

## Transesterifikasi Minyak Parit Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis Lempung Aktif teremban $\text{NaN}_3$

Ilham Salim<sup>1)</sup>, Frans Demingus<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih Jayapura

<sup>2)</sup>Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Cenderawasih Jayapura

Email : [ilhamkimia@yahoo.com](mailto:ilhamkimia@yahoo.com)

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang transesterifikasi minyak parit yang merupakan limbah dari buangan pabrik pengolahan minyak sawit menggunakan katalis lempung aktif teremban nikel. Lempung aktif dipreparasi dengan menginteraksikan dengan larutan HF 1%, setelah dicuci dengan aquades dan dikeringkan kemudian diinteraksikan lagi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1M, kemudian dicuci dengan aquades setelah netral dikeringkan dalam oven selama 4 jam. Setelah Kering lempung aktif diinteraksikan dengan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  1,5M, diaduk selama 24 jam, selanjutnya dicuci dengan aquades dipanaskan dalam oven pada suhu 130 °C selama 4 jam. Selanjutnya dikalsinasi pada suhu 400 °C selama 4 jam. Setelah kering dilakukan pengembunan dengan  $\text{NaN}_3$  0,1M campuran diaduk selama 24 jam setelah disaring campuran dikeringkan dalam oven dan dikalsinasi pada suhu 400 °C selama 4 jam. Tahap selanjutnya dilakukan esterifikasi CPO parit agar dapat digunakan pada proses selanjutnya yaitu reaksi transesterifikasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kadar asam lemak bebas (ALB) yang diperoleh dari CPO parit pada penelitian ini sebesar 12,40%. Dari hasil ini maka untuk membuat biodiesel diperlukan reaksi esterifikasi terlebih dahulu. Hasil reaksi esterifikasi dengan katalis asam ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 5% berhasil menurunkan kadar asam lemak bebas (ALB) dalam minyak parit menjadi sebesar 0,25% atau terjadi penurunan sebesar 98%. Uji reaksi transesterifikasi dengan katalis lempung teremban  $\text{NaN}_3$  0,1M pada berbagai variasi suhu menghasilkan konversi trigliserida dalam CPO parit menjadi biodiesel sebesar 62,45%. pada suhu 65 °C.

*Kata kunci: Lempung, CPO Parit, esterifikasi, 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, biodegra-

dabilitas, dan pelumasan yang lebih baik<sup>3</sup>. Biodiesel dapat dibuat melalui reaksi esterifikasi atau transesterifikasi. Esterifikasi biasanya dilakukan dalam fase homogen dengan adanya katalis asam seperti  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , HF,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , 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 Jayapura 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 mengaktifasi 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 ( $\text{NaN}_3$ ) (keduanya katalis heterogen dan bersifat basa), kemudian dikalsinasi, material dari natrium azida ( $\text{NaN}_3$ ) 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  $120^\circ\text{C}$  selama 24 jam menghasilkan 57% - 94% minyak yang terkonversi menjadi biodiesel.

Kelapa sawit merupakan tumbuhan yang menghasilkan minyak nabati. Untuk memperoleh minyak dilakukan pengolahan melalui pendirian pabrik kelapa sawit untuk memproduksi CPO (crude palm oil). Limbah yang dihasilkan dari pabrik kelapa sawit berupa limbah cair yang bercampur dengan minyak sawit yang lazim ditampung di kolam-kolam limbah. Limbah cair pabrik kelapa sawit mengandung 0,5 – 1 % minyak sawit sehingga disebut CPO parit (Prihandana, dkk.2006). Dengan demikian daerah-daerah yang memiliki pabrik kelapa sawit akan menyumbangkan CPO parit cukup signifikan perharinya seiring dengan kapasitas produksinya. Kabupaten Jayapura juga memiliki pabrik kelapa sawit yang pada gilirannya juga menghasilkan CPO parit. CPO parit adalah sumber bahan bakar biodiesel yang berkualitas rendah. Namun dengan perlakuan tertentu maka akan dihasilkan biodiesel yang merupakan bahan bakar nabati.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode pendekatan eksperimental di laboratorium. Penelitian ini di lab. Kimia Uncen

### Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah minyak / CPO parit yaitu limbah cair pabrik kelapa sawit di Kabupaten Kerom. Lempung yang digunakan adalah lempung asal Kota Jayapura.

### Pengumpulan Data

CPO parit diambil dari kolam penampungan (kolam limbah), dimasukkan ke dalam wadah penampung, setelah itu panaskan dengan api agar mencair, campurkan minyak cair dengan lempung aktif dan filtrasi menggunakan saringan 200 mesh.

Proses *deguming* CPO dari limbah cair pabrik minyak sawit, dengan metode sebagai berikut (Prihandana, dkk.2006) : CPO parit ditambahkan dengan asam fosfat 0,6% sebanyak 1-3% dari volume bahan baku. Lalu proses pengadukan selama 30 menit. Kemudian diendapkan. Minyak yang telah jernih siap digunakan untuk proses selanjutnya. Penentuan kandungan asam lemak bebas dalam CPO hasil *deguming*.

Penentuan asam lemak bebas dalam minyak/CPO parit, menggunakan metode titrasi dengan prosedur sebagai berikut (Gunawan dkk, 2003) : Timbang 2,5 gram minyak yang akan diuji, masukkan ke dalam erlenmeyer 50 mL, tambahkan 5 mL alkohol netral 96%, setelah didinginkan, titrasi larutan ini dengan NaOH 0,01N dengan indikator larutan pp 1% sampai terlihat warna merah jambu. Perhitungan :

$$\text{Kadar asam lemak bebas} = \frac{A \times N \times M}{1000 \times G} \times 100\%$$

Dimana :

A = Jumlah ml NaOH untuk titrasi

N = Normalitas larutan NaOH

G = bobot contoh (gr)

M = berat molekul asam lemak bebas yang digunakan adalah asam palmitat

### Aktivasi Lempung secara Kimia

Sebelum digunakan sebagai lempung terpilir, lempung diaktivasi secara kimia sebagai berikut : Lempung direndam dalam larutan HF 1% selama 30 menit, sesudah itu dicuci dengan akuades sampai tidak bersifat asam (pH netral) kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur  $130^\circ\text{C}$ , Selanjutnya ditambahkan lagi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 M kemudian direfluks 6 jam selanjutnya disaring, dicuci sampai bersih dan pHnya netral lalu dikeringkan / dimasukkan dalam oven pada temperatur  $130^\circ\text{C}$  selama 3 jam. Hasilnya adalah lempung yang telah diaktivasi (lempung aktif).

Pada preparasi katalis lempung teremban  $\text{NaN}_3$  dilakukan dengan cara prosedur yang dilakukan oleh Ginting (1997) dan Trisunaryanti,dkk (1996) sebagai berikut sebagai berikut : lempung dipanaskan sampai temperatur 350 °C selama 5 jam setelah temperatur ini dicapai. Kemudian sampel dibiarkan menjadi dingin, direndam ke dalam larutan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  1,5M serta diaduk selama 24 jam, selanjutnya sampel dicuci dengan akuades secukupnya. Setelah air cucian dibuang, sampel dipanaskan sampai kering di dalam oven pada temperatur 130 °C . Selanjutnya sampel dikalsinasi pada temperatur 500 °C selama 4 jam di dalam tanur, hingga diperoleh H-lempung.

Pengembanan (pendispersian ) logam pada H-lempung dilakukan dengan merujuk pada prosedur yang dilakukan oleh Ginting (1997) sebagai berikut :

Sampel H-lempung direndam ke dalam larutan  $\text{NaN}_3$  pada konsentrasi pada konsentrasi 0,1 M. Selanjutnya campuran diaduk selama 24 jam, lalu disaring. Setelah itu campuran dikeringkan, kemudian dimasukkan ke dalam reaktor untuk dikalsinasi pada suhu 400 °C.

#### *Proses Esterifikasi*

Sebanyak 250 gram minyak CPO Parit hasil degumming disiapkan. Mula-mula katalis 5%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dilarutkan dalam 30% alkohol (dapat pula ditambahkan dengan alkohol berlebih agar proses dapat berlangsung maksimal). Selanjutnya alkohol dan katalis yang bercampur dimasukkan dalam wadah yang telah berisi minyak CPO parit 250 gram dan dilakukan pengadukan selama 60 menit sambil dipanaskan pada suhu 78 °C . reaksi dilakukan pada tekanan atmosfer. Setelah itu hasil reaksi dimasukkan dalam corong pisah, dua lapisan yang terbentuk dipisah.

#### *Proses Transesterifikasi*

Reaksi transesterifikasi dilakukan dalam 250 mL labu leher ganda yang dihubungkan dengan refluks kondensator dan dilengkapi dengan termometer. Kemudian masukkan metanol (20 g) dan katalis dari hasil modifikasi (2,5 g) dicampur dan kemudian dipanaskan hingga suhu 55 °C sambil diaduk

menggunakan magnetic stirrer, setelah mencapai suhu ini, kemudian masukkan Minyak CPO Parit hasil reaksi esterifikasi (30 g) sambil diaduk selama 6 jam . Proses transesterifikasi juga dilakukan dengan suhu reaksi 65 , 75 dan 85 °C. Setelah reaksi selesai, campuran didinginkan kemudian dipisahkan antara fraksi padat (katalis) dan fraksi cair dalam bentuk metil ester dan gliserol. Campuran Metil ester dan gliserol dimasukkan ke dalam corong pisah dan dibiarkan selama 30 jam. Kemudian metil ester dipisahkan dan ditimbang.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### *Hasil Degumming dan Penentuan Asam Lemak Bebas*

Untuk memperoleh CPO parit yang siap pakai maka, CPO parit diambil dari kolam penampungan (kolam limbah), dimasukkan ke dalam wadah yang dapat dipanaskan , setelah itu campuran CPO parit dipanaskan agar mencair, kemudian mencampurkan minyak cair dengan lempung aktif dan filtrasi menggunakan saringan 200 mesh.

Selanjutnya dilakukan proses *degumming* CPO dari limbah cair pabrik minyak sawit yaitu CPO parit ditambahkan dengan asam fosfat 0,6% sebanyak 1-3% dari volume bahan baku. Lalu dilakukan proses pengadukan selama 30 menit. Kemudian diendapkan dan disaring. Minyak yang telah jernih siap digunakan untuk proses selanjutnya yaitu menentukan Asam Lemak Bebasnya.

Adanya kandungan Asam Lemak Bebas (FFA) bahan baku (minyak nabati) merupakan salah satu faktor penentu jenis proses pembuatan biodiesel (Hambali dkk, 2007). Penentuan ini bertujuan untuk menentukan kadar asam lemak bebas dalam minyak sawit mentah, sehingga dapat ditentukan jenis proses pembuatan biodiesel dari minyak sawit mentah. Selain itu, semakin tinggi kandungan asam lemak bebas akan semakin sedikit menghasilkan biodiesel, bahkan pada kandungan asam lemak bebas yang tinggi proses transesterifikasi mengalami kegagalan.

Kandungan FFA bahan baku merupakan salah satu faktor penentu jenis proses pembuatan biodiesel. Umumnya, minyak murni memiliki kadar FFA rendah (sekitar 2%)

sehingga dapat langsung diproses dengan metode transesterifikasi. Jika kadar FFA minyak tersebut masih tinggi (sekitar 5%), sebelumnya perlu dilakukan proses praesterifikasi dengan menentukan terlebih dahulu harga FFA minyak (Hambali dkk, 2007).

Hasil percobaan yang telah dilakukan oleh Suess (1999) dalam Susilo (2006) menunjukkan semakin tinggi kandungan asam lemak bebas akan semakin sedikit menghasilkan biodiesel, bahkan pada kandungan asam lemak bebas yang tinggi proses transesterifikasi mengalami kegagalan.

Untuk menghindari kegagalan dalam proses transesterifikasi, dilakukan proses bertingkat. Sebelum transesterifikasi dengan katalis basa didahului dengan proses esterifikasi menggunakan katalis asam biasanya asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

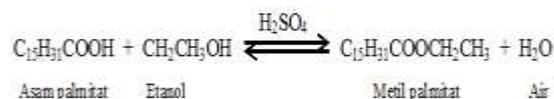
Dari penelitian yang telah dilakukan terhadap asam lemak bebas minyak sawit mentah yang diperoleh dari CPO parit adalah 12,405%. Dari data ini menunjukkan kadar asam lemak bebas minyak sawit yang berasal dari CPO parit lebih dari 0,5%, maka jenis proses yang harus dilalui untuk membuat biodiesel adalah proses esterifikasi.

**Hasil Reaksi Esterifikasi**

Proses esterifikasi dilakukan untuk mengurangi kadar FFA dalam minyak sawit mentah dengan cara mengubah FFA menjadi alkil ester. Untuk mengurangi kandungan FFA dalam minyak sawit, minyak sawit mentah direaksikan dengan etanol menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5% dari berat minyak dengan pemanasan pada suhu 65 °C sambil diaduk selama 60 menit.

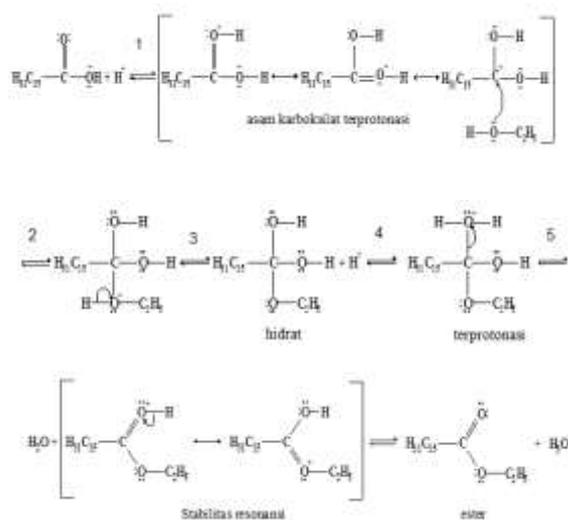
Asam lemak dalam minyak sawit mentah terbanyak adalah asam palmitat, sehingga FFA pada minyak sawit mentah diasumsikan sebagai asam palmitat. Dalam reaksi esterifikasi diperoleh produk yang terdiri dari dua lapisan. Lapisan atas berwarna kemerahan menunjukkan lapisan campuran antara trigliserida dan etil palmitat (biodiesel), sedangkan lapisan bawah berwarna lebih jernih (tak berwarna) menunjukkan lapisan air. Reaksi esterifikasi yang terjadi antara asam lemak bebas dalam minyak sawit mentah

dengan etanol dan katalis asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Reaksi esterifikasi

Mekanisme reaksi esterifikasi yang terjadi pada percobaan ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2 Mekanisme reaksi esterifikasi dari asam palmitat menjadi etil palmitat.

Dari mekanisme di atas tampak beberapa tahap yang dilalui diantaranya tahap 1 berupa protonasi gugus karbonil oleh katalis asam yang berfungsi menaikkan muatan positif pada atom karbon sehingga menjadi mudah untuk diserang nukleofilik, tahap 2 terjadi reaksi adisi nukleofilik dan terbentuk ikatan ikatan ester yang baru. Tahap 3 dan 4 merupakan tahap kesetimbangan dimana oksigen-oksigen melepaskan atau menerima proton dan reaksi ini terus berlangsung dalam suasana asam. Pada tahap 4, salah satu gugus hidroksil diprotonasi. Tahap 5 terjadi pemutusan ikatan C – O dan air dilepas, agar peristiwa ini terjadi, gugus hidroksil harus diprotonasi agar kemampuannya sebagai gugus pergi lebih baik. Pada tahap 6 terjadi pelepasan proton dari ester yang berproton.

Mekanisme di atas tampak bahwa pembentukan ester dari asam karboksilat tampaknya tak mudah mengingat gugus -OH merupakan gugus pergi yang buruk sehingga

sangat sulit untuk diputus maka perlu diprotonisasi dengan katalis asam untuk mengubah gugus -OH menjadi Gugus  $^+\text{OH}_2$  yang merupakan gugus pergi yang lebih baik dari gugus -OH.

Pada reaksi minyak parit (CPO parit) dengan etanol dan katalis asam sulfat 5% dari berat minyak diharapkan dapat menurunkan kadar FFA dalam minyak sawit. Minyak hasil esterifikasi yang diperoleh dilakukan pengujian kadar FFA untuk menentukan kadar FFA minyak setelah melalui proses esterifikasi. Dari hasil penentuan diperoleh kadar FFA untuk minyak hasil esterifikasi adalah 0,245 %. Bila dibandingkan dengan kadar FFA minyak sawit mentah yaitu 12,405% maka dapat dikatakan reaksi esterifikasi dengan katalis 5% dari berat minyak sawit mentah berhasil menurunkan kadar FFA dalam minyak sawit mentah, sehingga dapat digunakan untuk proses transesterifikasi.

*Hasil Transesterifikasi dengan Variasi Suhu Reaksi*

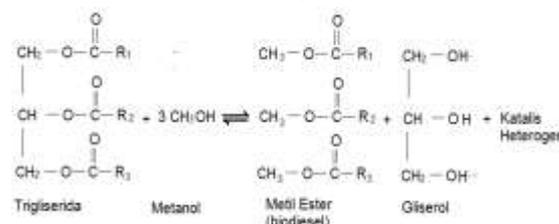
Pada proses transesterifikasi ini, katalis lempung dan metanol dicampur terlebih dahulu sebelum direaksikan dengan etil ester kotor dari hasil esterifikasi. Tujuannya adalah untuk membentuk natrium etoksida. Reaksi yang terjadi antara lempung teremban  $\text{NaN}_3$  sebagai penyedia logam Na dan etanol, dapat ditulis sebagai berikut :



Pada reaksi tersebut,  $\text{NaOCH}_3$  yang diperoleh merupakan situs basa Lewis, karena memiliki pasangan elektron bebas.  $\text{NaOCH}_3$  yang dihasilkan pada pencampuran lempung dan etanol akan bereaksi dengan trigliserida dalam etil ester kotor membentuk metil ester.

Hasil transesterifikasi minyak sawit dari CPO parit menggunakan katalis lempung teremban  $\text{NaN}_3$  dapat dikategorikan sebagai senyawa ester, karena produk yang diperoleh menghasilkan aroma yang khas, seperti halnya senyawa-senyawa ester pada umumnya. Senyawa ester yang diperoleh dapat berupa etil palmitat atau metil oleat, karena dalam minyak sawit komponen trigliserida yang paling dominan adalah oleo-dipalmitin.

Reaksi antara etil ester kotor, alkohol dan katalis lempung aktif/ $\text{NaN}_3$  dapat digambarkan sebagai berikut : Secara umum reaksi transesterifikasi dapat berlangsung menggunakan katalis heterogen misalnya dari zeolit dapat ditulis sebagai berikut :



ambar 3 Reaksi transesterifikasi menggunakan katalis heterogen

Tabel 1 adalah hasil reaksi katalitik transesterifikasi minyak CPO parit hasil esterifikasi menggunakan katalis lempung aktif /  $\text{NaN}_3$  alkohol jenis metanol dengan berbagai variasi suhu reaksi katalitik.

Tabel 1. Hasil transesterifikasi minyak CPO parit pada berbagai variasi suhu dan lama reaksi 6 jam

Suhu reaksi (°C)	Berat katalis (g)	Berat metanol (g)	Berat minyak jelantah (g)	Konversi menjadi biodiesel [% (b/b)]
55	2,5	20	30	15,87
65	2,5	20	30	62,83
75	2,5	20	30	24,78
85	2,5	20	30	11,18

Suhu turut berperan dalam mempengaruhi laju reaksi. Apabila suhu pada suatu reaksi dinaikkan, maka akan menyebabkan partikel semakin aktif bergerak, sehingga tumbukan yang terjadi antar molekul reaktan dan antar permukaan katalis yang mengandung situs aktif dengan reaktan semakin sering terjadi, serta berdampak pada laju reaksi yang semakin besar. Dengan demikian maka makin cepat pula terjadi dan mudah untuk membentuk fraksi biodiesel dengan rantai molekul karbon yang lebih lebih ringan. Namun pada reaksi transesterifikasi suhu makin tinggi rendaman biodiesel semakin sedikit diperoleh. Hal ini dapat disebabkan oleh 2 faktor : Pertama, titik didih metanol (64,7 °C) yang melebihi temperatur yang digunakan dalam proses transesterifikasi. Kelarutannya menurun dengan naiknya temperatur karena proses pelarutannya

bersifat eksoterm. Hal ini disebabkan pada pembentukkan 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.

Kedua, untuk kasus ini dapat pula disebabkan rendaman dapat pula disebabkan oleh situs basa yang berasal dari  $\text{NaN}_3$  dan lempung teraktifkan kurang sehingga dapat mempengaruhi konversi CPO parit menjadi biodiesel. Situs basa ini dapat ditingkatkan dengan modifikasi lempung lebih lanjut dan penambahan kandungan  $\text{NaN}_3$ . Selain itu suhu kondensor yang kurang maksimal dinginnya sehingga mengakibatkan proses kondensasi metanol yang menguap pada saat proses transesterifikasi tidak sempurna. Hal ini yang membuat menurunnya kelarutan minyak (CPO parit) terhadap metanol sehingga hasil biodiesel pada temperatur 75 °C dan 85 °C sangat sedikit.

#### SIMPULAN

1. Kadar asam lemak bebas (ALB) yang diperoleh dari CPO parit pada penelitian ini lebih dari 0,5% yaitu sebesar 12,40%. Dengan demikian untuk membuat biodiesel perlu melalui proses esterifikasi lebih dahulu.
2. Hasil reaksi esterifikasi dengan katalis asam ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 5% berhasil menurunkan kadar asam lemak bebas (ALB) dalam minyak parit dari 12,40% menjadi sebesar 0,25%. Artinya dengan kondisi ini terjadi pengurangan ALB sebesar 98%.

3. Peningkatan suhu setelah titik didih alkohol pada reaksi transesterifikasi tidak menghasilkan rendeman yang lebih besar tetapi menghasilkan sebaliknya. Hasil uji transesterifikasi dengan katalis lempung teraktifkan  $\text{NaN}_3$  0,1M menghasilkan konversi menjadi biodiesel sebesar 52,45% diperoleh pada suhu 65 °C.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aransiola, E. F, Ojumu, T. V, Oyekola, O. O and Ikhomogbe, 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 abiodiesel 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 mesoporousaluminosilicate 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.
- 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

- Ginting ,M. 1997. *Preparasi Katalis Nikel Zeolit Untuk Reaksi Hidrogenasi Asam Lemak Tidak Jenuh Dalam Minyak Kelapa*. Tesis S2. Program Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta
- Hambali, E., dkk. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Cetakan pertama. Jakarta : Agro Media.
- 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 twostageprocess. *Kasetsart Journal of Natural Science*, 45:110–119.
- Kloprogge JJ, Frost L. 2005. Synthesis and Characterization of Pillared Clays and related Materials For Biodiesel Production. *Environmental Geology.*, 47,7 : 967-981
- 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.
- Prihandana Rama.,Hendroko Roy., dan Nuramin Makmuri. 2006.*Menghasilkan Biodiesel Murah*.PT Agromedia Pustaka.Jakarta
- Ragits. S. 2011. Optimization of neem methyl ester from transesterification process and fuel characterization as a diesel substitute”, *Biomass and Bioenergy*, 35:1138-1144.
- Rahul Gangidi.2006. *Biodiesel Cloud Point Analysis of Beef Tallow and Coconut Oils*. *Journal of American Oil Chemists Society*.61(10): 1638-1643.
- 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
- Susilo, B. 2006. *Biodiesel*. Edisi Revisi. Cetakan kedua. Surabaya : Trubus Agrisarana.
- Trisunaryanti, W. Shiba, R. Miura, M. Nomura, M.Nishiyama, N. Matsukata. 1996. *Characterisation and Modification of Indonesian Natural Zeolites and Their Properties for Hydrocracking of a Paraffin*. *Skiyu Gakkaishi*. 39(1). 20-25 Okasa
- Wang C, Liu Q, Song J, Li W, Li P, Xu R, Ma H, Tiana 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.