

## PERBANDINGAN AKTIVITAS KATALIS CaO DARI CANGKANG KULIT TELUR DAN CaO KOMERSIL PADA TRANSESTERIFIKASI MINYAK GORENG BEKAS

**Bambang Poedjojono**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas WR. Supratman  
**bpoedjojono@gmail.com**

### Abstrak

*Jumlah cadangan minyak bumi yang semakin menipis dan isu harga minyak mentah yang tidak stabil mendorong berbagai pihak untuk mencari sumber energi alternatif diluar minyak bumi. Produksi biodiesel dari lemak nabati maupun hewani menjadi salah satu solusi yang dikembangkan, bahkan beberapa diantaranya telah diproduksi dalam skala besar (komersil). Persaingan harga jual energi alternatif menjadi salah satu pertimbangan untuk diproduksi dalam skala besar. Katalis merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan reaksi transesterifikasi, dimana harga jual katalis masih sangat mahal, akibatnya biaya produksi juga masih tinggi. Penelitian ini membandingkan katalis CaO dari cangkang kulit telur dan CaO komersil, yang diujikan pada transesterifikasi minyak goreng bekas. Kulit telur yang mengandung CaO cukup tinggi, dicuci bersih kemudian dikalsinasi pada 900°C selama 4 jam. Sedangkan minyak goreng bekas diambil dari salah satu rumah makan siap saji pada hari yang sama.*

**Kata kunci:** CaO, Green diesel, FFA dan Transesterifikasi

### 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi meningkat seiring peningkatan jumlah populasi dan perkembangan teknologi. Penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar menjadi sorotan berbagai pihak, yaitu kebergantungan dunia akan minyak bumi (crude fossil oil) (Asri dkk., 2015; Yacob dkk., 2009), jumlah minyak bumi yang semakin menipis (Russo, dkk., 2012) karena merupakan energi tidak terbarukan serta dampak negatif penggunaan minyak bumi terhadap lingkungan (Yacob dkk., 2009; Zabeti dkk., 2010; Kouzu dkk., 2012). Sementara itu konsumsi minyak goreng di Indonesia cukup tinggi mencapai lebih dari 4,7 juta ton pada tahun 2012 (Departemen Perindustrian, 2010), sedangkan limbah cangkang telur cukup melimpah di Indonesia. Komponen penyusun cangkang telur meliputi kalsium karbonat (94%), magnesium karbonat (1%), kalsium pospat (1%), dan bahan organik lainnya (4%). Berdasarkan struktur pori dan kandungan CaCO<sub>3</sub>, cangkang telur memberikan peluang untuk dikembangkan sebagai katalis heterogen. Pemanfaatan katalis ini diharapkan dapat memberikan solusi guna memperoleh studi kelayakan proses produksi *green diesel* yang efektif dan efisien serta mengurangi pencemaran lingkungan.

Tahun 2006 konsumsi minyak goreng 3,55 juta meningkat menjadi 4,66 juta ton pada tahun 2010. Pada umumnya minyak goreng digunakan untuk menggoreng dengan suhu 177-

221°C, untuk beberapa kali tahap penggorengan karena dianggap lebih ekonomis. Penggunaan minyak yang sama secara terus menerus akan menyebabkan perubahan fisik dan kimia pada minyak. Beberapa perubahan fisik pada minyak goreng bekas pakai yang dapat diamati secara langsung yaitu kenaikan viskositas, kenaikan *specific heat*, perubahan tegangan permukaan dan perubahan warna (Lam dkk., 2010). Minyak goreng bekas ini dapat menyebabkan terganggunya kualitas tanah dan air yang mengakibatkan terganggunya komunitas biota darat dan perairan. Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan *green diesel* merupakan langkah strategis untuk mengatasi permasalahan limbah dan krisis energi.

Sementara itu, konsumsi telur di Indonesia cukup besar. Tahun 2009 mencapai 566 juta ton/tahun (Dinaskeswan, 2010). Cangkang telur memiliki massa 10% dari total masa telur (Stadelman dkk., 2000). Komponen penyusun cangkang telur meliputi kalsium karbonat (94%), magnesium karbonat (1%), kalsium fosfat (1%), dan bahan organik lainnya (4%) (Stadelman, 2000).

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah untuk mengatasi masalah krisis energi dan meminimalisasi biaya produksi. CaO sebagai katalis pada transesterifikasi minyak goreng bekas menjadi fokus perhatian. Reaksi transesterifikasi dengan CaO sebagai katalis merupakan katalis heterogen, sehingga hanya membutuhkan energi yang sangat kecil serta dapat di gunakan kembali (*re-used catalyst*) (Atadshi dkk., 2013). Logam oksida alkali merupakan katalis dengan tingkat kekuatan basa yang relatif tinggi diantara logam alkali oksida. Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan penelitian menggunakan CaO sebagai katalis, baik dari sintesis mauoun komersil.

Nakatani dkk. (2009), menggunakan katalis CaO yang diperoleh dari limbah cangkang kerang pada proses transesterifikasi minyak kedelai menunjukkan kemampuan aktivitas katalis yang tinggi, yield *green diesel* mencapai 95 %, Selain itu Boey dkk (2009), menyatakan bahwa cangkang kepiting dan cangkang telur dapat digunakan sebagai katalis murah untuk memproduksi *green diesel* serta sebagai pengganti katalis sintetis. Granados dkk (2007) menggunakan kalsium oksida komersil pada transesterifikasi minyak bunga matahari untuk meneliti pengaruh air dan karbondioksida pada penurunan unjuk kerja katalis yang telah berkontak dengan udara dalam periode waktu yang berbeda. Disarankan untuk menghindari penurunan aktivitas katalis, maka sebelum digunakan untuk reaksi transesterifikasi maka katalis harus direkalsinasi pada suhu 700°C.

Penelitian ini melakukan perbandingan aktivitas dari katalis CaO, yang disintesis dari kulit cangkang telur dan yang dijual secara umum di toko kimia. Uji aktivitas katalis dilakukan untuk transesterifikasi minyak goreng bekas. Sebagai variabel yang tidak berubah, minyak goreng bekas yang digunakan berasal dari sumber yang sama, dalam satu proses penggorengan dan treatment dilakukan pada hari yang sama.

## 2. METODE PENULISAN

### 2.1 Pemurnian Minyak Goreng Bekas

Pemurnian minyak goreng bertujuan untuk mengurangi *impurities* dan menurunkan kadar FFA, yang berpengaruh pada reaksi transesterifikasi. Proses pemurnian minyak goreng bekas dilakukan melalui proses adsorpsi menggunakan sabut kelapa sebagai adsorbent. Sabut kelapa yang telah dikeringkan selanjutnya di hancurkan hingga berukuran 80 dan 100 mesh. Memasukkan sabut kelapa dengan berbagai variabel (5,5, 6, 6,5, 7, dan 7,5) ke dalam minyak goreng bekas yang telah di panaskan pada suhu 80 °C, selanjutnya dilakukan pengadukan selama 1,5 jam dan diakhir proses dilakukan penyaringan.

## 2.2 Pembuatan katalis CaO

Kulit telur dicuci dan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 110 °C selama 24 jam dan diperkecil kulit telur dengan ukuran 200 mesh. Selanjutnya dilanjutkan dengan proses kalsinasi di dalam *furnace* suhu 900 °C selama 4 jam dengan dialiri udara.

Katalis CaO yang terbentuk di karakterisasi dengan menggunakan *X-ray diffraction* (XRD) untuk melihat kemurnian dari katalis CaO, luas permukaan katalis, volume pori dan diameter pori di uji dengan menggunakan metode Brunauer-Emmett-Teller (BET) dan morfologi katalis di uji dengan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM).

## 2.3 Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas menjadi Green Diesel

Mencampurkan katalis (3, 4, 5, 6, 7 % dari berta minyak) dengan metanol. Selanjutnya memasukkan campuran tersebut kedalam minyak goreng bekas yang telah di *pre-treatment* (ratio minyak/metanol 1:18) dan dilakukan pengadukan serta pemanasan pada suhu 65 °C dengan berbagai waktu reaksi (2, 3, 4, 5, 6, 7 jam). Setelah proses berakhir maka produk dipisahkan dari katalis menggunakan centrifuge 50 RPM selama 3 menit. Produk cair dari centrifuge selanjutnya dipisahkan kembali menggunakan centrifuge. Produk cair tersebut membenruk 2 lapisan, lapisan bagian bawah adalah gliserol sedangkan lapisan bagian atas adalah metil ester.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

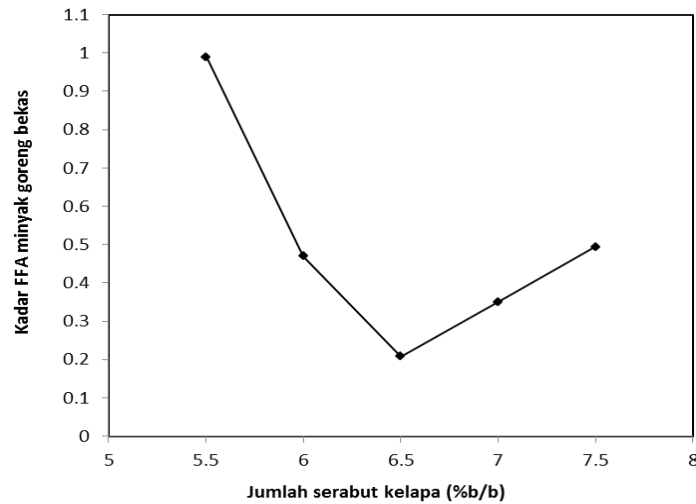
Sebelum dilakukan transesterifikasi, minyak goreng bekas dilakukan treatment dan analisa. Minyak goreng bekas diperoleh dari salah satu rumah makan siap saji, dengan rata-rata temperatur penggorengan mencapai lebih dari 180°C, berwarna hitam pekat dan jumlah padatan terkumpul pada bagian dasar minyak. Analisa FFA dilakukan dengan metode titrasi NaOH. Hasil uji FFA minyak goreng bekas sebelum proses pemurnian mencapai 4,4946%

Minyak goreng bekas secara normal berwarna hitam pekat dan jumlah padatan

Minyak goreng bekas dianalisa FFA dengan menggunakan NaOH dengan konsentrasi 0,01 N dengan metode titrasi. Hasil perhitungan FFA didapatkan bahwa kadar FFA untuk minyak goreng bekas sebelum dilakukan treatment adalah 2,82%. Penelitian ini mengembangkan studi penelitian yang dilakukan untuk menurunkan kadar FFA.

### 3.1 Pemurnian Minyak Goreng Bekas

Minyak goreng bekas memiliki kadar FFA yang cukup tinggi, sehingga sebelum digunakan sebagai bahan baku pembuatan *Green Diesel* perlu dilakukan pemurnian terlebih dahulu untuk mengurangi kadar FFA. Pada proses transesterifikasi, kadar FFA bahan baku yang diijinkan adalah < 2%, hal ini dikarenakan kandungan asam lemak bebas cukup besar dapat memicu terjadinya reaksi samping yaitu reaksi saponifikasi atau reaksi penyabunan. Hasil uji FFA sebelum proses pemurnian 4,4946%. Setelah dilakukan proses pemurnian dengan pemanfaatan serabut kelapa, kadar FFA minyak goreng bekas mengalami penurunan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

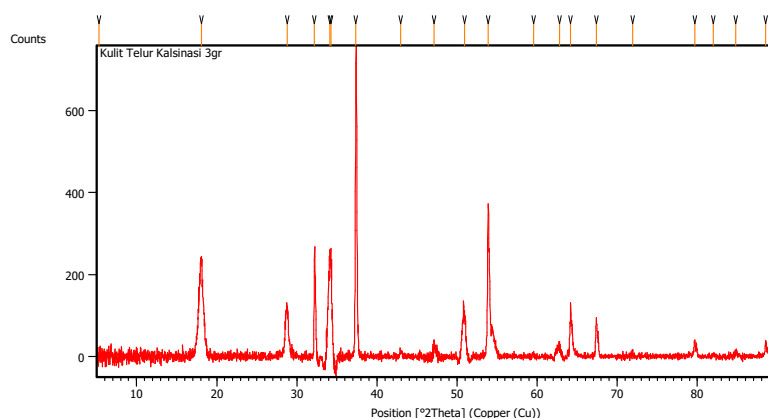


Gambar 1. Hasil analisa FFA minyak goreng bekas setelah dilakukan treatment dengan menggunakan serabut kelapa

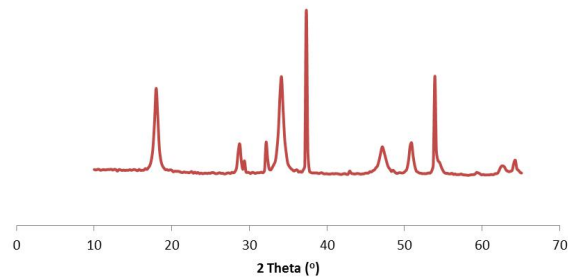
Gambar 1 menunjukkan % FFA dengan jumlah sabut kelapa sebesar 5,5% - 6% berat mengalami penurunan secara signifikan dan mencapai titik maksimum pada penambahan 5. Sedangkan dengan penambahan sabut kelapa sebesar 7% dan 7,5% justru terjadi kenaikan %FFA dari 0,3510 menjadi 0,4941. Hal ini dikarenakan jumlah sabut kelapa yang digunakan terlalu banyak sehingga menimbulkan viscositas tinggi, sehingga menghambat proses *pre-treatment*. Berdasarkan hasil penelitian ini, maka pada tahap selanjutnya digunakan sabut kelapa sebesar 6,5% untuk proses treatment minyak goreng bekas. Pemurnian pada minyak goreng bekas menggunakan 7.5 % serabut kelapa mampu menurunkan kadar FFA menjadi 0.31% (Asri dkk.,2015).

### 3.2 Hasil Analisa XRD Katalis CaO

Langkah berikutnya dalam penelitian ini adalah melakukan analisa karakteristik katalis CaO baik yang disintesa dari kulit telur maupun komersil.



Gambar 2. Hasil analisa XRD katalis CaO yang disintesa dari kulit telur



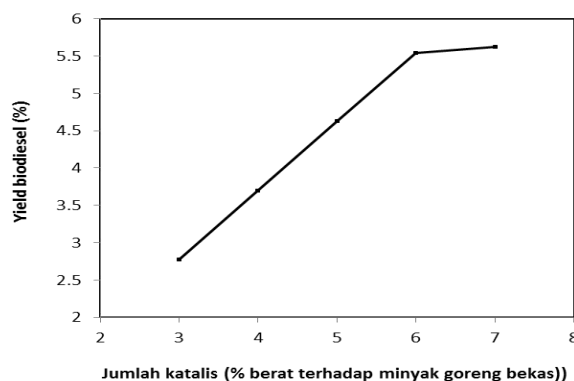
Gambar 3. Hasil analisa XRD katalis CaO komersil

Padatan hasil kalsinasi dikarakterisasi dengan metode difraksi sinar-X (XRD) untuk mengetahui struktur kristal dari padatan.

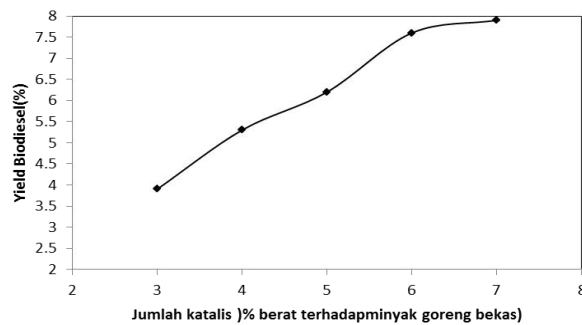
Gambar 2 menunjukkan bahwa puncak karakteristik dari CaO di  $2\theta$  muncul pada posisi 18.0664°, 28.7696°, 32.2048°, 34.0974°, 37.3659°, 50.9048°, 53.8706°, 64.1474°, 67.3793°. Hal ini membuktikan bahwa sampel katalis yang dikalsinasi pada suhu 800-1000°C menunjukkan puncak yang jelas dan tajam dari fase kristal CaO. Sedangkan Gambar 3 menunjukkan difraktogram katalis Cao komersial, dimana fase Kristal CaO muncul pada susut  $2\theta = 18^\circ, 23^\circ, 28^\circ, 31^\circ, 34^\circ, 51^\circ$ . Adanya senyawa CaO pada katalis mengindikasikan bahwa katalis memiliki sisi aktif yang sangat berpengaruh pada proses transesterifikasi.

### 3.3 Perbandingan Aktivitas Katalis CaO Hasil Sintesa dan CaO Komersil

Katalis CaO dari sintesa kulit telur dan komersil pasti memiliki aktivitas yang berbeda. Untuk mempelajari perbandingan aktivitas kedua katalis tersebut, dilakukan uji aktivitas pada reaksi transesterifikasi minyak goreng bekas, pada temperatur reaksi 65°C selama 1 jam dan perbandingan molar minyak goreng bekas – methanol 1:15 dengan variabel %berat katalis terhadap minyak goreng bekas, secara berturut-turut yaitu 3, 4, 5, 6 dan 7%.



Gambar 4. Yield biodiesel terhadap penambahan jumlah katalis dengan katalis CaO dari sintesa Kulit Telur



Gambar 5. Yield biodiesel terhadap penambahan jumlah katalis dengan katalis CaO komersil

Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa penambahan jumlah katalis diikuti dengan kenaikan yield biodiesel. Pada penambahan jumlah katalis CaO dari sintesa kulit telur dengan 3% sampai dengan 6% mengalami kenaikan yield biodiesel cukup signifikan. Penambahan 6% berat katalis menghasilkan yield biodiesel sebesar 5,54% yield biodiesel. Tetapi penambahan katalis 6% ke 7% tidak memberikan dampak kenaikan yang signifikan terhadap yield biodiesel. Sedangkan Gambar 5 menunjukkan yield biodiesel yang terbentuk pada awal penamabahan 3% katalis CaO komersil mencapai 3,9% lebih tinggi bila dibandingkan dengan katalis hasil sintesa yang hanya mencapai 2,78. Kenaikan yield biodiesel bertambah seiring dengan penambahan katalis CaO komersil. Pada penambahan katalis 6% yield biodiesel mencapai 7,6% dan 7% katalis menghasilkan yield biodiesel sebesar 7,9%. Penggunaan katalis CaO komersil menghasilkan yield biodiesel yang lebih tinggi dari CaO hasil sintesa. Hal ini dipengaruhi oleh komposisi serta *impurities* katalis.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan sabut kelapa sebanyak 6,5% terhadap berat minyak goreng bekas yang di-*treatment* mampu menurunkan kadar FFA menjadi 0,2079%. Sedangkan hasil analisa XRD, katalis CaO komersil memiliki puncak aktif lebih banyak dibanding dengan katalis Cao dari sitesa kulit telur. Hal ini mempengaruhi aktivitas katalis, dimana dengan kondisi proses yang sama 6% katalis CaO dari hasil sintes kulit telur menghasilkan yield biodiesel sebesar 5,54% sedangkan katalis komersil menghasilkan yield biodiesel sebesar 7,6%. Perbedaan itu dipengaruhi oleh komposisi dan kandungan *impurities* dari katalis.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Asri, N.P., Puspitasari, D.A., Poedjojono, B., Suprpto., (2015), Pre-Treatment of Waste Frying Oil for Biodiesel Production, *Journal of Modern Applied Science*, 9, (7), pp. 99-106.

Yacob, A.R., Mustajab, M.K.A., Samadi, N.S. (2009). "Calcination temperature of nano MgO effect on base transesterification of palm oil". *World Academy of Science, Engineering and Technology* 56: 408-412.

Russoa, D., Dassisti, M., Lawlorb, V., Olabib, A.G. (2012), "State of the art of biofuels from pure plant oil", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 4056– 4070.

Zabeti, M., Daud, W.H.A.W., Aroua, M.K. (2010), "Biodiesel production using alumina supported calcium oxide: An optimization study", *Fuel Processing Technology*, 91, 243-248.

Kouzu, M., Kasuno, T., Tajika, M., Sugimoto, Y., Yamanaka, S., Hidaka, J. (2008), "Calcium oxide as a solid base catalyst for transesterification of soybean oil and its application to biodiesel production", *Fuel*, 87, 2798-806.

Lam, M.K., Lee, K.T., Mohamed, A.R. (2010), "Homogeneous, Heterogeneous and enzymatic catalysis for transesterification of high free fatty acid oil (waste cooking oil) to biodiesel: A review", *Biotechnology advances*, 28, 500-518

Stadelman, W.J., 2000. Eggs and egg products. In: Francis, F.J. (Ed.), *Encyclopedia of Food Science and Technology*, second ed. John Wiley and Sons, New York, pp. 593–599.

Nakatani, N., Takamori, H., Takeda, K., Sukugawa, H., (2009), Transesterification of Soybean Oil using Combusted Oyster Catalyst Shell Waste as a Catalyst., *Journal of Bioresource Technology*, 100, pp. 1510-1513.

Granados, M.L., Poves, M.D.Z., Alonso, D.M., Mariscal, R., Galisteo, F.C., Moreno-Tost, R., Santamaría, J., Fierro, J.L.G. (2007), "Biodiesel from sunflower oil by using activated calcium oxide", *Applied Catalysis B: Environmental*, 73, 317-326.