

## TRANSESTERIFIKASI MINYAK BIJI KARET (*Hevea brasiliensis*) MENGGUNAKAN KATALIS HETEROGEN CANGKANG KEPITING LIMBAH SEAFOOD TERMODIFIKASI K<sub>2</sub>O

N K. D. Astuti\*, I N. Simpen dan I W. Suarsa

Program Studi Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali

\*Email : dididian21@gmail.com

---

### ABSTRAK

Katalis heterogen CaO dibuat melalui kalsinasi CaCO<sub>3</sub> dari salah satu sumber CaCO<sub>3</sub> yaitu cangkang kepiting limbah *seafood*. Pembuatan katalis heterogen tersebut telah berhasil dilakukan selanjutnya dimodifikasi dengan KOH, secara metode impregnasi basah dan kalsinasi pada 800°C selama 5 jam. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik fisik dan kimia katalis heterogen dari cangkang kepiting dan termodifikasi K<sub>2</sub>O serta mengetahui kinerja katalis heterogen cangkang termodifikasi tersebut dalam mengkonversi minyak biji karet menjadi biodiesel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebasaaan permukaan terendah dimiliki katalis tanpa modifikasi (1,0428 mmol g<sup>-1</sup>) dan kebasaaan tertinggi dimiliki katalis termodifikasi K<sub>2</sub>O (1,8314 mmol g<sup>-1</sup>). Karakterisasi luas permukaan spesifik cangkang kepiting tanpa modifikasi dan termodifikasi K<sub>2</sub>O relatif sama. Morfologi permukaan katalis tanpa dan termodifikasi K<sub>2</sub>O yang terbentuk tidak *uniform*. Hasil pemanfaatan katalis untuk transesterifikasi minyak biji karet (*Hevea brasiliensis*) menjadi biodiesel, diperoleh konsentrasi katalis optimum adalah 3% dan perbandingan rasio molar minyak:metanol optimum 1:9 dengan kemampuan konversi menjadi biodiesel *yield* 91,05%. Kandungan metil ester pada biodiesel yang dihasilkan, yaitu metil stearat, metil linoleat, metil linolenat, dan metil palmiat.

**Kata kunci:** katalis heterogen, cangkang kepiting termodifikasi kalium, minyak biji karet, biodiesel

### ABSTRACT

The CaO heterogeneous catalysts can be prepared by CaCO<sub>3</sub> calcination process, with one source of CaCO<sub>3</sub> being a crab shell from seafood waste. The preparation of the heterogeneous catalyst was successfully carried out by modification with KOH using a wet impregnation method at 800°C for 5 hours. The purpose of this research is to determine the physical and chemical characteristics of heterogeneous catalyst of K<sub>2</sub>O-modified crab shell and to examine the heterogeneous catalyst of K<sub>2</sub>O-modified shells in converting rubber seed oil into biodiesel. The results showed that the lowest basic alkalinity possessed without modified catalyst (1.0428 mmol g<sup>-1</sup>) and the highest alkali possessed potassium-modified catalyst (1.8314 mmol g<sup>-1</sup>). Characterization of specific surface area of crab shells without and with modified K<sub>2</sub>O were relatively the same. The surface morphology of the catalyst without and K<sub>2</sub>O modified was uniform. The catalyst examination results for conversion of rubber seed oil (*Hevea brasiliensis*) to biodiesel, the optimum catalyst concentration of 3% and the molar ratio of oil:methanol of 1:9 capable converting to biodiesel with the yield of 91.05%. The content of biodiesel were stearic methyl ester, linoleic methyl ester, linolenic methyl ester, and palmitic methyl ester.

**Keywords:** heterogeneous catalyst, K<sub>2</sub>O-modified crab shell, rubber seed oil, biodiesel

### PENDAHULUAN

Biodiesel secara umum didefinisikan sebagai ester monoalil dari minyak nabati dan lemak hewani (Srivastava *et al.*, 2000). Biodiesel dapat diproduksi melalui proses transesterifikasi menggunakan minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek menggunakan katalis homogen berupa basa kuat, seperti KOH atau NaOH (Knothe *et al.*, 2005). Biodiesel adalah salah satu energi alternatif yang dapat

diperbaharui, rendah emisi, dan *biodegradable*. Pada penelitian ini biodiesel dibuat menggunakan minyak biji karet (*Hevea brasiliensis*) yang merupakan minyak non-pangan dan memiliki kandungan minyak relatif tinggi (40-50% berat), dimana sangat potensial sebagai bahan baku biodiesel (Bobade *et al.*, 2012). Pemilihan tanaman karet sebagai bahan baku biodiesel juga oleh karena ketersediaan bahan bakunya yang melimpah di Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara yang

mempunyai areal perkebunan karet yang luas, dimana dari perkebunan karet inilah selain menghasilkan getah karet, juga menghasilkan biji keret yang merupakan hasil samping yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Penggunaan katalis homogen dalam produksi biodiesel memiliki keuntungan, diantaranya dapat meningkatkan laju reaksi dan konversi menjadi biodiesel relatif lebih banyak, akan tetapi penggunaan katalis homogen berdampak pada proses pemurnian dan pencucian produk akhir yang kurang ramah lingkungan. Disamping itu, pemisahannya juga relatif lebih rumit karena produk akhir bercampur dengan katalis, mengingat keduanya memiliki fase yang sama (Sharma *et al.*, 2011). Katalis homogen juga memiliki kecenderungan meningkatkan korosivitas biodiesel bila digunakan pada mesin (Lee *et al.*, 2014). Sedangkan katalis heterogen, memiliki banyak keunggulan dibandingkan katalis homogen, diantaranya produksi biodiesel hanya menggunakan sedikit unit operasi dengan kemudahan pemisahan dan pemurnian produk. Katalis basa heterogen memiliki keunggulan lebih mudah dipisahkan dari produk dan dapat digunakan untuk proses berkelanjutan (Sivasami *et al.*, 2009). Katalis heterogen juga bersifat non-korosif, non-toksik dan dapat diregenerasi setelah digunakan (Guo *et al.*, 2011).

Kalsium oksida (CaO) merupakan oksida logam alkali tanah yang memiliki sifat basa yang tinggi. Kebasaan CaO yang tinggi menyebabkan oksida ini banyak digunakan sebagai katalis pada proses transesterifikasi minyak menjadi biodiesel. Salah satu keunggulan dari CaO adalah berbentuk padat sehingga mudah dipisahkan pada akhir reaksi dalam proses pembuatan biodiesel. CaO dapat diperoleh secara komersial di pasaran, namun CaO komersial sulit didapat dalam keadaan murni dan harganya relatif mahal. Oleh karena itu, untuk mengatasi persoalan tersebut CaO dari sumber alami merupakan upaya dalam mendayagunakan limbah. Sumber-sumber alami seperti batu kapur, tulang hewan, dan cangkang banyak mengandung  $\text{CaCO}_3$  dan selanjutnya dapat didekomposisi menjadi CaO pada suhu tertentu. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memperoleh CaO dari sumber alami tersebut. Setiowati (2014) melaporkan bahwa dengan kalsinasi cangkang kepiting pada suhu  $800^\circ\text{C}$  selama 5 jam diperoleh persentase CaO sebesar 70,20%. Oleh karena itu,  $\text{CaCO}_3$  pada cangkang kepiting dapat digunakan sebagai bahan baku

potensial menjadi CaO. Disisi lain, produksi biodiesel ini dinilai belum optimal karena konversi trigliserida menjadi biodiesel masih relatif rendah. Salah satu penyebab rendahnya produksi biodiesel adalah kinerja katalis yang belum optimal. Menurut Istadi (2013), upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja katalis adalah dengan penambahan situs aktif (promotor) berupa basa pada katalis CaO dengan metode impregnasi. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kebasaan dan memperluas permukaan dari katalis, sehingga dapat meningkatkan perolehan biodiesel.

Aktivitas katalitik dari katalis CaO dapat ditentukan dari kebasaan permukaan dan luas permukaan katalis. Berdasarkan penelitian Meher dkk. (2006) serta Kumar dan Ali (2012), penyisipan logam Li pada katalis CaO dapat meningkatkan kebasaan dan memperluas permukaan katalis. Menurut Kumar dan Ali (2012), impregnasi KOH pada katalis CaO untuk transesterifikasi produksi biodiesel menghasilkan biodiesel sebesar 96-99% (tergantung pada bahan baku minyak nabati). Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini dilakukan modifikasi katalis cangkang kepiting limbah *seafood* dengan impregnasi KOH yang dikalsinasi pada suhu  $800^\circ\text{C}$  untuk meningkatkan kinerja katalis. Katalis tersebut selanjutnya digunakan untuk reaksi transesterifikasi minyak biji karet menjadi biodiesel.

## MATERI DAN METODE

### Bahan

Bahan kimia yang digunakan adalah: n-heksana ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ), akuades, asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), KOH, biji karet, NaOH, asam oksalat 1 M, KI,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ , amilum 1%,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , indikator penolphthalein, HCl, metanol, KBr, kloroform dan pereaksi biuret.

### Alat

Peralatan yang adalah *Fourier Transform Infrared* (FTIR), *Surface Area Analyzer* (SAA), *Gas Chromatography-Mass Spectrometer* (GC-MS), *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan *Energy Dispersive X-ray Spektroskopi* (EDS), labu leher dua, statif dan klem, karet sumbat, pengaduk magnetik dan hotplate, water bath, furnace, termometer, neraca analitik, ayakan, buret, peralatan gelas, oven, blender, mortar, corong pisah, cawan porselen, desikator, pipet tetes, seperangkat alat sokhletasi, piknometer, viskometer, kondensor refluks.

## Cara Kerja

### Preparasi dan Modifikasi Cangkang Kepiting

Cangkang kepiting yang diperoleh dari limbah rumah makan Kampoeng Kepiting dibersihkan terlebih dahulu dengan air panas untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Kemudian cangkang kepiting dikeringkan dan ditumbuk sampai halus dengan menggunakan mortar. Untuk menghilangkan kandungan protein pada cangkang kepiting, bubuk cangkang kepiting direndam dengan larutan NaOH 1M selama 2 jam. Setelah direndam, bubuk cangkang kepiting dinetralisasi menggunakan aquades, serbuk cangkang dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam dan disimpan dalam desikator. Kalsinasi dilakukan dalam furnace pada suhu 800°C selama 5 jam. Kemudian untuk mendapatkan cangkang yang halus, serbuk cangkang diayak dengan ayakan 100 mesh.

Ditimbang katalis hasil kalsinasi disuspensikan ke dalam 200 mL akuades dan larutan KOH 25 mL dicampurkan ke dalam suspensi tersebut (%kalium : 5%). Campuran diaduk selama 3 jam dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 120°C selama ±24 jam. Katalis yang dihasilkan dikalsinasi pada suhu 600°C selama 5 jam untuk mengubah bentuk hidroksida menjadi bentuk oksida (Niju *et al.*, 2014). Katalis hasil impregnasi yang dihasilkan diberi kode CK-5%. Selanjutnya, katalis dikarakterisasi sifat kebasaaan permukaannya dengan titrasi asam basa, karakterisasi luas permukaan spesifik dengan BET, identifikasi gugus-gugus fungsi dengan FTIR dan karkterisasi morfologi dan kelimpahan unsur dengan SEM-EDS

### Penentuan kadar FFA

Sebelum dipakai sebagai bahan baku pembuatan biodiesel, minyak biji karet yang dihasilkan dari hasil ekstraksi dari biji karet, dianalisis untuk mengetahui kandungan asam lemak bebas yang ada di dalamnya. Sampel minyak biji karet ditambah 2,5 gram dengan etanol 96% dan indikator fenolftalein, dititrasi dengan larutan KOH hingga berubah warna menjadi merah jambu. Volume KOH yang dibutuhkan dicatat untuk kemudian dipakai dalam menentukan kandungan asam lemak bebas pada sampel minyak biji karet.

## Uji aktivitas katalis

### Reaksi Esterifikasi

Proses esterifikasi dilakukan dengan metode refluks menggunakan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan persen berat katalis terhadap minyak yaitu 1% terhadap berat minyak dicampurkan ke dalam metanol dengan rasio molar minyak:metanol 1:6 sambil diaduk selama 2 jam. Reaksi dilakukan pada rentang suhu 40-60°C. Setelah reaksi selesai, pemanasan dihentikan dan hasil reaksi dibiarkan mendingin, kemudian ditimbang beratnya sebelum dipindahkan ke dalam corong pisah. Produk yang dihasilkan, dibiarkan dalam corong pisah sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan bagian atas adalah produk hasil esterifikasi dan lapisan bawah adalah gliserol dan katalis. Lapisan atas dipisahkan dari lapisan gliserol dan katalis untuk selanjutnya dilakukan reaksi transesterifikasi.

### Reaksi Transesterifikasi

Hasil terbaik dari reaksi esterifikasi, kemudian dilanjutkan pada proses transesterifikasi, digunakan katalis basa heterogen CaO termodifikasi K<sub>2</sub>O. Proses transesterifikasi dilakukan dengan mencampurkan katalis dengan variasi persen berat katalis (1, 3, dan 5% terhadap berat minyak) ke dalam metanol dengan rasio molar minyak:metanol 1:6, 1:9, dan 1:12. Reaksi dilakukan pada suhu 60°C selama 60 menit dengan pengadukan konstan. Setelah reaksi selesai, pemanasan dihentikan dan hasil reaksi dibiarkan mendingin untuk kemudian ditimbang beratnya sebelum dipindahkan ke dalam corong pisah.

Produk yang dihasilkan dibiarkan dalam corong pisah selama 12 jam sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan bagian atas merupakan produk (biodiesel) dan lapisan bawah merupakan lapisan gliserol dan katalis. Lapisan atas dipisahkan dari lapisan bawah kemudian disaring hingga diperoleh hasil yang jernih. Selanjutnya didestilasi pada temperatur 65°C untuk menghilangkan sisa metanol. Biodiesel yang dihasilkan kemudian ditimbang dan dihitung *yield*-nya dengan rumus:

$$Yield \text{ biodiesel} = \frac{\text{massa biodiesel}}{\text{massa hasil transesterifikasi}} \times 100\%$$

### Analisis metil ester dengan GC-MS

Biodiesel yang dihasilkan pada kondisi optimum diidentifikasi dengan menggunakan kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kebasaan Permukaan Katalis

Penentuan kebasaaan katalis ditentukan dengan cara titrasi asam-basa. Hasil penentuan kebasaaan permukaan dan jumlah situs aktifnya ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Nilai kebasaaan permukaan dan jumlah situs aktif katalis

Jenis Katalis	Kebasaan Permukaan (mmol g <sup>-1</sup> )	Jumlah Situs Aktif Basa (atom g <sup>-1</sup> )
CK <sub>0</sub>	1,0428 ±0	6,2797 x 10 <sup>20</sup>
CK <sub>5</sub>	18,8314 ±0	1,1340 x 10 <sup>20</sup>

Modifikasi cangkang keping dengan KOH mampu meningkatkan nilai kebasaaan permukaan dari cangkang keping (Tabel 1). Kenaikan nilai kebasaaan permukaan berpengaruh terhadap nilai situs aktif basa. Cangkang keping sebelum modifikasi memiliki kebasaaan permukaan dan situs aktif basa sebesar 1,0428 ±0 mmol g<sup>-1</sup> dan 6,2797 x 10<sup>20</sup> atom g<sup>-1</sup>. Sedangkang setelah mengalami modifikasi KOH dengan persentase K 5% mengalami peningkatan menjadi 18,8314 mmol g<sup>-1</sup> dan jumlah situs aktif sebesar 1,1340 x 10<sup>20</sup> atom g<sup>-1</sup>. Peningkatan situs basa ini didukung oleh Mulyani (2013) yang meneliti bahwa pengembangan KOH ke dalam

### Karakterisasi Gugus-gugus Fungsi Katalis dengan FTIR

Analisis FTIR dilakukan pada bilangan gelombang 4000-500 cm<sup>-1</sup>. Gambar 1. (a) dan (b). Pada kedua sampel yang dianalisis menunjukkan adanya pita OH di daerah sekitar 3600 cm<sup>-1</sup>, pita CH di 2300-2900 cm<sup>-1</sup>, pita O-C-O *stretching* dari karbonat muncul pada kedua sampel di bilangan gelombang 1543,05 cm<sup>-1</sup> dan diperkuat oleh hadirnya puncak pada 1051,2 cm<sup>-1</sup>, serta pita Ca-O pada daerah sekitar 400 cm<sup>-1</sup>.

CaO akan meningkatkan kebasaaan. Sifat basa pada katalis sangat penting dalam pembuatan agar reaksi dapat berlangsung secara optimal (Knote *et al.*, 2005).

### Karakterisasi Luas Permukaan

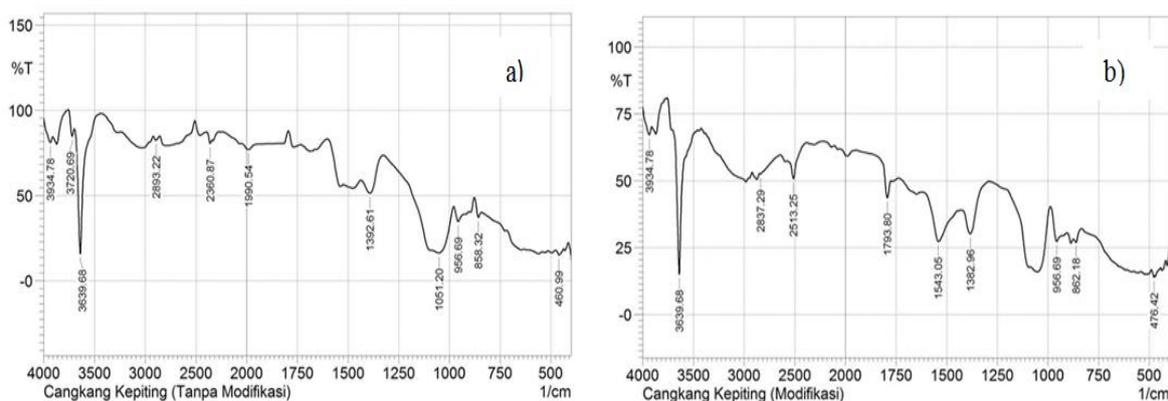
Karakteristik luas permukaan spesifik ini penting karena aktivitas katalis sangat berkaitan dengan fenomena adsorpsi, dimana makin besar luas permukaan spesifik, maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Karakteristik luas permukaan ditentukan dengan metode BET. Luas permukaan spesifik katalis ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Luas permukaan spesifik katalis cangkang keping termodifikasi KOH dan kontrol

Jenis Katalis	Luas Permukaan Spesifik (m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )
CK <sub>0</sub>	25,594
CK <sub>5</sub>	25,877

Hasil karakterisasi luas permukaan spesifik pada Tabel 2 menunjukkan bahwa luas permukaan spesifik cangkang keping tanpa modifikasi (CK<sub>0</sub>) sebesar 25,594 m<sup>2</sup>g<sup>-1</sup>. Setelah modifikasi dengan kalium luas permukaan menjadi 25,877 m<sup>2</sup>g<sup>-1</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa luas permukaan kedua sampel relatif sama. Hal ini disebabkan pendistribusian logam K pada permukaan katalis yang tidak merata sehingga tidak semua pori pada katalis tertutupi serta menyebabkan tidak terjadi kenaikan maupun penurunan luas permukaan spesifik pada katalis.

Serapan gugus OH muncul sangat tajam pada bilangan gelombang 3934,78 cm<sup>-1</sup>. Gugus OH dengan puncak yang tajam merupakan karakteristik dari CaO (Ruiz dkk., 2009). Adanya gugus OH dari Ca(OH)<sub>2</sub> dengan karakteristik puncak yang tajam di daerah 3639,68 cm<sup>-1</sup> dimungkinkan berasal dari molekul air yang teradsorb pada permukaan CaO, dimana CaO dikenal bersifat higroskopis sehingga sangat mudah menyerap uap air dari udara (Grandos *et al.*, 2007).



Gambar 1. (a) dan (b) Spektra FTIR sampel cangkang kepiting tanpa modifikasi dan termodifikasi

### Karakterisasi sifat-sifat Permukaan dengan SEM-EDS

Analisis menggunakan SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan dari sampel padat. SEM merupakan teknik analisis menggunakan elektron sebagai sumber pencitraan dan medan elektromagnetik sebagai lensanya. Hasil SEM dari sampel CaO tanpa modifikasi dan CaO termodifikasi KOH ditampilkan pada Gambar 2 (a) dan (b) dengan perbesaran 25000 kali dan EDS pada Gambar 3 (a) dan (b).

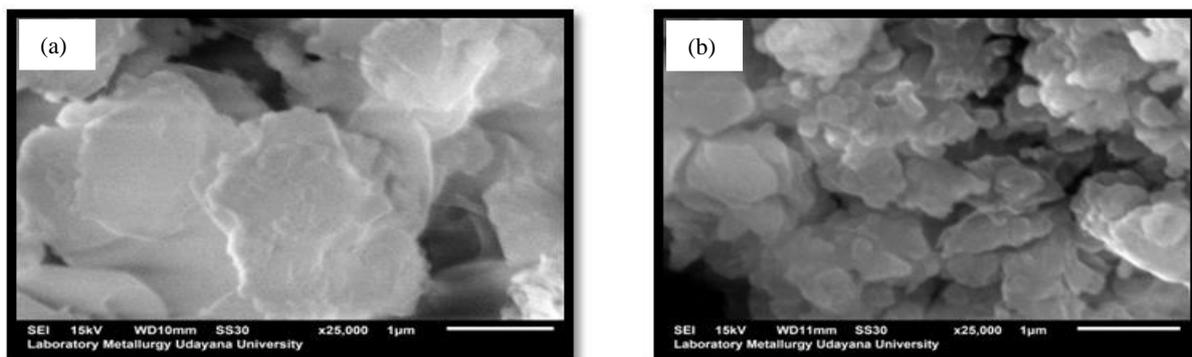
Morfologi permukaan katalis CaO yang dipreparasi dari cangkang kepiting limbah *seafood* tanpa dan dengan modifikasi KOH dapat dilihat bahwa katalis CaO yang terbentuk ukurannya mencapai skala mikrometer dan mempunyai bentuk yang tidak seragam. Oleh karena akibat kalsinasi yang dilakukan pada temperatur 800°C sehingga bentuk katalis menjadi tidak beraturan. Pada CaO termodifikasi KOH menunjukkan partikel yang lebih homogen dengan pori-pori tertutupi bila dibandingkan dengan CaO tanpa modifikasi.

Komposisi penyusun CaO dari cangkang kepiting tanpa modifikasi tersaji pada data EDS (Gambar 3 a), yaitu C (11,90%), O (48,72%), Mg (5,55%), P (1,47%), dan Ca (32,36%). Dari

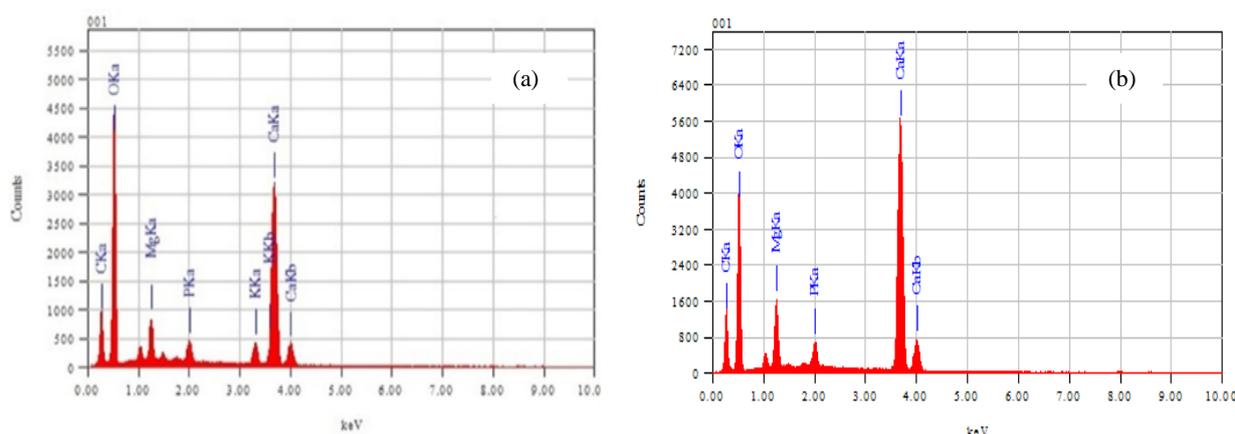
data EDS, cangkang kepiting setelah dikalsinasi mengandung 98% senyawa CaO. Artinya proses kalsinasi telah berjalan dengan baik, yaitu membentuk CaO yang relatif tinggi sehingga dapat digunakan sebagai katalis untuk pembuatan biodiesel. Sementara, hasil analisis EDS CaO dari cangkang kepiting termodifikasi KOH (Gambar 3b), dengan komposisi penyusun adalah C (10,14%), O (56,61%), Mg (3,27%), P (1,57%), K (2,71%), dan Ca (24,32%). Munculnya unsur K tersebut telah membuktikan bahwa impregnasi CaO dengan KOH telah berhasil dilakukan.

### Uji Kadar FFA

Asam lemak bebas merupakan produk hidrolisis trigliserida. Reaksi ini terjadi karena hadirnya molekul air. Reaksi ini tidak terjadi secara sederhana, akan tetapi bertahap dan dapat balik (*reversible*). Proses hidrolisis dapat dipercepat pada suhu tinggi. Reaksi ini menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai persen FFA minyak biji karet sebesar 10,43%. Nilai ini lebih besar dari hasil yang diperoleh oleh Silam (1998) dan Aliem (2008), yakni masing-masing sebesar 4,91 % dan 0,18 %.



Gambar 2. Hasil SEM katalis CK<sub>0</sub> (a) dan katalis CK<sub>5</sub> (b)



Gambar 3. Hasil EDS katalis CK<sub>0</sub> (a) dan katalis CK<sub>5</sub> (b)

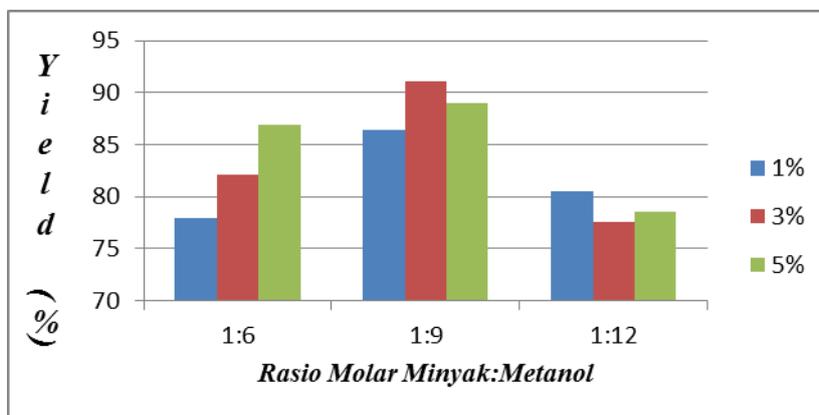
**Esterifikasi**

Proses esterifikasi dilakukan untuk menurunkan kandungan asam lemak bebas minyak biji karet dengan cara mengubah asam lemak bebas menjadi alkil ester dengan mereaksikan dengan alkohol. Proses ini menggunakan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1% b/b minyak biji karet serta campuran metanol dan minyak sebesar 6:1. Pada saat proses refluks, penambahan metanol dan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilakukan dalam kondisi dingin untuk menghindari terjadinya hidrolisis minyak. Reaksi yang dilakukan menggunakan perbandingan

metanol 6:1 untuk menggeser kesetimbangan ke arah produk sehingga biodiesel lebih mudah didapatkan. Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> digunakan sebagai katalis untuk mempercepat terjadinya reaksi, sedangkan metanol berfungsi untuk menyumbangkan gugus metil untuk membentuk metil ester menggantikan gugus hidrogen pada asam lemak. Dari proses ini didapatkan kadar asam lemak bebas sebesar 1,79%.

**Transesterifikasi dan Analisis Biodiesel**

Hasil uji aktivitas katalis dalam reaksi transesterifikasi minyak biji karet menjadi biodiesel ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil uji aktivitas katalis dalam pembuatan biodiesel

Berdasarkan Gambar 4. *yield* biodiesel tertinggi dihasilkan oleh katalis CK<sub>5</sub> pada konsentrasi katalis 3% (b/b) dengan *yield* 91,05% dengan rasio molar minyak:metanol yang optimum adalah 1:9. Abdulah *et al.* (2007), mengemukakan makin tinggi rasio minyak:metanol yang digunakan, maka proses pemisahan gliserol semakin sulit, karena terjadi peningkatan kelarutan gliserol di dalam metanol. Jika gliserol masih ada di dalam larutan, maka dapat menggeser kesetimbangan ke kiri, sehingga dapat menurunkan *yield* biodiesel. Biodiesel dengan *yield* tertinggi selanjutnya dianalisis kandungan metil esternya dengan GC-

MS untuk mengetahui keberhasilan reaksi pembuatan biodiesel.

Pemisahan senyawa dengan GC-MS menunjukkan 4 puncak kromatogram. Analisis dilakukan terhadap puncak-puncak dari kromatogram dengan *Mass Spectrometry* (MS). Hasil identifikasi puncak-puncak kromatogram berdasarkan data base pada Library ditampilkan dalam Tabel 3. Senyawa dengan puncak tertinggi yang muncul pada waktu retensi 42,758 dengan luas spektra 42,71% teridentifikasi sebagai metil linoleat, selanjutnya metil linolenat, metil stearat dan luas spektra terendah (7,74%) sebagai metil palmitat.

Tabel 3. Hasil identifikasi senyawa penyusun biodiesel dari minyak biji karet

Waktu retensi (menit)	Luas spektra (%)	Identifikasi senyawa
39,238	8,91	Metil stearat
42,758	42,71	Metil linoleat
42,903	40,64	Metil linolenat
43,259	7,74	Metil palmitat

### SIMPULAN

Modifikasi cangkang kepiting dengan KOH telah mampu meningkatkan sifat kebasahan dan jumlah situs aktif, sehingga mampu mengkonversi minyak biji karet menjadi

biodiesel dengan *yield* 91,05% pada konsentrasi katalis 3% dan rasio molar minyak:metanol adalah 1:9. Kandungan metil ester pada biodiesel yang dihasilkan, yaitu metil stearat, metil linoleat, metil linolenat, dan metil palmitat.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu Emmy Sahara, ibu Ni Komang Ariati dan bapak I Wayan Suirta serta kepada semua pihak atas saran dan masukannya dalam proses penyelesaian tulisan ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Athadasi, I. M., Aroua, M. K., Azis, A. A. R, and Sulaiman, N. M. N., 2013, The Effect of Catalyst in Biodiesel Production: A Review, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 19(1), 14-26  
Aliem, M. I., 2008, Optimasi Pengempaan Biji Karet dan Sifat Fisiko Kimia Minyak Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) untuk Penyamakan Kulit, *Skripsi*, Departemen Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

Bobade, S. N., dan Khyade, V. B., 2012, Detail study on the Properties of *Pongamia Pinnata* (Karanja) for the Production of Biofuel, *Research Journal of Chemical Sciences*, 2(7): 16-20  
Granados, M.L., Poves, M.D.Z., Alonso, D.M., Mariscal, R., Galisteo, F. C., Moreno-Tost, R, Santamaria, J., Fierro, J. L. G., 2007. Biodiesel from sunflower oil by using activated calcium oxide. *Appl. Catal. B Env.* 73, 317-326  
Guo, F., dan Fang, Z., 2011, Biodiesel Production with solid Catalysts, *Biodiesel Feedstocks and Processing Technologies*, 1-21  
Hindriyawati, N., Maniam, G. P., Karim, M. R., dan Chong, K. F. 2014. Tranesterification of used cooking oil over alkali metal (Li, Na, K) supported rice husk silica as potential solid base catalyst. *Engineering Science and*

- Technology, an International Journal*, 17(2), 95-103
- Istadi, 2011, *Teknologi Katalis untuk Konversi Energi: Fundamental dan Aplikasi, Edisi Pertama*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Knothe, G., van Gerpen, J., dan Krahl, J., 2005, *The Biodiesel Handbook*, AOCS Press. Champaign-Illionois
- Kumar, D. and Ali, A., 2012, Nanocrystalline K-CaO for the transesterification of a variety of feedstocks: Structure, kinetics and catalytic properties, *Biomass and bioenergy*, 46:459-468
- Kumar, D. and Ali, A., 2012, Nanocrystalline K-CaO for the transesterification of a variety of feedstocks: Structure, kinetics and catalytic properties, *Biomass and bioenergy*, 46:459-468
- Lam, M. K., Keat Teong Lee., dan A.R., Mohamed, 2010, Homogeneous, heterogenous and enzymatic catalysis for transesterification of high free fatty acid oil (waste cooking oil) to biodiesel: A review, *Biotechnology advances*, 28, 500-518
- Leung, D.Y.C., Wu, Xuan, Leung, M.K.H., 2010, A Review on Biodiesel Production Using Catalyzed Transesterification, *Aplied Energy* 87: 1083-1095
- Meher, L. C., Dharmagadda, V. S. S., dan Naik, S. N. 2006, Optimization of alkali-catalyzed Tranesterification of Pongamia pinnata oil for production of biodiesel. *Bioresource Technology*, 97, 1392-1397
- Niju, S., Begum, K. M. M. S. And Anantharaman, N., 2014, Enhancement of Biodiesel Synthesis Over Highly Active Cao Derived from Naturan White Bivalve Clam Shell, *Arabian Journal of Chemistry*, 1-7
- Silam. 1998. Ekstraksi Minyak Biji Kraet (Hevea brasiliensis) dengan Alat Pengempa Berulir (expeller) dan Karakteristik Mutu Minyaknya, *Skripsi*, Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Srivastava, A., and Prasad, R., 2000, Triglycerides based Diesel Fuel, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4, 111-133