
Alternatif Pembuatan Biodiesel Melalui Transesterifikasi Minyak Castor (*Ricinus communis*) Menggunakan Katalis Campuran Cangkang Telur Ayam dan Kaolin

Soni Setiadji¹, Nila Tanyela B², Tety Sudiarti¹, Eko Prabowo H¹, Bebeh Wahid N³

¹Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung

²Jurusan Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Bandung

³Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Email: s.setiadji@gmail.com

Received: Januari 2017; Revised: Maret 2017; Accepted: Mei 2017; Available Online: Mei 2017

Abstrak

Pembuatan biodiesel melalui transesterifikasi minyak castor (*Ricinus communis*) menggunakan katalis dari pencampuran CaO dan kaolin (CaO/kaolin) telah dilakukan. CaO diperoleh dari hasil kalsinasi cangkang telur ayam. Minyak castor dipilih sebagai bahan baku biodiesel karena tergolong minyak bukan pangan dan mudah dibudidayakan. Secara garis besar metode penelitian terdiri dari pembuatan katalis CaO/kaolin dengan rasio 15 mmol CaO per 1 gram kaolin teraktivasi menggunakan metode impregnasi dan pembuatan biodiesel melalui transesterifikasi minyak castor menggunakan katalis tersebut pada suhu 65 °C selama 8 jam dengan perbandingan minyak castor : metanol : katalis (1:15:5% b/b). Reaksi dilakukan pada sistem refluks. Uji XRD menyatakan keberadaan silika dan potassium aluminum silikat hidroksida pada katalis. Hasil EDS menunjukkan komponen pembentuk katalis yaitu CaO dan silika. Hasil analisis FTIR menunjukkan puncak serapan pada gugus fungsi yang membentuk senyawa metil ester. Berdasarkan hasil karakterisasi GC-MS, komponen metil ester terbesar yang terkandung dalam biodiesel yaitu metil risinoleat, metil elaidat, metil stearat, metil linoleat, dan metil palmitat. Konversi keseluruhan minyak castor menjadi metil ester menggunakan katalis CaO/kaolin yaitu 97.36%. Komponen terbesar dalam minyak castor yaitu asam risinoleat, telah berhasil dikonversi menjadi metil risinoleat sebesar 74.75%.

Kata kunci: pembuatan biodiesel, minyak castor, transesterifikasi, katalis CaO/kaolin, impregnasi katalis.

Abstract

Biodiesel was produced by transesterification of castor oil (*Ricinus communis*) using a catalyst of CaO and kaolin (CaO / kaolin) had been performed. CaO was obtained from the calcination of eggshell. Castor oil is selected as biodiesel feedstock because it belongs to non-food oil and easy to cultivate. In general, the research method aims to comprise the CaO / Kaolin catalysts with a ratio of 15 mmol CaO per 1 gram of kaolin activated using impregnation method and biodiesel produced through transesterification of castor oil using the catalyst at 65 °C for 8 hours with ratio of castor oil: methanol: catalyst (1: 15: 5% w / w). The reaction is carried out on the reflux system. The XRD analysis show the presence of silica and potassium aluminum silicate hydroxide in the catalyst. The EDS results show the catalyst-forming components CaO and silica. The FTIR analysis results show the absorption peak in the functional group forming the methyl ester compound. Based on the characterization of GC-MS, the largest methyl ester components contained in biodiesel are methyl risinoleate, methyl elaidat, methyl stearate, methyl linoleate, and methyl palmitate. The overall conversion of castor oil to methyl ester using CaO / kaolin catalyst is 97.36%. The largest component in castor oil is risinoleic acid, has been successfully converted to methyl risinoleate by 74.75%.

Kata kunci: Biodiesel, transesterification, castor oil, catalyst, impregnation.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/jkv.v0i0.4778>

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan pertumbuhan konsumsi energi cukup tinggi di dunia, yaitu sekitar 7% per tahun. Konsumsi energi Indonesia tersebut terbagi untuk sektor industri (50%), transportasi (34%), rumah tangga (12%) dan komersial (4%). Konsumsi energi Indonesia yang cukup tinggi tersebut hampir 95% dipenuhi dari bahan bakar fosil. Dari total tersebut, hampir 50%-nya merupakan Bahan Bakar Minyak (BBM). Konsumsi BBM yang cukup tinggi ini menjadi masalah bagi Indonesia. Sebagai sumber energi tidak terbarukan, cadangan BBM Indonesia sangat terbatas. Memperkirakan untuk beberapa tahun berikutnya potensi cadangan energi fosil menjadi terbatas dan semakin menipis, pemenuhan kebutuhan energi akan menghadapi kendala yang besar. Konsumsi energi yang tinggi ini menimbulkan masalah dan ketimpangan, bukan hanya dampaknya tetapi juga terjadi pengurasan sumber daya fosil seperti minyak, gas bumi dan batubara yang lebih cepat jika dibandingkan dengan penemuan cadangan baru. Sehingga tidak tertutup kemungkinan dalam jangka waktu yang tidak lama lagi cadangan energi fosil Indonesia akan habis kemudian kebutuhan energi Indonesia akan sangat tergantung pada energi impor. Guna mengatasi persoalan tersebut diperlukan upaya diversifikasi energi. Diversifikasi energi yaitu penganeekaragaman pemakaian energi dengan meningkatkan pemanfaatan energi baru dan terbarukan.

Salah satu sumber energi alternatif yaitu biodiesel, telah menjadi perhatian peneliti di seluruh dunia hingga saat ini. Biodiesel adalah sejenis bahan bakar yang di proses dari sumber yang dapat diperbarui umumnya minyak tumbuhan dan lemak hewan (Basumatary, 2013; Indriyani, 2010). Keberadaan biodiesel memiliki peranan yang sangat penting dalam upaya penghematan ataupun sebagai substitusi bahan bakar konvensional solar. Beberapa keuntungan biodiesel untuk terus dikembangkan hingga saat ini antara lain memiliki sifat *biodegradable*, tidak mencemari lingkungan, keberlanjutan yang tinggi, diperoleh dari sumber yang dapat diperbarui, rendah emisi gas buang secara keseluruhan, kandungan sulfur terabaikan, mempunyai titik nyala yang unggul dan efisiensi pembakaran yang lebih

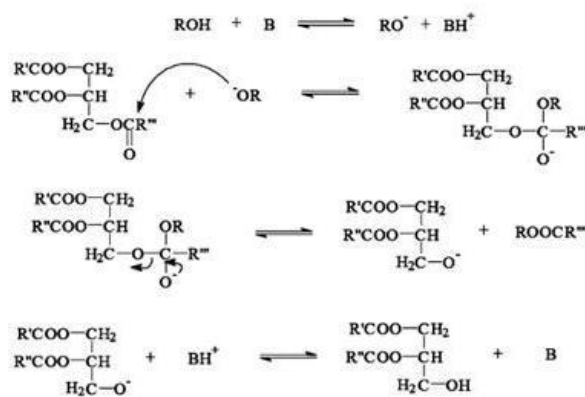
tinggi dan membuka peluang ditemukannya pasar baru untuk produk hasil pertanian (Thanh *et al.*, 2012; Indriyani, 2010).

Dalam banyak penelitian, biodiesel dihasilkan melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi, dengan mempertimbangkan kandungan asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak tumbuhan dan lemak hewan. Minyak tumbuhan untuk bahan baku biodiesel dikelompokkan menjadi minyak tumbuhan yang dapat di konsumsi (minyak pangan) dan minyak tumbuhan yang tidak dapat di konsumsi (minyak bukan pangan). Pembuatan biodiesel dari minyak pangan (seperti minyak kelapa, minyak sawit, minyak jagung, dan minyak kedelai) akan berdampak terhadap potensi ketersediaan bahan pangan. Hal tersebut akan menimbulkan kompetisi bahan baku untuk bahan pangan dan biodiesel sehingga menjadi tidak ekonomis. Pada penelitian ini digunakan minyak castor sebagai bahan baku biodiesel karena tergolong minyak bukan pangan. Minyak castor dihasilkan dari biji tanaman jarak (*Ricinus communis*) yang mudah untuk dibudidayakan. Minyak castor merupakan triasilgliserol terdiri dari berbagai asam lemak dan gliserol dengan komposisi terbesarnya asam risinoleat mencapai 90% (Mutlu dan Meier, 2010).

Pembuatan biodiesel menggunakan katalis homogen menunjukkan beberapa kelemahan, antara lain rumitnya pemisahan produk samping dan katalis dengan biodiesel yang dihasilkan, terbentuknya produk samping berupa sabun, dan limbah alkali yang dihasilkan memerlukan pemrosesan lebih lanjut (Zabeti *et al.*, 2009). Dengan mempertimbangkan kekurangan tersebut maka di pilih katalis heterogen sebagai alternatif katalis untuk pembuatan biodiesel. Dalam penelitian ini logam alkali oksida, seperti CaO di pilih sebagai sisi aktif katalis untuk transesterifikasi minyak castor karena memiliki kekuatan basa yang relatif tinggi dan dapat disintesis dari sumber yang murah (Zabeti *et al.*, 2009). Katalis yang diperoleh dari limbah cangkang telur ayam (Yan *et al.*, 2008; Mijan *et al.*, 2015) atau kaolin (Dang *et al.*, 2013) dapat digunakan sebagai katalis murah untuk membuat biodiesel. Cangkang telur ayam digunakan sebagai alternatif sumber CaO hasil dekomposisi termal CaCO₃ pada suhu tinggi (Yan *et al.*, 2008).

Telah dilakukan pembuatan biodiesel melalui transesterifikasi minyak castor

menggunakan katalis dari pencampuran CaO hasil kalsinasi cangkang telur ayam dan kaolin (CaO/kaolin). Tahap awal adalah membuat katalis CaO/kaolin menggunakan metode impregnasi. Selanjutnya katalis tersebut digunakan untuk reaksi transesterifikasi minyak castor pada kondisi 65 °C selama 8 jam dengan perbandingan minyak castor:metanol:katalis (1:15:5% b/b). Penelitian ini menggunakan minyak castor yang diperoleh secara komersial sebagai sumber yang akan dijadikan biodiesel. Reaksi transesterifikasi minyak tumbuhan menggunakan katalis basa dapat mengubah trigliserida, digliserida atau monogliserida menjadi ester, dimana sebagian asam lemak bebas dalam minyak castor dikonversi menjadi metil ester yang dihasilkan dari reaksi antara trigliserida dengan ion alkoksida dari metanol dan hasil akhir transesterifikasi ini yaitu campuran metil ester dan gliserol.



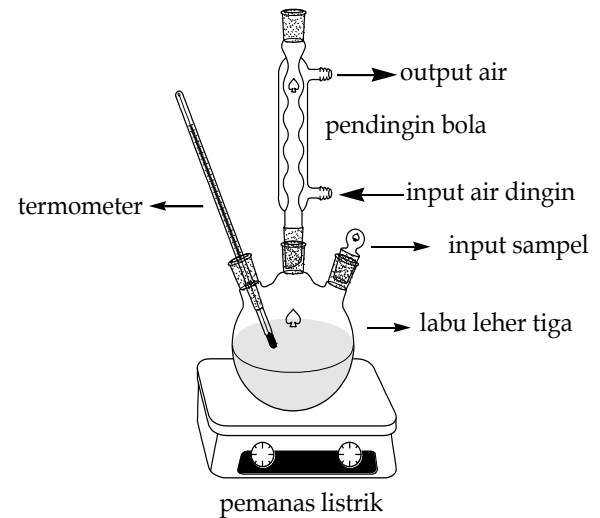
Gambar 1. Mekanisme reaksi transesterifikasi terkatalisis basa (Lee *et al.*, 2009).

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi metanol, indikator phenoltalein (PP), kertas saring *whatman*, minyak castor (*Ricinus communis*), NaOH p.a, KOH p.a, akuades, cangkang telur ayam dan kaolin. Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi satu set alat refluks (gambar 2), pemanas (*hotplate*), cawan porselin, pH meter, lumpang dan mortal, pengayak 120 *mesh*, alat penyaring Buchner, timbangan analit, oven, tungku (*furnace*), dan alat sentrifugasi. Instrumentasi untuk identifikasi dan karakterisasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *X-ray Diffractometer (XRD)*, *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-*

MS), *Scanning Electron Microscope (SEM)*, *Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS)* dan *Fourier Transform Infrared (FTIR)*.



Gambar 2. Sistem *batch* untuk reaksi transesterifikasi.

Preparasi CaO dari Cangkang Telur Ayam dan Kaolin Teraktivasi

Limbah cangkang telur ayam dicuci, dikeringkan, dan dipanaskan pada suhu 105 °C selama 24 jam. Cangkang telur ayam yang telah menjadi serbuk halus kemudian dipanaskan pada suhu 900 °C selama 4 jam. Kaolin alam dikalsinasi pada suhu 800 °C selama 6 jam, lalu direndam dalam larutan NaOH 0.4 M selama 6 jam pada suhu 50 °C dengan pengadukan. Kemudian disaring dan dibilas dengan akuades hingga pH netral. Dikalsinasi kembali pada suhu 500 °C selama 6 jam (Dang *et al.*, 2013).

Pembuatan Katalis Campuran CaO dan Kaolin Teraktivasi

Pembuatan katalis dari campuran prekursor CaO dan kaolin teraktivasi dilakukan dengan metode impregnasi. Dalam sistem refluks, campuran katalis di buat dengan rasio 15 mmol CaO per 1 gram kaolin teraktivasi dalam NaOH 0.02 M pada suhu 70 °C selama 4 jam, didiamkan selama 24 jam dan didekantasi sehingga diperoleh endapan. Endapan tersebut dicuci dengan akuades hingga pH netral, dikeringkan selama 20 jam pada suhu 100 °C, lalu dikalsinasi pada suhu 900 °C selama 4 jam.

Reaksi Transesterifikasi Minyak Castor menggunakan Cao/Kaolin dan KOH (Nakarmi dan Joshi, 2014)

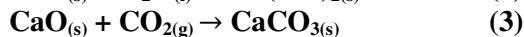
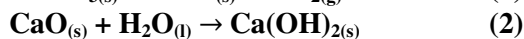
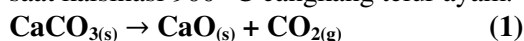
Pembuatan biodiesel melalui transesterifikasi minyak castor menggunakan CaO/kaolin pada suhu 65 °C selama 8 jam dengan perbandingan minyak castor:metanol:katalis (1:15:5% b/b). Kemudian reaksi transesterifikasi minyak castor menggunakan KOH dengan rasio minyak castor:metanol:katalis (1:9:1% b/b) selama 3 jam, untuk mendapatkan data pembanding.

3. HASIL DAN DISKUSI

Hasil Analisis Sampel CaO

Pada penelitian ini, cangkang telur ayam dikalsinasi pada suhu 900 °C selama 4 jam, dilakukan dalam *furnace*. Kalsinasi bertujuan untuk mengubah CaCO₃ menjadi CaO. Puncak yang teridentifikasi pada gambar 3 merupakan puncak-puncak dari CaO, CaCO₃, dan Ca(OH)₂. Berdasarkan literatur (Qoniah dan Prasetyoko, 2011), puncak CaO dengan intensitas tinggi muncul pada 2θ = 37.41° sebagai komponen utama hasil kalsinasi cangkang telur ayam. Puncak serapan CaO lainnya muncul pada 2θ = 32°; 54°; 64° dan 67.5°. Komponen lain yang terbentuk selain CaO, yaitu Ca(OH)₂. Berdasarkan literatur (Mijan *et al.*, 2015), puncak Ca(OH)₂ muncul pada 2θ = 28.5°; 34°; 47°; dan 51°. Kehadiran puncak Ca(OH)₂ pada sampel menunjukkan hidrasi dari CaO yang tidak dapat dihindari setelah kalsinasi membentuk Ca(OH)₂.

Dari gambar 3, komponen utama dari cangkang telur ayam yaitu CaCO₃ masih ditemukan. Puncak CaCO₃ ditunjukkan pada 2θ = 18°; 43°; 61°; 62,5°; 72°; 79,5°; 82°; 85°; dan 88,5° (Qoniah dan Prasetyoko, 2011; N *et al.*, 2015). Berikut ini reaksi kimia yang terjadi saat kalsinasi 900 °C cangkang telur ayam.



Dari hasil analisis XRD, sampel hasil kalsinasi cangkang telur ayam, menunjukkan bahwa sampel CaO belum murni, masih diperoleh komponen lain, yaitu Ca(OH)₂ dan CaCO₃ yang belum terkonversi. Akan tetapi intensitas serapan CaO paling tinggi dibandingkan komponen lainnya. Dari hasil

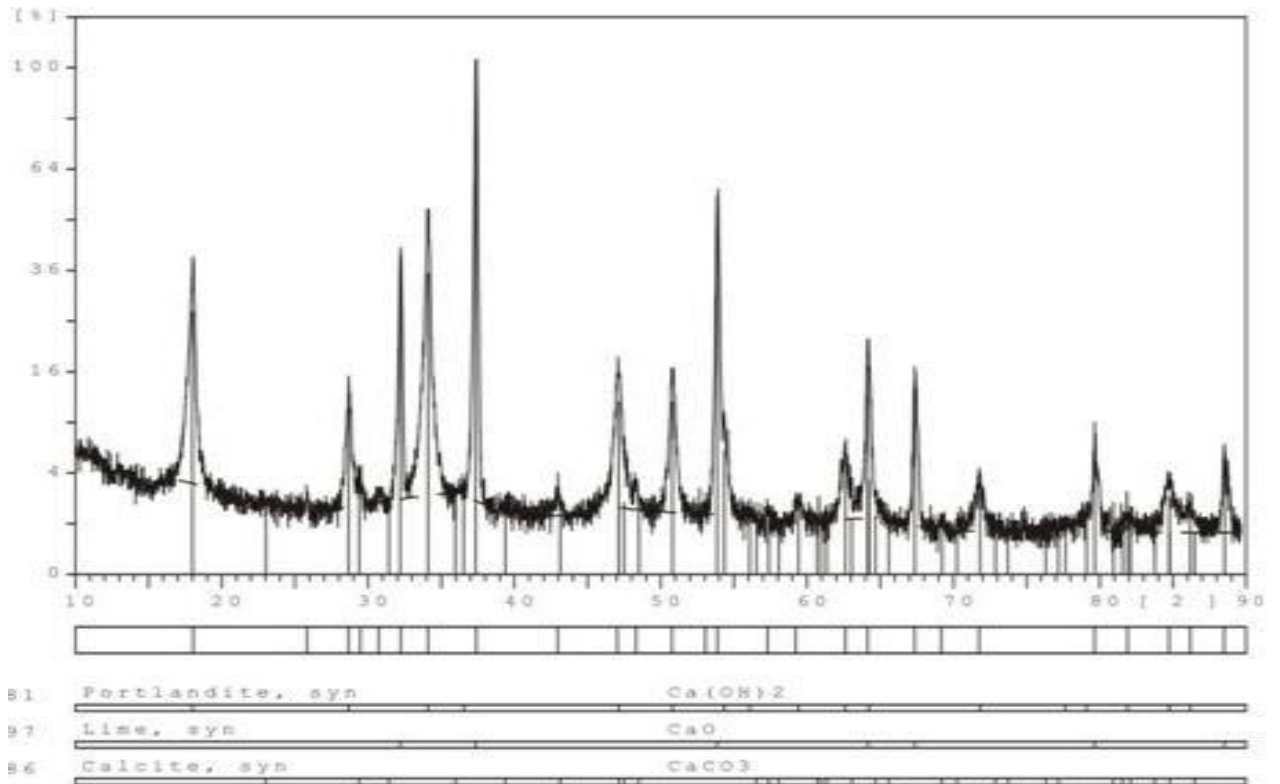
kalsinasi cangkang telur ayam diperoleh serbuk sampel CaO berwarna putih.

Hasil Analisis Sampel Kaolin Teraktivasi

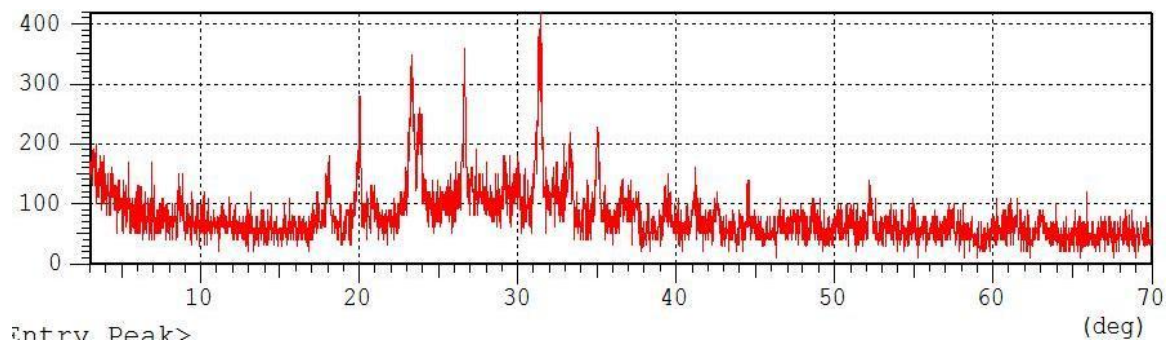
Pada penelitian ini, kaolin teraktivasi diperoleh melalui impregnasi metakaolin menggunakan NaOH 0.4 M (Dang *et al.*, 2013). Secara fisik tidak terdapat perubahan warna antara kaolin sebelum dan setelah kalsinasi pada suhu 800 °C. Tujuan penambahan NaOH untuk melarutkan pengotor pada permukaan kaolin, sehingga jumlah pori-pori yang terbuka akan bertambah. Selain itu berdasarkan penelitian sebelumnya, dapat merubah rasio Si/Al, sehingga metakaolin berubah menjadi campuran fasa LTA, sodalit, dan cancrinit (Reyes *et al.*, 2010). Dari gambar 4, beberapa puncak serapan muncul pada 2θ = 18°; 20°; 23.5°; 26.5°; 31.5°; 35°; dan 41.5°. Perbandingan hasil XRD kaolin teraktivasi dengan literatur (Reyes *et al.*, 2010), menunjukkan bahwa kaolin teraktivasi NaOH 0.4 M membentuk struktur campuran LTA dan sodalit. Kaolin teraktivasi ini diharapkan dapat menjadi penyangga untuk CaO, yang dapat memberikan stabilitas mekanik yang baik untuk reaksi transesterifikasi. Pencampuran kaolin teraktivasi dengan CaO dapat memperbaiki sifat kebasahan yang tinggi pada CaO.

Hasil Analisis Katalis CaO/Kaolin

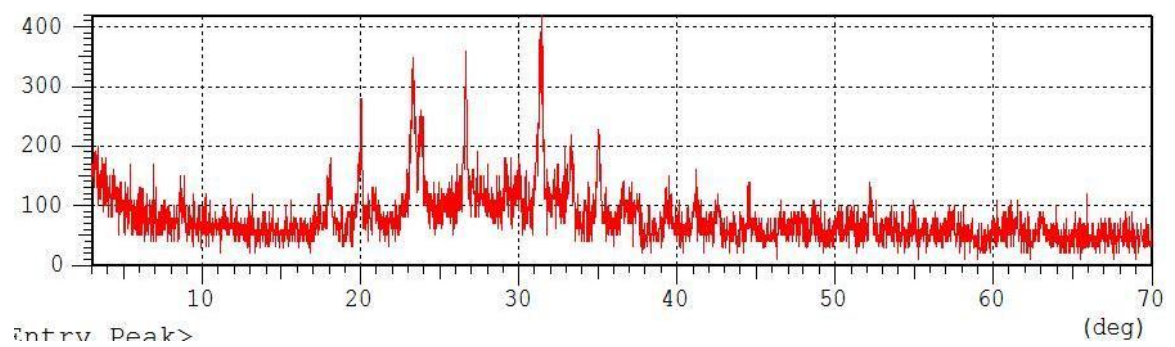
Dari penelitian sebelumnya telah dilaporkan pembuatan biodiesel dari berbagai minyak tumbuhan menggunakan CaO (Yan *et al.*, 2008; Mijan *et al.*, 2015) atau kaolin (Dang *et al.*, 2013). Sehingga dalam penelitian ini kami melakukan pencampuran dua prekursor tersebut yaitu CaO dan kaolin teraktivasi dalam larutan NaOH untuk membuat katalis CaO/kaolin, yang digunakan pada reaksi transesterifikasi minyak castor. Kemudian katalis ini dikarakterisasi menggunakan XRD, SEM dan EDS. Dari gambar 5, puncak serapan katalis muncul pada 2θ = 8.5°; 17.5°; 19.5°; 21°; 22.5°; 23.5°; 25.5°; dan 26.8°. Hasil XRD memberikan informasi hanya terdapat dua komponen pada sampel katalis ini yaitu, silika dan potassium aluminum silikat hidroksida. Dua komponen ini merupakan komponen yang terdapat pada kaolin teraktivasi. Uji XRD menunjukkan bahwa pembuatan katalis CaO/kaolin yang dikalsinasi pada 900 °C selama 4 jam belum berhasil terbentuk (Avicenna, 2015).



Gambar 3 Pola XRD hasil kalsinasi cangkang telur ayam pada suhu 900 °C selama 4 jam.



Gambar 4 Pola XRD kaolin teraktivasi NaOH 0,4 M.



Gambar 5. Pola XRD katalis CaO/kaolin-teraktivasi.



Gambar 6 Hasil SEM katalis CaO/kaolin.

Tabel 1. Hasil uji EDS katalis CaO/Kaolin

Unsur	% massa	Oksida	% massa
Ca	44.56	CaO	62.35
Si	17.60	SiO ₂	37.65
O	37.84	-	-

Gambar 6 memperlihatkan profil permukaan katalis nampak tidak seragam dan terbentuk aglomerasi. Uji EDS (tabel 1) menunjukkan keberadaan unsur-unsur utama pembentuk katalis CaO/kaolin yaitu Ca, Si, dan O. Katalis yang dibuat dengan rasio 15 mmol CaO per 1 gram kaolin teraktivasi memberikan perbandingan CaO terhadap SiO₂ sebesar 62,35 : 37,65. Dari tabel 1 telah menunjukkan bahwa katalis tersusun dari campuran CaO dan silika.

Hasil Analisis Metil Ester Dari Transesterifikasi Minyak Castor Terkatalisis KOH dan CaO/kaolin

Pada penelitian ini reaksi transesterifikasi yang dilakukan merupakan tahap lanjutan setelah dilakukannya reaksi esterifikasi minyak castor menggunakan H-Zeolit, dimana H-zeolit ini dapat menurunkan kandungan asam lemak bebas dalam minyak castor (Avicenna, 2015). Reaksi transesterifikasi menggunakan minyak castor hasil esterifikasi. Katalis yang digunakan adalah CaO/kaolin dan KOH sebagai pembanding. Kemudian metil ester yang terbentuk dikarakterisasi menggunakan FTIR dan GC-MS.

Hasil transesterifikasi minyak castor menggunakan KOH membentuk dua fasa, setelah dipisahkan dengan corong pisah. Fasa pertama merupakan campuran berwarna kuning jingga yang diduga sebagai metil ester dan fasa kedua campuran berwarna putih keruh yang diduga sebagai gliserol. Sedangkan hasil transesterifikasi minyak castor menggunakan CaO/kaolin membentuk tiga fasa. Fasa ketiga merupakan endapan katalis. Kemudian metil ester yang sudah terpisah dilakukan pencucian menggunakan akuades, untuk menghilangkan sisa gliserol (Indriyani, 2010).

Dari hasil FT-IR (gambar 7b), pada spektra metil ester terdapat puncak vibrasi ulur C=O pada 1741.72 cm⁻¹, puncak vibrasi tekuk C-O pada 1049.28; 1080.14; 1122.57; 1172.72; 1199.72; 1246.02 cm⁻¹, puncak vibrasi C-H alkana pada 1359.82; 1438.90 cm⁻¹, puncak vibrasi ulur C-H (sp³) alkana pada 2852.72; 2926.01 cm⁻¹, puncak vibrasi ulur =C-H (sp²) pada 3007.02 cm⁻¹ dan puncak vibrasi ulur O-H pada 3427.51 cm⁻¹. Dari hasil analisis FT-IR dapat disimpulkan bahwa metil ester telah terbentuk. Namun puncak 3427,51 cm⁻¹, yang mengidentifikasi vibrasi ulur O-H dari gliserol, masih terdapat pada metil ester. Sebagai pembanding, spektra FT-IR minyak castor dapat dilihat pada gambar 7a, perbedaan yang nampak adalah adanya intensitas yang lebih rendah dari serapan vibrasi ulur C-O dan C=O yang menunjukkan terbentuknya ester dari minyak castor (gambar 7b).

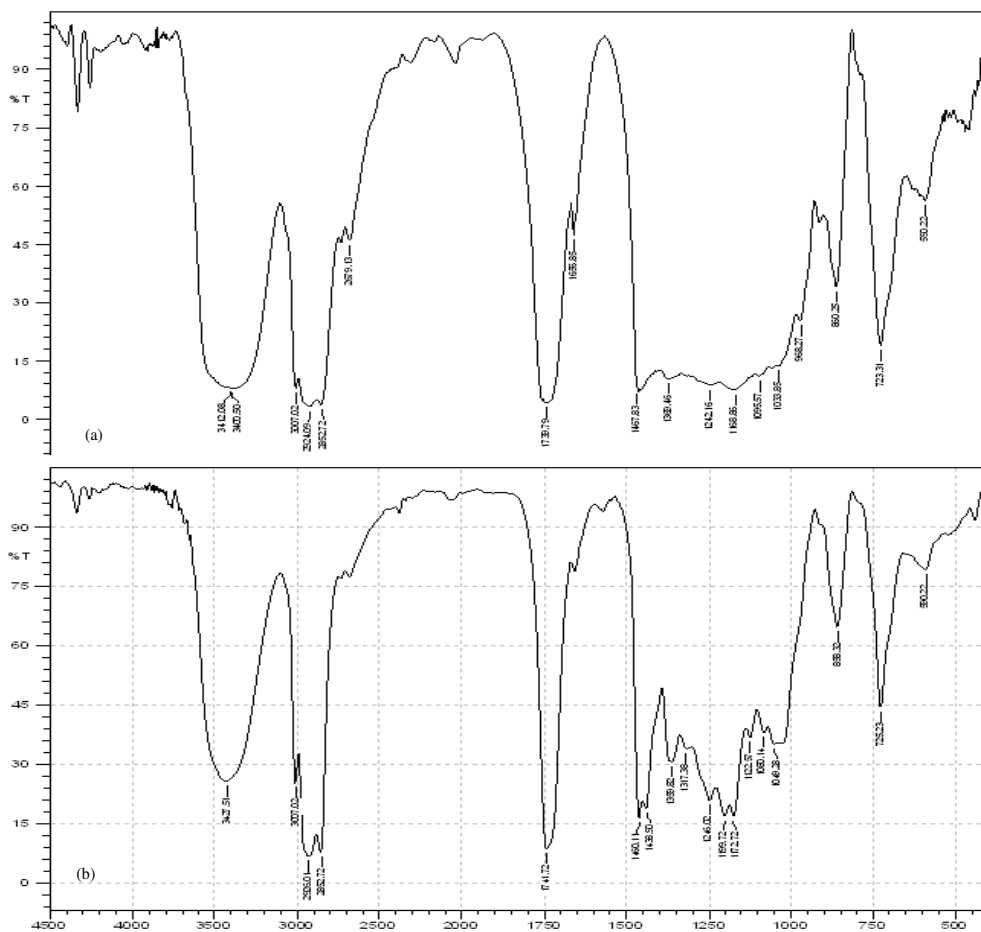
Dari hasil analisis GC-MS, metil ester yang terbentuk melalui transesterifikasi minyak castor dengan katalis KOH dan CaO/Kaolin diberikan pada gambar 8 dan 9. Metil ester yang terbentuk melalui transesterifikasi minyak castor terkatalisis KOH menghasilkan komponen metil ester yang dirangkum pada tabel 2. Persentase hasil metil ester terbesar yaitu metil risinoleat sebanyak 75.58%, dengan total metil ester yang terbentuk adalah 96.26%. Dari literatur komposisi asam risinoleat yang terkandung dalam minyak castor sekitar 87.7–90.4% (Nakarmi dan Joshi, 2014; Gina *et al.*, 2014). Hasil penelitian memberikan sebagian kecil asam risinoleat tidak terkonversi menjadi metil esternya. Hal ini dikarenakan reaksi bersifat reversibel. Selain itu reaksi sangat dipengaruhi oleh faktor rasio metanol : minyak : katalis, dan waktu reaksi. Dalam hal ini asam lemak tidak terkonversi seluruhnya menjadi metil ester. Komponen selain metil ester yang

terbentuk sebesar 3.74% (tabel 2). Dalam penelitian ini dilakukan reaksi transesterifikasi minyak castor menggunakan katalis CaO/kaolin untuk memperoleh biodiesel. Penggunaan katalis heterogen dapat memudahkan proses pemisahan produk biodiesel dengan katalisnya. Dari beberapa penelitian sebelumnya telah banyak dilakukan penggunaan CaO sebagai alternatif katalis untuk transesterifikasi beberapa minyak tumbuhan (Yan et al., 2008). CaO memiliki sifat basa yang sangat tinggi dalam bentuk metoksida ($\text{Ca}(\text{CH}_3\text{O})_2$) (Qonitah dan Prasetyo, 2011). Dalam penelitian ini impregnasi CaO ke kaolin teraktivasi dilakukan untuk menstabilkan sifat kebasaaan CaO.

Metil ester yang terbentuk melalui transesterifikasi minyak castor terkatalisis CaO/kaolin menghasilkan komponen metil ester dapat dirangkum pada tabel 3. Proses transesterifikasi minyak castor menghasilkan

persentase hasil metil ester terbesar yaitu metil risinoleat sebanyak 74.75%, dengan total metil ester yang terbentuk adalah 97.36%. Selain itu dalam metil ester ini terdapat komponen metil linolenat atau metil (9Z,11E,13E)-9,11,13-octadecatrienoate dalam presentase yang sangat kecil 0.06%. Komponen ini tidak ditemukan dalam hasil biodiesel terkatalis KOH. Dari analisis GC-MS, dalam biodiesel hasil transesterifikasi minyak castor terkatalisis CaO/kaolin, masih didapatkan asam risinoleat yang belum terkonversi sebesar 1.42%.

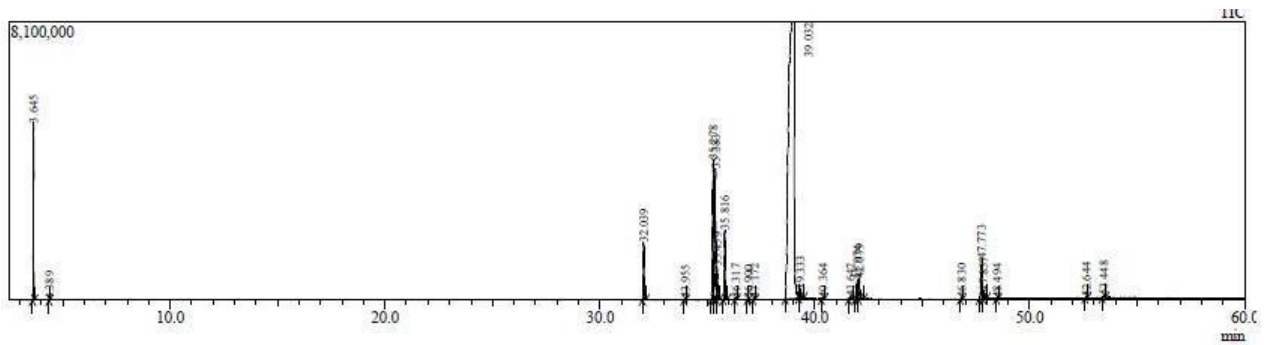
Tabel 4 merangkum hasil biodiesel yang diperoleh dari aktivitas katalisis KOH dan CaO/kaolin terhadap minyak castor. Kedua katalis tersebut menghasilkan komponen terbesar dalam biodiesel, yaitu metil risinoleat. Reaksi transesterifikasi minyak castor dengan menggunakan katalis dan kondisi reaksi yang berbeda, mengakibatkan perbedaan komponen dan jumlah metil ester yang terbentuk.



Gambar 7. (a) Spektra FT-IR minyak castor dan (b) spektra FT-IR metil ester terkatalisis CaO/kaolin.



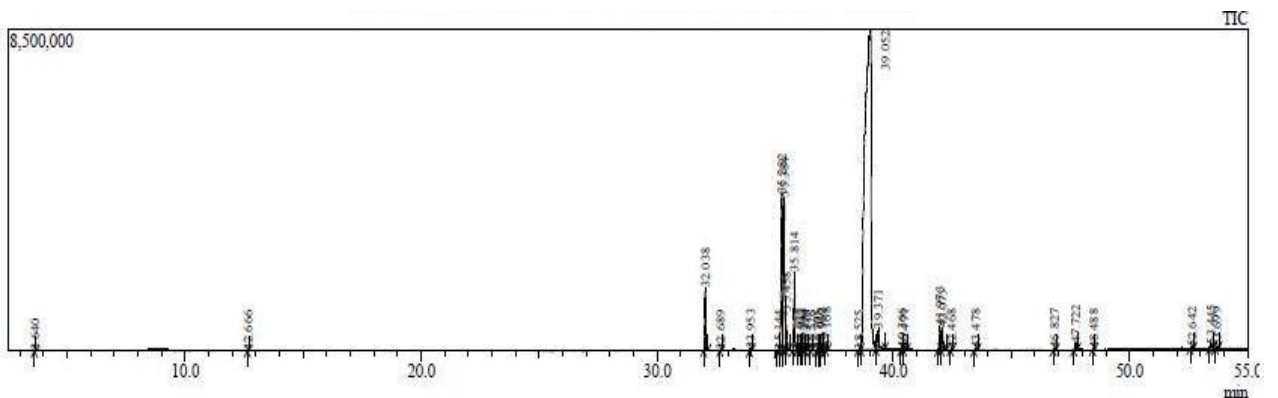
Gambar 8. Biodiesel dari hasil transesterifikasi minyak castor terkatalisis CaO/kaolin.



Gambar 9. Hasil analisis GC-MS transesterifikasi minyak castor terkatalisis KOH.

Tabel 2. Perbandingan komposisi asam lemak dalam minyak castor dan metil ester terkatalisis KOH

No	Asam lemak dalam minyak castor[9,14]		Metil ester yang terbentuk	
	Komponen	%	Komponen	%
1	Asam Risinoleat	87.7 – 90.4	Methyl Ricinoleate	75.58
2	Asam Linoleat	4.1 – 4.7	Methyl Linoleate	6.63
3	Asam Oleat	2.2 – 3.3	Methyl Oleate/Elaidate	7.34
4	Asam Palmitat	0.8 – 1.1	Methyl Palmitate	2.10
5	Asam Stearat	0.7 – 1.1	Methyl Stearate	3.85
6	Asam Linolenat	0.5 – 0.7	Methyl Linolenate	-
7			Metil ester lainnya	0.744
8			Komponen selain metil ester	3.74



Gambar 10. Hasil analisis GC-MS transesterifikasi minyak castor terkatalisis CaO/kaolin.

Tabel 3. Komposisi metil ester terkatalisis CaO/kaolin hasil analisis GC-MS

No	Metil ester	Rumus molekul	Berat molekul (g/mol)	% area
1	Methyl Ricinoleate	C ₁₉ H ₃₆ O ₃	312.48	74.75
2	Methyl Linoleate	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	294.47	0.06
3	Methyl Elaidate	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	296.48	8.01
4	Methyl Stearate	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	298.47	10.06
5	Methyl Palmitate	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270.50	2.21
6	Methyl Octanoate	C ₉ H ₁₈ O ₂	158.23	0.02
7	Methyl Heptadecanoate	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284.47	0.16
8	Methyl Nonadecanoate	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	312.53	0.09
9	Methyl 9,10-Dihydroxystearate	C ₁₉ H ₃₈ O ₄	330.50	1.02
10	Methyl Hexadec-9-enoate	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	268.43	0.91
11	Methyl (9Z,11E,13E)-9,11,13-octadecatrienoate	C ₁₉ H ₃₂ O ₂	292.45	0.06

Tabel 4. Persentase tertinggi senyawa metil ester yang terbentuk

No	Metil Ester	Katalis KOH (% area)	Katalis CaO/kaolin (% area)
1	Methyl Ricinoleate	75.58	74.75
2	Methyl Elaidate	7.34	8.01
3	Methyl Stearate	3.85	10.06
4	Methyl Linoleate	6.63	0.06
5	Methyl Palmitate	2.10	2.21
6	Methyl 9,10-Dihydroxystearate	-	1.02

Komponen metil ester terbesar yang terkandung dalam biodiesel yaitu metil risinoleat, metil elaidat, metil stearat, metil linoleat, dan metil palmitat. Komposisi metil ester yang terbentuk telah sesuai dengan komposisi asam lemak yang terkandung dalam minyak castor (*Ricinus communis*). Dalam penelitian ini menunjukkan konversi keseluruhan pembentukan biodiesel menggunakan katalis basa heterogen CaO/kaolin lebih tinggi dibandingkan basa homogen KOH.

4. SIMPULAN

Telah dilakukan pembuatan katalis padat CaO/kaolin untuk reaksi transesterifikasi minyak castor. Uji XRD menunjukkan keberadaan silika dan potassium aluminum silikat hidroksida saja dalam sampel katalis. Hasil EDS menyatakan bahwa sampel katalis tersusun dari CaO dan SiO₂. Dari uji XRD menunjukkan bahwa pembuatan katalis CaO/kaolin yang dikalsinasi pada 900°C selama 4 jam belum berhasil terbentuk. Transesterifikasi minyak castor menggunakan CaO/kaolin telah berhasil membentuk

biodiesel. Hal ini ditunjukkan bahwa terjadi peningkatan intensitas serapan vibrasi ulur C-O dan C=O pada sampel biodiesel dibandingkan terhadap minyaknya. Berdasarkan hasil GC-MS, komponen metil ester terbesar yang terkandung dalam biodiesel yaitu metil risinoleat, metil elaidat, metil stearat, metil linoleat, dan metil palmitat. Hasil konversi minyak castor menggunakan katalis CaO/kaolin dan KOH sebagai pembanding, masing-masing sebesar 97,36% dan 96,26%. Komponen terbesar dalam minyak castor yaitu asam risinoleat, telah berhasil dikonversi menjadi metil risinoleat, masing-masing yaitu, 74,75% (katalis CaO/kaolin) dan 75,58% (KOH). Hal ini menunjukkan bahwa CaO/kaolin dapat berperan sebagai katalis untuk transesterifikasi minyak castor, dan dapat digunakan sebagai alternatif katalis pengganti KOH.

DAFTAR PUSTAKA

- Avicenna A, Setiadji S, Supriadin A, Indriyani NP. 2015. Sintesis Biodiesel dari Minyak Jarak (Castor Oil) dengan Metanol Terkatalisis H-Zeolit dan CaSiO₃ yang Berasal dari

- Limbah Cangkang Telur Ayam dan Abu Sekam Padi. [Skripsi]. Bandung (ID): Jurusan Kimia, FST, UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Gina MH, Sabine V, Joël B, Jorge AM, Diana PL. 2014. Effect of microwave-assisted system on transesterification of minyak castor with ethanol. *Univ.Sci.* 19(3): 193 - 200.
- Basumatary S. 2013. Transesterification with heterogeneous catalyst in production of biodiesel: A Review. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research.* 5(1): 1-7.
- Dang TH, Chen BH, Lee DJ. 2013. Application of kaolin-based catalysts in biodiesel production via transesterification of vegetable oils in excess methanol. *Bioresource Tech.* 145: 175-181.
- Indriyani NP. 2010. Pemanfaatan Limbah Minyak Tepung Ikan Sardin untuk Pembuatan Biodiesel Terkatalisis H-Zeolit dan Naoh. [Skripsi]. Yogyakarta (ID): Universitas Gadjah Mada.
- Lee DW, Park YM, Kwan LY. 2009. Heterogeneous base catalysts for transesterification in biodiesel. *Catal. Surv. Asia.* 63-77.
- Mijan NA, Lee HV, Taufiq-Yap YH. 2015. Synthesis and Catalytic activity of hydration - dehydration treated clamshell derived CaO for biodiesel production. *Chem. Eng. Research and Design.* 102: 368-377.
- Mutlu H, Meier M. 2010. Minyak castor as a renewable resource for the chemical industry. *Eur. J. Lipid. Sci. Tech.* 112: 10-30.
- Nakarmi A, Joshi. 2014. A study on minyak castor and its conversion into biodiesel by transesterification method. *Nepal Journal of Science and Technol.* 15(1): 45-52.
- Qoniah I, Prasetyoko D. 2011. Penggunaan Cangkang Bekicot sebagai Katalis untuk Reaksi Transesterifikasi Refined Palm Oil. Prosiding Skripsi Semester Genap.
- Reyes CAR, Williams CD, Alarcón OMC. 2010. Synthesis of zeolite LTA from thermally treated kaolinite. *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia.* 53: 30-41.
- Thanh LT, Okitsu K, Boi LV, Maeda Y. 2012. catalytic technologies for biodiesel fuel production and utilization of glycerol: a review. *Catalysts.* 2: 191-222.
- Yan S, Lu H, Liang B. 2008. Supported CaO Catalysts used in the transesterification of rapeseed oil for the purpose of biodiesel production. *Energy and Fuels.* 22: 646-651.
- Zabeti M, Wan DWMA, Aroua MK. 2009. Activity of solid catalysts for biodiesel production: a review. *Fuel Process. Technol.* 90: 770-777.