

PEMBUATAN BIODIESEL DARI *CRUDE PALM OIL* (CPO) DENGAN KATALIS La/NZA

Ayu Setianingsih¹⁾, Syaiful Bahri²⁾, Wisrayetti²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia,
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, 28293
E-mail: ayusetianingsih77@gmail.com

ABSTRACT

Total petroleum reserves are declining causing high world oil prices, to overcome this it is necessary to develop alternative renewable energy derived from vegetable oil, one of which is biodiesel. Purposes of this research were to produce biodiesel from CPO, determine the characteristics of catalyst and biodiesel. The La/NZA catalyst is made by activation the natural zeolite, then La is impregnated into NZA having continued variations of 0, 1 and 3% (w/w) of NZA, then dried using oven and calcination, oxidation and reduction. Production of biodiesel is carried out through two stages: esterification and transesterification. The highest yield resulted on using 1%La/NZA catalyst with catalyst weight 3% which is 85.37%. Characteristics of the catalyst that has a surface area and morphology. Biodiesel characterization in accordance with national standards.

Keywords: *biodiesel, CPO, La/NZA, transesterification*

1. PENDAHULUAN

Permasalahan energi yang dihadapi Indonesia saat ini adalah kebutuhan energi nasional yang semakin meningkat setiap tahun sementara cadangan dan produksi bahan bakar minyak (BBM) semakin terbatas. Oleh karena itu untuk memenuhi konsumsi energi dalam negeri, pemerintah mengimpor minyak mentah sekitar 38% dari total produksi dan mengalami peningkatan sejak tahun 2006. Konsumsi energi didominasi oleh bahan bakar minyak bumi sekitar 52.2% dari total konsumsi energi di Indonesia (Kasim, 2010).

Menurunnya total cadangan minyak mentah di Indonesia serta impor minyak bumi yang meningkat dapat menyebabkan kenaikan harga minyak yang semakin tinggi. 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).

CPO dibuat menjadi biodiesel melalui proses esterifikasi-transesterifikasi. Pada reaksi esterifikasi, katalis yang digunakan adalah asam sulfat (H_2SO_4) sedangkan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa (KOH atau NaOH). Dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh penggunaan katalis homogen adalah menghasilkan limbah beracun dan berbahaya. 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 adalah zeolit. Mengingat jumlah zeolit yang tersedia cukup besar dan belum dimanfaatkan secara maksimal, maka zeolit berpotensi untuk dikembangkan sebagai katalis (Ulfayana, 2014). Dalam upaya

meningkatkan kinerja katalis maka perlu ditambahkan logam terhadap zeolit. Salah satu logam yang tepat digunakan adalah Lantanum (La) yang berfungsi untuk meningkatkan aktivitas, stabilitas dan selektivitas dari katalis (Siregar, 2016).

Penggunaan katalis heterogen La/NZA pada proses pembuatan biodiesel diharapkan dapat meningkatkan *yield* dan membuat proses produksi biodiesel menjadi lebih efisien. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan menentukan karakterisasi katalis La/NZA, menghasilkan biodiesel dari CPO sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dengan mengetahui pengaruh pengembunan logam pada katalis serta pengaruh rasio berat katalis terhadap *yield* biodiesel.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah CPO, zeolit alam, gas N_2 , O_2 , dan H_2 (aneka gas), HCl 6 N, $AgNO_3$, NH_4Cl 1 N, *aquadest*, metanol (*pa*), etanol 96%, La_2O_3 , H_2SO_4 1,2 M, asam fosfat, NaOH 0,1 N, dan KOH 0,1 N.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu lumpang porselin, alu, ayakan, labu leher tiga ukuran 500 ml, reaktor alas datar ukuran 1 liter, satu set motor pengaduk, *heating mantel*, kertas saring, gelas ukur 100 ml, oven, *magnetic stirrer*, *hot plate*, *furnace tube*, timbangan analitik, tabung serta regulator gas N_2 , O_2 , H_2 , kondensor, *thermometer*, piknometer, viskometer *Oswald*, gelas piala, labu ukur 1 L, piknometer 10 ml, cawan penguap, buret, erlenmeyer, pipet tetes, statif dan klem, kromatografi gas - spektrometer massa (GC-MS), BET dan SEM.

2.2 Pembuatan Katalis La/NZA

a) Aktivasi Katalis Zeolit Alam

Aktivasi katalis zeolit alam dilakukan dengan cara merendam zeolit alam yang sudah dihaluskan dalam larutan HCl 6 N sebanyak 500 ml selama 30 menit pada temperatur $50^\circ C$ dan di *refluks* sambil diaduk dengan kecepatan pengadukan 200

rpm. Kemudian disaring dan dicuci sampai tidak ada ion Cl^- yang terdeteksi oleh larutan $AgNO_3$, dikeringkan pada temperatur $130^\circ C$ selama 3 jam dalam oven. Zeolit direndam kembali dalam larutan 500 ml NH_4Cl 1 N pada temperatur $90^\circ C$ selama 1 minggu, kemudian disaring, dicuci, dikeringkan.

b) Impregnasi Logam La

La_2O_3 padat dilarutkan dalam 200 ml aquades, kemudian sampel NZA 50 gr dicampurkan ke dalam larutan La_2O_3 dengan di lakukan pengadukan sambil dipanaskan pada temperatur $60^\circ C$ selama 3 jam, kemudian disaring dan dicuci berulang kali, dikeringkan dalam oven $120^\circ C$ selama 3 jam diperoleh sampel La/NZA. Jumlah variasi logam yang diembankan yaitu 0, 1 dan 3% b/b terhadap berat sampel NZA.

Katalis La/NZA selanjutnya dikalsinasi pada temperatur $500^\circ C$ dengan waktu 4 jam sambil dialirkan gas nitrogen sebesar 400 ml/menit, dilanjutkan dengan oksidasi pada temperatur $400^\circ C$ menggunakan gas oksigen sebesar 400 ml/menit selama 2 jam dan reduksi pada temperatur $400^\circ C$ menggunakan gas hidrogen sebesar 400 ml/menit selama 2 jam. Katalis dikarakterisasi menggunakan SEM-EDX.

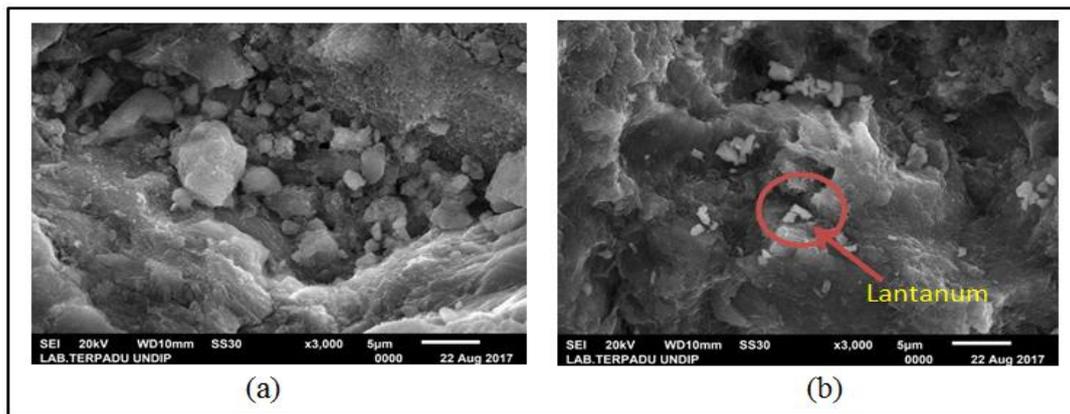
2.3 Pembuatan Biodiesel

CPO yang digunakan memiliki kadar asam lemak bebas diatas 2%, maka harus dilakukan esterifikasi terlebih dahulu menggunakan katalis H_2SO_4 1,2 M sebanyak 1%. Proses transesterifikasi pada temperatur $60^\circ C$, rasio mol minyak : metanol 1 : 9, waktu 60 menit, dengan variasi berat katalis 1, 2 dan 3%. Selanjutnya produk dimurnikan hingga diperoleh biodiesel dan dihitung *yield* nya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakterisasi Katalis La/NZA

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



Gambar 1. Morfologi permukaan katalis, (a) NZA (b) 3% La/NZA

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

Pada Gambar 1 (b) terlihat ada logam La yang menempel pada permukaan zeolit dengan bentuk bulat ataupun 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 4.1 Hasil analisa luas permukaan

No.	Katalis	Luas Permukaan (m ² /gr)
1.	NZA	2,731
2.	3% La/NZA	83,523

Tabel 1 menunjukkan bahwa luas permukaan katalis meningkat dengan bertambahnya jumlah logam La yang diimpregnasi. Logam yang telah tersebar masuk kedalam pori – pori zeolit sehingga jumlah pori – pori katalis semakin bertambah, logam La juga dapat memperkokoh pori pada zeolit sehingga luas permukaan tidak berkurang. Jumlah pori yang semakin banyak menyebabkan luas permukaan katalis semakin besar. Semakin besar luas permukaan katalis, maka akan semakin besar kontak antara reaktan dengan permukaan katalis sehingga aktivitas katalis semakin meningkat dan pembentukan produk semakin banyak.

3.2 Pembuatan Biodiesel

a) Karakterisasi Biodiesel

Data hasil analisa sifat fisika biodiesel dapat dilihat pada Tabel 2. yang memperlihatkan data hasil analisa semua produk biodiesel hasil dari penelitian ini dan sifat fisika biodiesel berdasarkan SNI 04-7128-2015.

Tabel 2. Hasil karakterisasi fisika biodiesel

Katalis	Berat Katalis	Densitas pada 40°C (kg/m ³)	Viskositas pada 40°C (cSt)	Angka Asam (mg-KOH/g)	Titik Nyala (°C)	Yield (%)
NZA	1%	873	5,210	0,736	125	82,87
	2%	881	5,121	0,771	127	83,87
	3%	865	4,894	0,701	124	85,25
3% La/NZA	1%	857	5,391	0,718	125	85,37
	2%	868	5,049	0,800	128	84,63
	3%	867	4,979	0,736	126	82,00
SNI 04-7128-2015		850 – 890	2,3 – 6,0	Maks. 0,5	Min. 100	

Tabel 2. menunjukkan bahwa densitas biodiesel hasil penelitian berada pada range nilai berdasarkan SNI. Nilai densitas biodiesel dipengaruhi oleh berat molekul komponen – komponen yang terkandung didalam biodiesel. Semakin berat komponen – komponen yang terkandung, maka semakin tinggi nilai densitasnya. Semakin kecil densitas biofuel maka akan semakin baik digunakan sebagai bahan bakar karena semakin ringan (Febrian, 2016).

Viskositas biodiesel yang diperoleh dari hasil penelitian ini berada dalam range SNI biodiesel tahun 2006. 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 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 menentukan mutu biodiesel yang baik atau tidak. Angka asam yang tinggi ini disebabkan oleh bahan baku CPO memiliki ALB yang tinggi yaitu 5,472% serta kemungkinan disebabkan oleh masih terdapat sedikit air didalam biodiesel sehingga terjadi reaksi hidrolisis yang menyebabkan angka asam meningkat.

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.

Yield biodiesel yang diperoleh cukup tinggi, yaitu diatas 80%, dengan perolehan yield tertinggi pada penggunaan katalis 3% La/NZA sebanyak 1%. Perolehan yield yang tidak berbeda jauh ini menunjukkan bahwa variasi berat katalis untuk katalis logam berpengemban La tidak terlalu berpengaruh terhadap banyaknya hasil biodiesel. Luas permukaan yang besar dan rasio Si/Al yang tinggi pada katalis La/NZA kemungkinan berpengaruh terhadap selektivitas katalis.

b) Analisa Sifat Kimia CPO dan Biodiesel

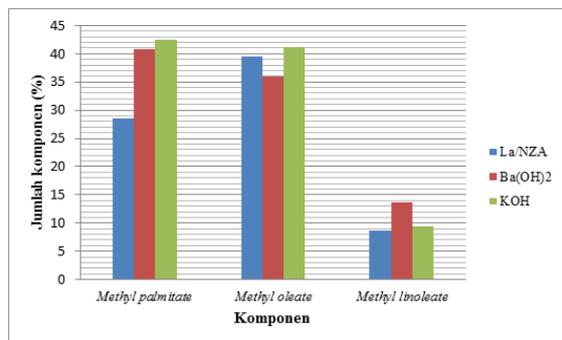
Analisa sifat kimia CPO dan biodiesel diuji dengan menggunakan GC – MS. Biodiesel yang dianalisa adalah biodiesel dengan *yield* tertinggi yaitu pada penggunaan katalis 3%La/NZA sebanyak 1%. Analisa GC – MS bertujuan untuk mengetahui senyawa – senyawa kimia yang terdapat didalam biodiesel.

Kromatogram CPO dan biodiesel pada katalis 3%La/NZA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Dimana lima puncak tertinggi pada biodiesel yaitu, pertama ada methyl palmitate dengan luas area 28,57%, kedua methyl oleate 28,85%, 1,3-dipalmitin 6,7%, methyl oleate kedua 10,93% dan lycopersen 9,04%. Dari hasil kromatogram, senyawa – senyawa yang

memiliki puncak tertinggi tidak semuanya metil ester, ada gliserin yaitu 1,3-dipalmitin dan lycopersen yang merupakan zat warna (karotenoid) yang memberikan warna oranye hingga merah pada CPO. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa biodiesel yang diperoleh masih perlu dilakukan pemurnian untuk memisahkan gliserin dan lycopersen.

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. Untuk mengetahui selektivitas katalis La/NZA maka hasil analisa biodiesel dibandingkan dengan hasil analisa biodiesel menggunakan katalis lain. Perbandingan hasil analisa GC-MS biodiesel berbahan baku CPO dari penelitian – penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik perbandingan komponen biodiesel berbahan baku CPO

Gambar 2. menunjukkan jumlah komponen metil ester yang diperoleh dari masing – masing hasil produksi biodiesel berbahan baku CPO dengan katalis yang berbeda – beda. Dari Gambar 2. kita dapat mengetahui selektivitas masing – masing katalis dalam membentuk tiga metil ester yang diinginkan. Katalis yang digunakan sebagai pembanding adalah katalis homogen yaitu Ba(OH)₂ dan KOH.

Selektivitas yang cukup baik dari katalis La/NZA menunjukkan bahwa katalis heterogen La/NZA mampu

menghasilkan biodiesel dengan kandungan metil oleat yang banyak dibanding katalis homogen. Namun hal ini perlu diteliti lebih jauh yaitu mengenai selektivitas katalis La/NZA terhadap katalis heterogen lainnya.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yaitu biodiesel berbahan baku CPO dapat diproduksi menggunakan katalis La/NZA. Katalis terbaik adalah 3%La/NZA dengan berat katalis 1% yang menghasilkan *yield* tertinggi yaitu 85,37%. Biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu biodiesel berdasarkan SNI 04-1782-2015. Katalis La/NZA memiliki selektivitas yang cukup baik terhadap pembentukan metil oleat dalam pembuatan biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Febrian, R. 2016. Pirolisis Kulit Kayu Pinus Merkusii menjadi Bio-Oil menggunakan Katalis Cr/Lempung. *Skripsi*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Kasim, R. 2010. Desain Esterifikasi Menggunakan Katalis Zeolit Pada Proses Pembuatan Biodiesel Dari Crude Palm Oil (Cpo) Melalui Metode Dua Tahap Esterifikasi- Transesterifikasi. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Prihanto, A., B. Pramudono., dan H. Santosa. 2013. Peningkatan Yield Biodiesel dari Minyak Biji Nyamplung melalui Transesterifikasi Dua Tahap. *Jurnal Momentum* 9 : 46 - 53.
- Siregar, R.V.M. 2016. Produksi Biodiesel dari Minyak Nyamplung menggunakan Katalis La/lempung. *Skripsi*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Ulfayana, S. 2014. Pemanfaatan Zeolit Alam sebagai Katalis pada Tahap Transesterifikasi Pembuatan Biodiesel dari Sawit *Off Grade*. *Skripsi*. Universitas Riau. Pekanbaru.