

Transesterifikasi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis Zeolit Gismondin Hasil Sintesis dari Lempung Asal Merauke

Ilham Salim

¹⁾Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Cenderawasih
Jl. Kamp Wolker Kampus Baru Waena Jayapura
Email : ilhamkimia@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan transesterifikasi minyak jelantah menjadi biodiesel menggunakan katalis heterogen zeolit gismondine yang disintesis dari lempung asal Merauke. Kandungan lempung cukup melimpah di Provinsi Papua misalnya di daerah Kabupaten Merauke, sehingga perlu diupayakan penggunaannya agar dapat meningkatkan nilai tambah dari lempung tersebut misalnya sebagai katalis heterogen. Kelebihan menggunakan katalis heterogen pada sintesis biodiesel antara lain lebih mudah dipisahkan serta katalisnya dapat digunakan kembali. Sintesis katalis diawali dengan destruksi (dealuminasi) lempung asal Merauke dengan larutan HCl 8M, kemudian dilakukan peleburan (*fusion*) dengan NaOH pellet (rasio NaOH/Lempung = 0,8) diikuti perlakuan dengan AlCl₃.6H₂O, CTAB, dan aquades. Kemudian campuran diatur hingga pH 11,5. Selanjutnya, campuran dimasukkan ke dalam reaktor untuk proses hidrotermal pada suhu 140 °C selama 48 jam. Hasil dealuminasi lempung dikarakterisasi dengan X-ray Fluorescence dan zeolit hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan alat analisis luas permukaan (surface area analyzer) dan Difraksi Sinar-X (XRD). Proses transesterifikasi minyak jelantah dilakukan dengan rasio katalis : minyak jelantah : metanol adalah 1,0 : 20,0 : 13,3 dan reaksi katalitik transesterifikasi dilakukan selama 6 jam pada suhu 65 °C. Produk cair berupa metil ester dianalisis menggunakan Gas Chromatography Mass Spectrometer (GCMS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dealuminasi lempung menghasilkan kandungan Si sebesar 34,77% dan Al sebesar 5,67%. Lempung hasil modifikasi memiliki luas permukaan 5,5685 m²/g, volume pori 0,0126 cm³/g, dan diameter pori 8,871 nm. Hasil pengukuran dengan XRD yang terlihat dalam bentuk kromatogram menunjukkan jenis mineral yang berbeda. Mineral utamanya adalah zeolit gismondine. Pada penelitian ini, transesterifikasi minyak jelantah menggunakan katalis hasil sintesis (gismondine) melalui perlakuan fusion diperoleh konversi menjadi metil ester sebesar 85 % (b/b) yang diperoleh pada suhu 65 °C. Sedangkan jika sintesis tanpa melalui perlakuan fusion dihasilkan konversi menjadi biodiesel pada suhu yang sama sebesar 10 % (b/b).

Kata Kunci : Merauke, Minyak Jelantah, Transesterifikasi, Biodiesel

PENDAHULUAN

Biodiesel dapat dibuat melalui reaksi esterifikasi atau transesterifikasi dan membutuhkan katalis. Katalis umumnya didefinisikan sebagai bahan yang dapat

mempercepat reaksi kimia menjadi produk.

Pada akhir reaksi setelah produk terbentuk, katalis akan muncul kembali sebagai senyawa yang sama seperti sebelumnya. Produksi bahan bakar alternatif berkelanjutan menarik minat akademik dan

industri yang semakin meningkat. Biodiesel, yang berbasis non-minyak, adalah salah satu bahan bakar berkelanjutan ini dan memiliki banyak keuntungan seperti emisi rendah, biodegradabilitas, dan pelumasan yang lebih baik³. Biodiesel dapat dibuat melalui reaksi esterifikasi atau transesterifikasi. Esterifikasi biasanya dilakukan dalam fase homogen dengan adanya katalis asam seperti H_2SO_4 , HF, H_3PO_4 , HCl (Carmo dkk.,2009; Srilatha dkk,2009). Pada reaksi esterifikasi, akan menghasilkan biodiesel dan air (Canacki dan Gerpen,2001). Reaksi transesterifikasi dapat dilakukan dalam fase homogen dengan adanya katalis basa seperti NaOH, KOH. Selain itu, katalis homogen ini adalah bersifat korosif jika dilakukan pencucian yang tidak sempurna. Jadi katalis ini perlu ditinjau dalam penggunaannya. Dalam beberapa tahun terakhir, pengembangan bahan bakar alternatif seperti bioetanol dan biodiesel dari sumber terbarukan telah mendapat perhatian yang cukup besar. Katalis homogen digunakan tetapi memiliki masalah seperti pencucian, saponifikasi yang membutuhkan pencucian dan ini menyebabkan pelepasan air limbah. Oleh karena itu, katalis heterogen dapat dianggap sebagai alternatif untuk meminimalkan kerusakan lingkungan dan mengurangi biaya biodiesel. Telah terjadi peningkatan minat yang luar biasa dalam penggunaan berbagai katalis heterogen dan

ramah lingkungan untuk berbagai transformasi organik. Dalam beberapa tahun terakhir, katalis tersebut dapat membantu meminimalkan produksi limbah, membuat proses sintesis lebih menarik baik dari lingkungan maupun proses dari sudut pandang ekonomi. Katalis padat dapat dengan mudah dipisahkan dari produk-produk reaksi dengan penyaringan sederhana dan secara kuantitatif diperoleh kembali dalam bentuk aktif. Karena dapat didaur ulang, prosesnya menjadi lebih murah dan pada saat yang sama kontaminasi produk oleh sejumlah kecil logam dihindari, seperti dalam kasus katalis asam Lewis. Katalis padat heterogen seperti zeolit dan mineral lempung telah dikembangkan sebagai pengganti katalis homogen dan memiliki manfaat karena mudah diperoleh kembali dan prosesnya tidak memerlukan pencucian (Kloprogge dan Frost 2005). Salah satu katalis heterogen adalah zeolit (Loteri dkk.,2005;Wang dkk.,2014;Hassani dkk,2014). Zeolit telah banyak digunakan sebagai katalis heterogen industri karena murah dan ramah lingkungan. Mereka menawarkan luas permukaan yang luas dan porositas yang tinggi (Endalew dkk,2011). Keuntungan menggunakan katalis heterogen seperti zeolit adalah dapat digunakan berulang kali dan lebih mudah dipisahkan daripada perlakuan katalis homogen. Sangat menarik mengapa katalis

heterogen dalam sintesis biodiesel harus dipertimbangkan.

Lempung cukup melimpah di Bumi Indonesia, oleh karena itu perlu dicarikan alternatif penggunaannya. Lempung tidak sama kandungan pengotor (keheterogenan penyusunnya selain kerangka dasar) antara satu tempat dengan tempat yang lain dimana lempung ditemukan dan pada setiap tempat dapat berbeda dan mempunyai karakteristik tersendiri terutama kandungan – kandungan logam yang menyertainya selain kerangka dasarnya (*framework*).

Penyusun utama lempung adalah alumina, silika, besi dan air (Buckman dan Brandy, 1952). Di Provinsi Papua, misalnya di Kabupaten Merauke banyak dijumpai lempung dan pada setiap tempat dapat berbeda dan mempunyai karakteristik tersendiri terutama kandungan – kandungan logam yang menyertainya selain kerangka dasarnya (*framework*). Lempung atau tanah liat merupakan mineral dengan truktur berlapis atau terdapat rongga antar lapirnya. Dengan memodifikasi atau mengaktivasi lempung maka lempungpun dapat digunakan sebagai adsorben maupun sebagai pengemban katalis, karena mempunyai rongga yang dapat disisipi / ditempati oleh logam. Rongga antar lapir ini dapat ditempati logam sebagai katalis. Tanah liat membentuk gumpalan keras saat kering dan lengket saat basah. Properti ini ditentukan oleh jenis mineral lempung yang

mendominasi itu. Mineral tanah liat adalah aluminium filosilikat hidro, kadang-kadang dengan jumlah bervariasi dari besi, magnesium, logam alkali, tanah alkali, dan kation lain yang ditemukan di atau dekat beberapa permukaan planet. Dari penjelasan ini, lempung tidak akan efektif jika digunakan sebagai katalis tanpa dimodifikasi sampai kandungan yang tidak berfungsi sebagai katalis akan keluar.

Reaksi transesterifikasi berkatalis asam berjalan lebih lambat, namun metode ini lebih sesuai untuk minyak atau lemak yang memiliki kandungan asam lemak yang relatif lebih tinggi Freedman, dkk, (1984) dan Fukuda, dkk (2001). Minyak nabati yang mempunyai kandungan asam lemak bebas lebih dari 0,5% untuk membuat biodiesel biasanya melalui tahapan esterifikasi (tahap satu) dengan katalis asam. Tujuan dari perlakuan ini adalah mengkonversi asam lemak bebas dalam minyak nabati menjadi alkil ester. Tahap kedua adalah proses transesterifikasi yaitu trigliserida diubah menjadi alkil ester. Pada reaksi esterifikasi menghasilkan biodiesel dan air (Canacki dan Gerpen,2001).

Suppes, dkk (2004) melaporkan bahwa zeolit NaX diimpregnasi dengan natrium asetat atau natrium azida (NaN_3) (keduanya katalis heterogen dan bersifat basa), kemudian dikalsinasi, material dari natrium azida (NaN_3) terimpregnasi dalam zeolit NaX menghasilkan situs basa yang

lebih kuat daripada material (sistem katalis heterogen basa) yang dihasilkan dari sodium asetat. Penggunaan NaOx/NaX zeolit pada transesterifikasi minyak kedelai dengan metanol (rasio metanol / minyak 6 : 1 molar) dalam reaktor yang dipanaskan pada suhu 120 °C selama 24 jam menghasilkan 57% - 94% minyak yang terkonversi menjadi biodiesel.

Minyak hasil penggorengan berulang atau terus menerus akan menghasilkan asam lemak bebas dan bilangan peroksida serta senyawa seperti keton, aldehyd, polimer dan meningkatnya radikal bebas sehingga pada batas tertentu minyak menjadi tidak layak lagi digunakan atau disebut sebagai minyak jelantah (Rukmini, 2007; Lestari, 2010). Meskipun hasil penggorengan berulang (minyak jelantah) tidak layak digunakan karena berbahaya bagi kesehatan, tetapi masih ada sekelompok masyarakat yang terus menggunakannya untuk tujuan penyiapan makanan. Selanjutnya masyarakat membuang minyak jelantah sebagai limbah. Minyak jelantah tidak layak digunakan kembali sehingga perlu dicari alternatif pemanfaatannya misalnya dengan mengkonversinya menjadi energi alternatif berupa biodiesel melalui reaksi esterifikasi maupun transesterifikasi menggunakan katalis homogen maupun heterogen.

METODE PENELITIAN

Bahan – Bahan Penelitian

Lempung diperoleh dari Merauke Provinsi Papua. Bahan kimia yang dibutuhkan antara lain: HCl 37%, NaOH pellet, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, kertas pH universal paper yang diperoleh dari E.Merck, cetyltrimethyl ammonium bromide (Aldrich). Aquadest diperoleh dari Lab, Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Cenderawasih University, Jayapura. Minyak Jelantah diperoleh dari rumah makan di Jayapura.

Alat-alat

X-Ray *Fluorescence spectrometry* (XRF): Bruker S2 Ranger , X-Ray Diffraction (XRD): Shimadzu-6000 XRD, Gas Chromatography - Mass Spectrometer (GC-MS): GS-2010 Shimadzu.

Prosedur Penelitian

a) Sintesis Zeolit dari Lempung dengan

Rasio Si/Al = ± 5

Sintesis zeolit hidrofilik dilakukan dengan memperhatikan metode yang dilakukan oleh, Salim dkk (2016).

Lempung asal Merauke (1 kg) dicuci dengan air sampai netral. Setelah dikeringkan dalam oven pada $T=130$ °C, lempung digerus kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh selanjutnya lempung sebanyak 500 g didestruksi dengan 600 mL

HCl 9M lalu direflux selama 6 jam pada temperatur 100 °C. Dicuci dengan aquades hingga bebas ion Cl⁻ dan telah netral, dikeringkan dalam oven pada 130 °C selama 4 jam. Hasil destruksi kemudian dilakukan fusion dengan NaOH pellet (rasio NaOH/Lempung = 0,8)

Lempung hasil fusion (10 g) ditambahkan NaOH (0.8 g), AlCl₃.6H₂O (1.2 g) , CTAB (1.2 g) dan aquades pH ataur menjadi 11.5 dilakukan pengadukan menggunakan magint stirrer selama 48 jam pada suhu kamar. Kemudian dimasukkan dalam reaktor dan dilanjutkan proses pembentukan secara hidrotermal pada temperatur 140 °C dan lama reaksi 48 jam.. Zeolit hasil sintesis kemudian dicuci dengan aquades hingga mencapai netral, kemudian dikeringkan dalam oven selama 4 jam pada suhu 120 °C for 4 h dan dikalsinasi dalam tanur pada suhu 350 °C selama 4 jam. Hasil zeolit sintesis dikarakterisasi XRD untuk mengetahui jenis mineralnya dan kristalinitasnya dan NOVA 1200 *microanalyzer (Quantahrome)* untuk mengetahui luas permukaan, diameter, dan volume pori.

b) Melakukan adsorpsi minyak hasil penggorengan berulang (minyak jelantah) dengan masing - masing zeolit hasil sintesis sebelum melakukan penentuan kadar asam lemak bebas. Adorpsi dilakukan dengan perbandingan minyak jelantah : zeolit hasil

sintesis = 100 g : 5 g Perlakuan adsorpsi sebagai berikut :

100 g minyak jelantah setelah disaring dengan kertas saring dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan dicampur dengan 5 g zeolit hasil sintesis kemudian diaduk selama 6 jam menggunakan stirer magnet, selanjutnya dipisahkan antara zeolit dan minyak. Minyak hasil adsorpsi dianalisis kandungan asam lemak bebas (ALB).

Penentuan Asam Lemak Bebas.

Minyak jelantah disaring terlebih dahulu untuk menghilangkan pengotor padat yang berukuran besar. Selanjutnya sampel minyak 10 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditambahkan 50 mL alkohol 95%, ditutup dan dipanaskan sampai mendidih dan digojok kuat-kuat. Kemudian didinginkan, ditambah 3 tetes pp 1%, dititrasi dengan KOH 0,05N sampai terbentuk warna merah muda yang tetap (Gunawan dkk.,2003).

Asam lemak bebas (ALB) ditentukan dengan rumus:

$$\text{Asam lemak bebas} = \frac{A \times N \times M}{(1000 \times G)} \times 100 \%$$

Dimana : A = Jumlah mL KOH untuk titrasi;

N = Normalitas Larutan KOH

G = Berat contoh;

M = Berat molekul asam lemak yang digunakan adalah Palmitat

Selanjutnya dilakukan reaksi transesterifikasi sebagai berikut:

Mula-mula katalis zeolit hasil sintesis 1,5 g dimasukkan dalam labu leher tiga selanjutnya tambahkan 20 g metanol Selanjutnya diaduk sambil dipanaskan hingga suhu 50 °C dimasukkan minyak sebanyak 30 dan dilakukan pengadukan 6 jam sambil dipanaskan pada suhu 65⁰C. Reaksi dilakukan pada tekanan atmosferik. Hasilnya metil ester ,katalis dan gliserolnya dibiarkan selama 24 jam selanjutnya dipisahkan . Metil ester ditentukan dengan GC-MS.

Konversi menjadi biodiesel dihitung berdasarkan perumusan berikut:

$$\text{Produk cair sebagai metil ester (\% konversi)} = \frac{W_2}{W_1} \times 100\%$$

dimana, W1 = berat minyak jelantah sebelum reaksi transesterifikasi. (g)

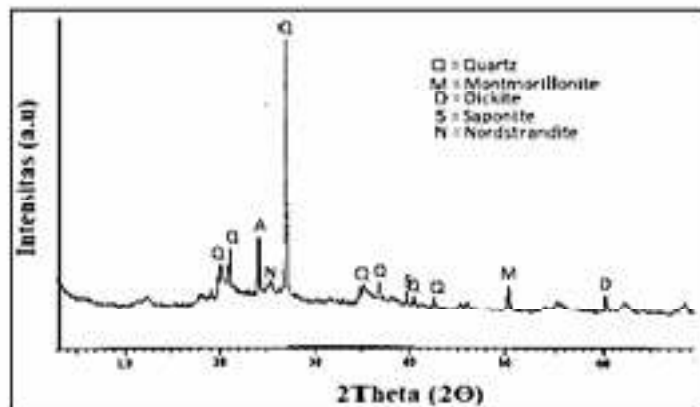
W2 = berat metil ester setelah transesterifikasi (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Sintesis Zeolit Berbasis Lempung Asal Merauke Dengan Rasio Si/Al = 5

Lempung sebelum dilakukan sintesis menjadi zeolit mempunyai

difraktogram seperti pada Gambar 1 berikut:

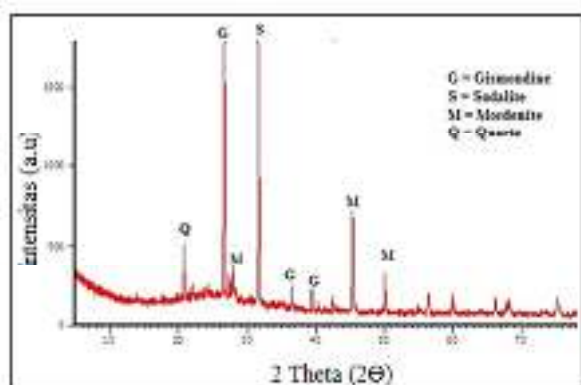


Gambar 1 : Difraktogram lempung dari Merauke

Berdasarkan MPDF (Mineral Powder Diffraction File), dari data tersebut di atas diidentifikasi jenis mineral yang dominan adalah Quartz (SiO₂), kemudian Montmorillonite [(Al_{1,67}Mg_{0,33}) Si₄O₁₀(OH)₂Na_{0,33}].

Setelah dilakukan dealuminasi untuk pengotor-pengotor organik maupun logam-logam misalnya Fe dan Al juga terdealuminasi (terdestruksi) selanjutnya ditentukan kandungan Si dan Alnya menggunakan XRF dan diperoleh kandungan Si = 34,77% dan Al = 5,67%.

Selanjutnya dilakukan sintesis zeolit melalui perlakuan fusi terlebih dahulu terhadap lempung hasil dealuminasi. Setelah dilakukan sintesis diperoleh zeolit dan dilakukan analisis menggunakan XRD diperoleh hasil difraktogram seperti pada gambar 3 berikut :



Gambar 2 : Difraktogram hasil sintesis zeolit dari lempung melalui *fusion* Reaksi hidrotermal 48 jam

Dari hasil XRD setelah reaksi pembentukan selama 48 jam menghasilkan mineral yang lebih homogen dibandingkan lempungnya (gambar 1). Berdasarkan 2θ pada difraktogramnya berturut-turut 20.87, $d = 4.26$ (quartz) ; 26.65, $d = 3.34$ (gismondin merupakan puncak tertinggi) ; 27.38 , $d = 3.25$ (mordenit) ; 27.96 , $d = 3.19$ (mordenit) ; 31.69, $d = 2.82$ (sodalit) ; 45.41 $d = 1.99$ (mordenit) ; 45.56 , $d = 1.99$ (mordenit) ; 50.14 , $d = 1.81$ (mordenit). Sintesis zeolit yang bahan dasarnya berasal dari silika dan alumina yang masih menyatu seperti zeolit alam, bentonit (lempung) dan abu layang (*Fly ash*) akan menghasilkan campuran zeolit, meskipun zeolit yang menyertainya lebih kecil kandungannya (Querol dkk., 1997, Faghihian dkk., 2009, Salim dkk.,2016). Namun dari hasil difraktogramnya terlihat bahwa zeolit sintesis yang dihasilkan adalah gismondine, mordenite, sodalite dan quartz. Zeolit

Gismondine adalah mineral dominan yang dihasilkan. Sintesis zeolit dari bahan baku yang silika dan alumina masih menyatu dan terikat secara kimia seperti lempung, zeolit alam, fly ash, abu vulkanik umumnya menghasilkan campuran zeolit..

Ukuran pori, luas permukaan dan volume pori dianalisis dengan surface areameter (metode BET gas sorption analyzer) terdapat pada Tabel 1 berikut:

Tabel .1 Data karakter katalis hasil analisis absorpsi nitrogen pada katalis menggunakan alat NOVA 1200 *microanalyzer*

Kode katalis	Luas permukaan (m ² /g)	Volume pori (cm ³ /g)	Diameter pori (nm)
LF	5,685	0,0126	8,871

Data pada Tabel .1 di atas merupakan hasil pengukuran luas permukaan, volume pori dan jari-jari pori (diameter pori) zeolit hasil sintesis selama 28 jam menggunakan metode sistem hidrotermal. Dari data zeolit sintetik terlihat ukuran pori (diameter pori) telah mencapai 8,871 nm. Besaran ukuran pori yang telah mencapai 8,871 nm meskipun luas permukaannya masih relatif kecil namun telah menunjukkan perubahan dari ukuran pori menjadi lebih besar (mesopori) pada zeolit hasil sintesis. Besar kecilnya ukuran pori ini dapat pula disebabkan oleh pemilihan surfaktan sebagai agent pengarah

pembentukan pori menggunakan CTAB (*Cetyl trimethyl ammonium bromide*) yang memiliki rantai tidak terlalu panjang meskipun konsentrasi yang digunakan dalam jumlah yang cukup tinggi.

Sebelum minyak jelantah digunakan untuk bahan baku pada sintesis biodiesel maka perlu ditentukan asam lemak bebasnya, karena asam lemak bebas yang tinggi pada minyak jelantah tidak akan menghasilkan biodiesel yang maksimal bahkan jika asam lemak bebasnya sangat tinggi maka cenderung reaksi transesterifikasinya akan gagal untuk menghasilkan biodiesel.

Hasil penentuan asam lemak bebas dan bilangan peroksida sebelum dan sesudah diadsorpsi dengan menggunakan zeolit sintesis tanpa fusion (LTF) dengan perbandingan LTF : minyak jelantah = 5 gram : 100 gram

Tabel 2 : Hasil Penentuan minyak jelantah sebelum dan sesudah adsorpsi Dengan LTF

Parameter	Sebelum Adsorpsi	Sesudah Adsorpsi
Asam lemak Bebas (%)	0,705	0,208

Reaksi yang menghasilkan asam lemak bebas antara lain adalah oksidasi. Asam bebas akan terbentuk selama proses oksidasi yang dihasilkan dari pemecahan

dan oksidasi ikatan rangkap. Nilai terbesar asam lemak bebas adalah 0,705 % dan mempunyai nilai yang melebihi batas ketentuan. Setelah dilakukan adsorpsi setelah adsorpsi menghasilkan asam lemak bebas 0,208 %.

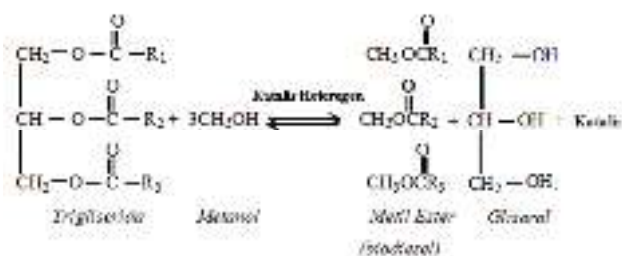
Jika asam lemak bebas tidak dihilangkan/tidak diturunkan maka akan menyebabkan korosi. Pada penelitian ini pengujian dan perhitungan dari asam lemak bebas (FFA) minyak jelantah. Reaksi transesterifikasi berkatalis asam berjalan lebih lambat, namun metode ini lebih sesuai untuk minyak atau lemak yang memiliki kandungan asam lemak yang relatif lebih tinggi (Freedman, dkk, 1984) dan Fukuda, dkk 2001). Minyak nabati yang mempunyai kandungan asam lemak bebas lebih dari 0,5% untuk membuat biodiesel biasanya melalui tahapan esterifikasi (tahap satu) dengan katalis asam. Setelah dilakukan adsorpsi diperoleh asam lemak bebas sebesar 0,208 %. Dari data ini maka dapat dilakukan reaksi transesterifikasi minyak jelantah dari hasil adsorpsi.

Hasil Transesterifikasi Minyak Jelantah dengan Katalis Zeolit Hasil Sintesis

Katalis yang diujikan dalam reaksi transesterifikasi ini adalah zeolit hasil sintesis tanpa melalui proses fusion (kode LTF), zeolit hasil sintesis melalui proses fusion (LF). Reaksi dilakukan pada tekanan atmosferik. Setelah 6 jam campuran

didinginkan dan dipisahkan katalis dan metil ester dan gliserolnya dan dibiarkan selama 24 jam. Metil esternya ditampung dan selanjutnya ditentukan prosentase konversi dari trigliserida menjadi metil ester (biodiesel

Secara umum reaksi transesterifikasi dapat berlangsung menggunakan katalis heterogen misalnya dari zeolit dapat ditulis sebagai berikut :



Gambar 3. Reaksi transesterifikasi menggunakan katalis heterogen

Dari persamaan di atas hasil dari reaksi transesterifikasi ada 3 komponen yaitu metil ester, gliserol dan katalis. Pada katalis heterogen, prinsip katalis adalah ikut bereaksi dan pada akhir reaksi akan terbentuk kembali katalis seperti semula. Katalis heterogen mudah dipisahkan. Metil ester terdapat pada lapisan atas, sedangkan gliserol pada lapisan bawah. Metil ester dapat dipisahkan dari gliserol.

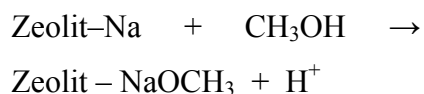
Tabel 3 berikut adalah hasil transesterifikasi minyak jelantah seperti pada perlakuan di atas menggunakan katalis LT dan LF .

Tabel 3 : Hasil Transesterifikasi Minyak Jelantah Menggunakan Katalis LTF dan LF pada Lama reaksi 6 jam , T tetap = 65 °C,

Jenis Katalis	Percobaan ke-	Berat Minyak Jelantah (g)	Berat Metanol (g)	Berat Katalis (g)	Konversi (%)
LTF	1	30	20	1,5	9,5
	2	30	20	1,5	10
	3	30	20	1,5	10
LF	1	30	20	1,5	85
	2	30	20	1,5	84,5
	3	30	20	1,5	85

Dari data pada tabel 3, pada katalis heterogen LTF (zeolit sintesis tanpa melalui perlakuan fusion dengan NaOH pellet) menghasilkan metil ester jauh lebih sedikit dibandingkan dengan katalis LF (zeolit sintesis dengan melalui perlakuan fusion dengan NaOH pellet). Hal in dapat disebabkan karena zeolit LF mempunyai rongga yang terdapat situs aktif yang dapat dilintasi oleh reaktan. Selain itu zeolit LF dimungkinkan mempunyai kandungan Na

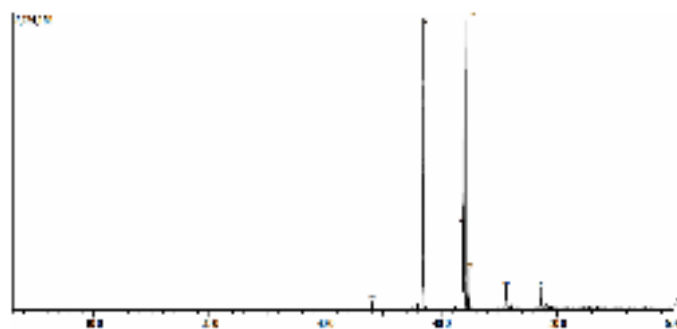
lebih banyak, sehingga dapat terbentuk reaksi sebagai berikut:



Pada reaksi tersebut, NaOCH_3 yang diperoleh merupakan situs basa Lewis, karena memiliki pasangan elektron bebas. NaOCH_3 yang dihasilkan pada pencampuran zeolit dan etanol akan bereaksi dengan trigliserida membentuk metil ester. Titik didih metanol ($64,7^\circ\text{C}$) yang melebihi temperatur yang digunakan dalam proses transesterifikasi. Kelarutannya menurun dengan naiknya temperatur karena proses pelarutannya bersifat eksoterm. Hal ini disebabkan pada pembentukan biodiesel selalu bersifat eksoterm. Kenaikan suhu akan memudahkan molekul-molekul gas memisahkan diri untuk menguap meninggalkan pelarut (metanol). Sehingga reaksi transesterifikasi minyak CPO parit kurang optimal. Peningkatan reaksi suhu mengakibatkan penurunan hasil rendeman biodiesel karena metanol hilang karena metanol cenderung menguap setelah suhu melebihi 65°C . Menurut Bello,dkk (2013) suhu optimal adalah 64°C (dekat suhu penguapan metanol). Menambah suhu di luar titik ini mengurangi hasil karena penguapan metanol. Beberapa peneliti [Aransiola, dkk, 2012., Ragits,. 2011., Jansri dan Prateepchaikul.,2011] telah melaporkan bahwa peningkatan suhu

mempengaruhi transesterifikasi. Namun, secara positif, suhunya tidak boleh melebihi titik didih alkohol yang bereaksi sehingga dapat mencegah penguapan alkohol selama transesterifikasi.

Fraksi cair berupa metil ester kemudian dianalisis dengan GCMS dan diperoleh kromatogram seperti ditunjukkan pada gambar 4 berikut:



Gambar 4: Kromatogram hasil reaksi transesterifikasi minyak jelantah dengan lama reaksinya 6 jam, katalis LF

Dari gambar 5.9 di atas ada 7 waktu retensi yang terdeteksi (ada 7 senyawa metil ester). Namun yang dominan terdapat pada waktu retensi (R) = 42,043 adalah metil ester asam 11- oktadekenoat ($\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2$) sebanyak 40,20% dalam campuran biodiesel yang dihasilkan disusul dengan waktu retensi (R)= 38,504 adalah metil ester asam heksadekanoat ($\text{C}_{17}\text{H}_{34}\text{O}_2$) sebanyak 37,61% , kemudian waktu retensi (R) = 41,858 adalah metil ester asam dekanooat ($\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2$) sebanyak 10,24%.

SIMPULAN

1. Kadar asam lemak bebas (ALB) yang diperoleh dari CPO parit pada penelitian ini lebih dari 0,705 %, Setelah dilakukan absorpsi menggunakan zeolit hasil sintesis tanpa melalui fusion diperoleh kadar asam lemak bebas (ALB) sebesar 0,208 %.
2. Pada penelitian ini, transesterifikasi minyak jelantah menggunakan katalis hasil sintesis (gismondine) melalui perlakuan fusion diperoleh konversi menjadi metil ester sebesar 85 % (b/b) yang diperoleh pada suhu 65 °C. Sedangkan jika sintesis tanpa melalui perlakuan fusion dihasilkan konversi menjadi biodiesel pada suhu yang sama sebesar 10 % (b/b).
3. Metil ester yang dominan adalah asam 11- oktadekanoat metil ester ($C_{19}H_{36}O_2$) sebanyak 40,20% , asam heksadekanoat metil ester ($C_{17}H_{34}O_2$) sebanyak 37,61% , kemudian asam dekanoat metil ester ($C_{19}H_{34}O_2$) sebanyak 10,24%.

DAFTAR PUSTAKA

Aransiola, E. F, Ojumu, T. V, Oyekola, O. O and Ikhuomogbe, D. I. O. 2012. A study of biodiesel production from non-edible oil seeds: a comparative study. *The Open Conference Proceedings Journal*, 2:1-5.

Bello, E. I., Daniyan, I. A. Akinola, A. O. and Ogedengbe, T.I. 2013. Development of biodiesel processor. *Research Journal in Engineering and Applied Sciences* 2 (3):182-186.

Buckman, H.A. and Brandy, N.C. 1952. *The Nature and Properties of Soil*, Edisi kelima. The Macmillan Co. New York. 79. 85-87

Canacki dan Van Gerpen. 2001. *Biodiesel Production from Oils and Fats with High Free Fatty Acids*. Transactions of The American Society of Agricultural Engineers, 44(6): 1429-1436

Carmo Jr AC, Desouza LKC, Costa CEF, Longo E, Zamian JR, Rocha Filho GN. 2009. Production of biodiesel by esterification of palmitic acid over mesoporous aluminosilicate Al-MCM-41. *Fuel*, 88: 461-468.

Endalew AK, Kiros Y, Zanzi R. 2011, Inorganic heterogeneous catalyst for biodiesel production from vegetable oils. *Biomassa Bioenergy*, 35: 3787-3809.

Faghihian, H., and Godazandeha, N., 2009, Synthesis of Nano Crystalline Zeolite Y from Bentonite, *J. Porous Mater.*, 16, 331–335

Freedman, B., Butterfield, R.O and Pryde, E.H. 1984. *Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils*. *Journal of American Oil Chemists Society* 61:1638

Fukuda, H., Kondo, A. dan Noda, H. 2001. *Biodiesel Fuel Production by transesterification of Oils*. *J. Biosci. Bioeng.* 405-416

- Gunawan, Triatmo, M., Arianti Rahayu, A., .2003, Analisis Pangan: Penentuan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas pada Minyak Kedelai dengan Variasi Menggoreng, JSKA. Vol. VI. No. 3.
- Hassani M, Najafpour GD, Mohammadi M, Rabiee M. 2014. Preparation Characterization and Application of Zeolite-based Catalyst for Production of Biodiesel from Waste Cooking Oil. *Journal of Scientific and Industrial Research.*, 3: 129-133.
- Jansri S, Prateepchaikul G. 2011. Comparison of biodiesel production from high free fatty-acid, crude coconut oil via saponification followed by transesterification or a two-stage process. *Kasetsart Journal of Natural Science*, 45:110-119.
- Klopprogge JJ, Frost L. 2005. Synthesis and Characterization of Pillared Clays and related Materials For Biodiesel Production. *Environmental Geology.*, 47,7 : 967-981
- Lestari, P.P. 2010. Pemanfaatan Minyak Goreng Jelantah Pada Pembuatan Sabun Cuci Piring. Universitas Sumatera Utara. Tesis.
- Lotero E, Liu Y, Lopez DE, Suwannakarn K, Bruce DA, Goodwin JG Jr. 2005. Synthesis of Biodiesel via Acid Catalysis, *Industrial & Engineering Chemistry Research.*, 44,14: 5353-5363.
- Querol, X., Alastuey, A., Soler, A.L., Plana, F., Andres, J.M., Juan, R., Ferrer, P., and Ruiz, C.R., 1997, A Fast Method for Recycling Fly Ash: Microwave-Assisted Zeolite Synthesis, *Environ. Sci. Technol.*, 31, 2527-2533
- Ragits. S. 2011. Optimization of neem methyl ester from transesterification process and fuel characterization as a diesel substitute", *Biomass and Bioenergy*, 35:1138-1144.
- Rukmini, A., 2007., Regeneration of Used Cooking Oil with Husk Charcoal Suppresses Damage to Body Organs. *National Technology Seminar (NTS).*, 24, 1-9, ISSN 1978 - 9777.
- Salim I, Trisunaryanti W, Triyono, Aryanto Y., 2016, Hydrocracking of Coconut Oil into Gasoline Fraction using Ni/Modified Natural Zeolite Catalyst. *International Journal of ChemTech*, 9, 04 : 492-500.
- Srilatha K, Lingaiah N, Prabhavathi Devi BLA, Prasad RBN, Venkateswar S, Saiprasad PS., 2009.. Esterification of free fatty acids for biodiesel production over heteropoly tungstate supported on nobia catalysts *Applied Catalysis A.*, 365: 28-33.
- Suppes, G.J., Dasari, M.A, Doskocil, E.J., Mankidy, P.J and Goff, M.J. 2004. *Applied Catalysis A-general* 257:213
- Wang C, Liu Q, Song J, Li W, Li P, Xu R, Ma H, Tian Z. 2014. High Quality Diesel-range Alkanes Production Via a Single-step hydrotreatment of Vegetable Oil Over Ni/Zeolite Catalyst, *Catalysis Today.*, 234:153-160.