak pagar *(Jatropha oil)* dapat digunakan sebagai bahan baku produksi biodiesel. Minyak jarak pagar termasuk ke dalam minyak yang tidak bisa dimakan *(non edible oil),* sehingga pemanfaatannya sebagai bahan baku biodiesel tidak akan mengganggu penyediaan kebutuhan minyak makan nasional, kebutuhan industri oleokimia dan ekspor *crude palm oil* (CPO).

Dalam reaksi pembuatan biodiesel diperlukan adanya katalis karena reaksi cenderung berjalan lambat. Katalis berfungsi untuk menurunkan energi

aktivasi sehingga reaksi dapat berlangsung lebih cepat [Santoso dkk., 2013].

Katalis terbagi dua jenis, yaitu katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis heterogen memiliki fasa yang berbeda dengan pereaksi sehingga katalis heterogen dapat diperoleh dengan mudah di akhir reaksi [Bahri, 2012]. Katalis heterogen ini biasanya berupa katalis dengan sistem logam-pengemban (bifungsional). Zeolit alam termasuk jenis katalis heterogen.

Zeolit merupakan kristal yang memiliki sifat stabil terhadap panas [Indra, 2010]. Logam transisi dipilih karena memiliki orbital *d* kosong sehingga efektif menerima pasangan elektron dari reaktan untuk mencapai suatu reaksi. Pengemban yang digunakan harus memiliki luas permukaan cukup besar sebagai tempat untuk mendistribusikan logam. Logam dapat terdispersi secara merata di seluruh sistem pori zeolit sehingga dihasilkan permukaan logam yang aktif [Zhang dkk., 2003].

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan biodiesel dari minyak jarak pagar dengan katalis La/NZA, mempelajari pengaruh rasio mol minyak/metanol dan konsentrasi katalis terhadap *yield* biodiesel, mengetahui kondisi terbaik pembuatan biodiesel serta mengidentifikasi karakteristik biodiesel dari minyak jarak pagar.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

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 N_2, piknometer, viskometer *Oswald*, pipet tetes, statif, klem, GC-MS, BET dan SEM.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jarak, zeolit alam *(Natural zeolite)*, metanol pa 96%, H_2SO_4, La_2O_3, H_3PO_4, NH_4Cl, $AgNO_3$. asam oksalat ($H_2C_2O_4.2H_2O$) 0,1 N, KOH 0,1 N, etanol, indikator pp dan *aquadest*.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap dalam penelitian ini yaitu suhu, waktu dan kecepatan pengadukan, sedangkan variabel berubah yaitu rasio mol minyak/metanol, dan konsentrasi katalis transesterifikasi.

2.3 Pembuatan Katalis La/NZA

Zeolit alam dikecilkan dengan cara digerus dengan lumpang porselin, selanjutnya diayak dengan pengayak berukuran 100 dan 200 mesh. Zeolit yang digunakan adalah yang lolos pada 100 mesh dan tertahan pada 200 mesh. Selanjutnya zeolit alam direndam dalam larutan HCl 6 N selama 30 menit pada temperatur 50^oC dan direfluks sambil diaduk dengan motor pengaduk. Campuran didiamkan selama 16 jam, kemudian disaring dan dicuci berulang kali sampai tidak ada ion Cl^- yang terdeteksi oleh larutan $AgNO_3$ dan dicuci dengan aqudes, dikeringkan pada temperatur 130^oC selama 3 jam dalam oven. Sampel ini direndam dalam larutan 500 ml NH_4Cl 1 N pada temperatur 90^oC dengan waktu perendaman 180 menit/hari selama 1 minggu sambil diaduk, kemudian disaring dan dicuci dengan aquades, dikeringkan pada temperatur 130^oC selama 3 jam dalam oven.

Selanjutnya dilakukan proses impregnasi logam La. Padatan La_2O_3 dilarutkan ke dalam aquades, kemudian sampel zeolit, yang telah diaktivasi dicampurkan ke dalam larutan La_2O_3 dengan di lakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirred* sambil dipanaskan menggunakan *hot plate* pada suhu 60^oC selama 3 jam, kemudian disaring dan dicuci. Zeolit kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110^oC

selama 6 jam. Logam La diembankan ke dalam sampel NZA. Selanjutnya sampel La/NZA dikalsinasi menggunakan gas N_2 selama 6 jam. Katalis dikaraterisasi menggunakan SEM-EDX dan BET.

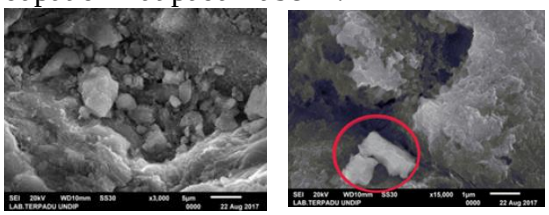
2.4 Pembuatan Biodiesel

Minyak jarak pagar terlebih dahulu di*degumming* untuk menghilangkan pengotor yang dapat menghambat proses pembuatan biodiesel. Minyak jarak pagar yang digunakan memiliki kadar ALB >2% sehingga perlu dilakukan esterifikasi menggunakan katalis H_2SO_4. Selanjutnya dilakukan proses transesterifikasi menggunakan katalis NZA dan La/NZA.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakterisasi Katalis La/NZA

Hasil analisa SEM dapat dilihat pada Gambar 1. dan hasil analisa BET dapat dilihat pada Tabel 1.



(a) (b)

Gambar 1. Morfologi permukaan katalis (a). NZA dan (b). La/NZA

Gambar 1 (a) menunjukkan morfologi permukaan katalis yang memiliki struktur kristal yang khas yang terdiri dari lameral-lameral yang berlapis dan di sela-selanya terdapat banyak rongga pori-pori dengan ukuran yang berbeda-beda. Struktur kristal yang khas dan memiliki banyak pori menyebabkan luas permukaan katalis meningkat.

Gambar 1 (b) terlihat ada logam La yang menempel pada permukaan zeolit dengan bentuk bulat maupun lonjong yang tidak beraturan. Hal ini menyebabkan terjadinya perubahan morfologi katalis yang menjadi lebih kasar dan terdapat banyak pori. Struktur permukaan katalis yang berpori kemungkinan disebabkan karena adanya proses kalsinasi pada suhu tinggi. Kalsinasi menyebabkan struktur pada permukaan katalis berubah karena terjadinya penguapan beberapa senyawa kimia dan air.

Tabel 1. Hasil analisa luas permukaan katalis

No.	Katalis	Luas Permukaan (m^2/g)
1.	NZA	2,731
5.	La/NZA	83,523

Tabel 1 menujukkan katalis La/NZA memiliki luas permukaan yang lebih besar yaitu 83,523 m^2/g dibandingkan dengan luas permukaan katalis NZA yaitu 2,731 m^2/g. Menurut Kusmiati [2015], peningkatan luas permukaan katalis terjadi karena logam yang telah tersebar pada katalis. Logam yang telah tersebar akan menyebabkan jumlah gas nitrogen pada saat aktivasi katalis yang teradsorpsi pada permukaan katalis meningkat sehingga dapat menghilangkan pengotor yang menutupi pori-pori katalis dan pori-porinya menjadi lebih terbuka, permukaan katalisnya lebih bersih dan saat diimpregnasi dengan logam akan meningkatkan luas permukaannya. Semakin besar luas permukaan katalis La/NZA, maka akan semakin besar kontak antara reaktan dengan permukaan katalis sehingga aktivitas katalis tersebut akan semakin meningkat dan pembentukkan produk semakin banyak.

3.2 Pembuatan Biodiesel

a) Karakterisasi Sifat Fisika Biodiesel

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 fisika biodiesel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Karakterisasi Fisika Biodiesel

Katalis	Rasio Mol	Densitas pada 40°C (kg/m^3)	Viskositas pada 40°C (cSt)	Angka Asam (mg-KOH/g)	Titik Nyala (°C)	*Yield* (%)
NZA	1/6	877	5,65	0,646	144	80,312
	1/9	880	5,48	0,560	154	82,750
	1/12	878	5,55	0,560	148	84,525
La/NZA	1/6	879	5,31	0,603	150	81,075
	1/9	877	5,16	0,474	151	84,875
	1/12	877	5,23	0,517	152	82,787
SNI 7182-2015		**850-890**	**2,3-6,0**	**Maks 0,5**	**Min 100**	

Kualitas biodiesel ditentukan oleh kemurnian senyawa metil ester di dalamnya. Kontaminan seperti asam lemak bebas dapat menyebabkan permasalahan pada saat pemakaian biodiesel seperti menyebabkan timbulnya kerak pada mesin atau menyumbat saluran injeksi ataupun dipengaruhi nilai densitas biodiesel yang dihasilkan. Parameter lainnya yang menentukan kualitas biodiesel adalah viskositas.

Tabel 2. menunjukkan bahwa densitas biodiesel hasil penelitian berada pada *range* nilai berdasarkan SNI. Densitas terbesar dihasilkan pada penggunaan katalis NZA pada rasio mol 1/9 yaitu 880 kg/m^3. Sedangkan densitas terendah dihasilkan pada penggunaan katalis La/NZA pada rasio mol 1/6 yaitu 879 kg/m^3. Nilai densitas biodiesel dipengaruhi oleh berat molekul komponen-komponen yang terkandung di dalam biodiesel. Semakin berat komponen-komponen yang terkandung, maka semakin tinggi nilai densitasnya. Semakin kecil densitas maka akan semakin baik digunakan sebagai bahan bakar karena semakin ringan [Febrian, 2016].

Viskositas biodiesel yang diperoleh dari hasil penelitian ini berada di dalam range SNI biodiesel tahun 2015. Viskositas 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 di dalam 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 di dalam biodiesel, semakin tinggi angka asam maka semakin banyak kandungan asam lemak bebas. Angka asam menentukan mutu biodiesel yang baik atau tidak. Angka asam tertinggi dari hasil penelitian adalah 0,646 pada penggunaan katalis zeolit alam aktif dengan rasio mol 1/6. Angka asam yang tinggi ini disebabkan oleh bahan baku minyak jarak pagar memiliki ALB yang tinggi yaitu >2% serta kemungkinan disebabkan oleh masih terdapat sedikit air di dalam biodiesel sehingga terjadi reaksi hidrolisis yang menyebabkan angka asam meningkat.

b). Analisa Sifat Kimia Biodiesel

Analisa sifat kimia biodiesel diuji dengan menggunakan GC-MS. Biodiesel yang dianalisa adalah biodiesel dengan pada penggunaan katalis La/NZA dan NZA sebanyak 1%. Analisa GC-MS bertujuan untuk mengetahui senyawa-senyawa kimia yang terdapat di dalam biodiesel. Kromatogram Biodiesel menunjukkan puncak metil ester, diantaranya metil heksadekanoat, metil oktadekanoat, metil oktadekadioat dan metil laurat.

c). Selektivitas Katalis

Selektivitas katalis adalah kemampuan katalis mempercepat suatu reaksi diantara beberapa reaksi yang terjadi sehingga produk yang diinginkan dapat diperoleh lebih banyak dengan produk samping yang seminimal mungkin. Selektivitas untuk katalis La/NZA dan NZA ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Selektivitas Katalis

Katalis	Selektivitas (%)
La/NZA	51,17
NZA	33,37

Selektivitas katalis pada tabel 3 terlihat mengalami peningkatan yaitu untuk katalis katalis NZA sebesar 51,17% dan katalis La/NZA sebesar 33,37%. Selektivitas yang cukup baik ini menunjukkan bahwa katalis La/NZA mampu menghasilkan biodiesel dengan kandungan metil ester yang banyak dibanding katalis NZA.

4. 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 84,875% dan selektivitas sebesar 51,17%. Katalis La/NZA memiliki selektivitas yang cukup baik terhadap konversi trigliserida menjadi metil ester.

DAFTAR PUSTAKA

Adebayo, G.B., Ameen, O.M., dan Abbas, L.T. 2011. Physico-chemical Properties of Biodiesel Produced from Jatropha curcas Oil and Fossil Diesel, *Journal of Microbiology and Biotechnology Research* 1(1), 12-16.

Bahri, S. 2012. *K*atalis *Logam Pengemban, Pengantar Kuliah Katalis*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik; Universitas Riau.

Indra, Y.S. 2010. Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/NZA untuk Proses Catalytic Cracking Tandan Kosong Sawit Menjadi Bahan Bakar Cair, *Skripsi*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Uinversitas Riau.

Kusmiati, L., 2015. Pirolisis Kulit Kayu Pinus (Pinus Mercussi) Menjadi Bio-Oil Menggunakan Katalis Ni/Lempung, *Skripsi*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau. Pekanbaru.

Nurhayati., Muhdarina, Amri, T.A., dan Susanto. 2013. Sintesis biodiesel dengan katalis lempung palas teraktivasi NaOH yang dikalsinasi pada suhu 300^{o}C, *Prosiding Semirata FMIPA*, Universitas Lampung.

Santoso, H., Kristianto, I., dan Setyadi, A. 2013. Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Basa Heterogen Berbahan Dasar Telur, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Katolik Parahiyangan.

Vicente, G.M., Martinez, M., dan Aracil, J. 2004. Integrated Biodiesel Production: A Comparison of Different Homogeneous Catalysts Systems, *Bioresource Technology* 92(3), 297-305.

Zhang, A.M., Han, D.C., Zhu, Z.Q., Lee, J.W., dan Rhee, H.K. 2003. Synthesis and Catalytic Application of Ni-Supported Carbon Nanotubes for n-Heptane Cracking, *Korean J. Chem. Eng* 20(4), 649-652.