



## Potensi Kerang sebagai Katalis Untuk Pembuatan Biodiesel

Sri Puji Lestari\* dan Hadiyanto

Program studi Teknik Kimia, FT, UNDIP Kampus Tembalang  
Jl. Prof. Sudarto Semarang 50275

\*E-mail: poeji.eng@gmail.com

### Abstract

Kebutuhan katalis heterogen saat ini sangat diperlukan mengingat kemudahan akan pemisahannya dengan produk. Katalis heterogen CaO/abu layang merupakan katalis yang dapat digunakan untuk reaksi transesterifikasi pada produksi biodiesel. Katalis ini dihasilkan dari limbah cangkang kerang *Anadara granosa* dan *Paphia textile*. Limbah cangkang kerang dimanfaatkan sebagai sumber kalsium karbonat untuk menghasilkan senyawa CaO. Pemanfaatan limbah cangkang kerang dan PLTU untuk katalis CaO/abu layang diharapkan dapat mengurangi biaya produksi biodiesel dan meningkatkan sifat reusable katalis. Abu layang merupakan garam anorganik dengan kandungan  $Al_2O_3$  dan  $SiO_2$  yang tinggi dapat digunakan sebagai bahan pengemban katalis. Dekomposisi kalsium karbonat dari cangkang kerang yang telah dihaluskan dilakukan dengan cara kalsinasi pada temperatur  $800^\circ C$  selama 3 jam untuk menghasilkan CaO. CaO dilarutkan dalam aquades untuk mendapatkan larutan  $Ca(OH)_2$ .  $Ca(OH)_2$  merupakan senyawa aktif dari katalis CaO/abu layang yang dipreparasi dengan metode impregnasi dengan CaO loading 45% pada temperatur  $70^\circ C$  selama 4 jam dan dikalsinasi pada temperatur  $800^\circ C$  selama 2 jam. Katalis CaO/Abu layang dikarakterisasi dengan XRD dan SEM. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan puncak CaO, sedangkan hasil SEM menunjukkan adanya aglomerasi logam oksida yang terbentuk. Uji aktivitas katalis menghasilkan yield biodiesel sebesar 93% dan 88% untuk sumber CaO *Paphia textile* dan *Anadara granosa*.

**Keyword:** Katalis heterogen, CaO/abu layang, reaksi transesterifikasi

### Pendahuluan

Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif yang dapat diproduksi dari sumber bahan alam yang dapat diperbaharui. Biodiesel dihasilkan dari reaksi transesterifikasi dari minyak atau lemak. Proses konvensional produksi biodiesel dengan katalis homogen sekarang ini mulai ditinggalkan karena pemisahan dengan produk yang sulit. Pemisahan katalis homogen menghasilkan limbah dari proses pencucian yang berulang untuk memisahkan produk. Katalis heterogen dapat mengatasi masalah tersebut. Pemisahan katalis heterogen relatif lebih mudah dengan filtrasi dan berpotensi dapat digunakan kembali.

Kebutuhan katalis heterogen saat ini sangat diperlukan mengingat kemudahan akan pemisahannya dengan produk. Beberapa katalis heterogen yang dapat digunakan dalam produksi biodiesel salah satunya adalah CaO. CaO dapat dihasilkan dari dekomposisi  $CaCO_3$  atau  $Ca(OH)_2$ . Selain itu terdapat beberapa limbah seperti kulit telur, kulit kerang/hewan lunak dan tulang (Viriya-empikul *et al.*, 2010). Pemanfaatan limbah kulit kerang dan telur sebagai sumber CaO menjadi hal yang menarik. Viriya-empikul *et al.* (2010) mensintesis biodiesel dengan katalis dari kulit kerang dan telur, dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa kulit kerang dan telur aktif untuk sintesis biodiesel. Rezaei *et al.* (2013) memproduksi biodiesel dengan katalis kulit kerang (mussle) dan menghasilkan biodiesel 94,1 %. Pada Boey *et al.* (2009) dan Correia *et al.* (2014) sumber CaO didapatkan dari dekomposisi kulit kepiting dan telur. Yield biodiesel yang dihasilkan 83,1 % dan 97,75% untuk kulit kepiting dan telur. Jaiyen *et al.* (2015) membandingkan antara batuan dolomit dan kulit kerang laut sebagai sumber katalis heterogennya. Dari penelitian tersebut menghasilkan yield biodiesel 98,6 % dan 99,1 %.

Pemanfaatan kulit kerang sebagai sumber CaO dan abu layang sebagai bahan pengemban untuk katalis heterogen dapat mengurangi biaya produksi biodiesel dan dapat mengurangi keberadaan limbah kulit kerang dan abu layang. Abu layang merupakan limbah anorganik yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada pembangkit listrik tenaga uap. Pemanfaatan abu layang yang masih sangat sedikit dapat menimbulkan masalah lingkungan tersendiri. Selama ini pemanfaatan abu layang hanya digunakan pada industri semen dan beton. Kandungan  $SiO_2$  dan  $Al_2O_3$  yang tinggi pada abu layang merupakan potensi untuk diaplikasikan sebagai material pengemban katalis yang murah karena berasal dari limbah.

Jain *et al.* (2010) memanfaatkan abu layang sebagai material pengemban untuk CaO yang digunakan pada reaksi kondensasi Knoevenagel. Ho *et al.* (2014) katalis CaO/abu layang dari *palm oil mill* digunakan sebagai katalis



heterogen pada produksi biodiesel dan menghasilkan biodiesel sebesar 75%. Pada penelitian tersebut CaO dihasilkan dari dekomposisi  $\text{CaCO}_3$  pa yang dapat meningkatkan biaya produksi biodiesel. Chakraborty *et al.* (2010) CaO dihasilkan dari limbah kulit telur dan menghasilkan biodiesel sebesar 96,99%. Pada penelitian ini CaO dihasilkan dari kulit kerang darah (*Anadara granosa*) dan kerang batik (*Paphia textile*), dan diimbangkan pada abu layang dengan metode impregnasi. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat katalis heterogen CaO/abu layang dari limbah kulit kerang dan abu layang batubara.

## Metodologi

### A. Preparasi CaO dari Kulit Kerang Darah dan Batik

Preparasi CaO dari kulit kerang berdasarkan pada penelitian Farooq *et al.* (2015) dan Jaiyen *et al.* (2015). Kulit kerang dicuci dengan air mengalir dan dikeringkan dalam oven dengan temperatur  $110^\circ\text{C}$  selama 6 jam. Kulit kerang yang telah kering dihaluskan dengan mortar. Serbuk yang dihasilkan diayak dengan ukuran  $200\ \mu\text{m}$  dan dikalsinasi dengan muffle furnace pada temperatur  $800^\circ\text{C}$  selama 3 jam.

### B. Preparasi Abu Layang

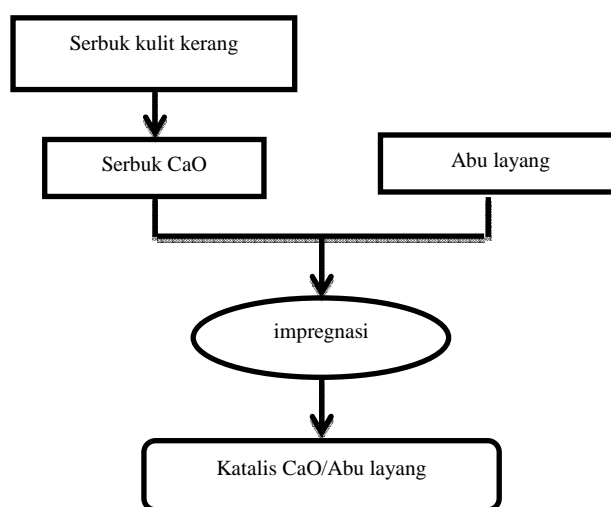
Preparasi abu layang berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Ho *et al.* (2014). Abu layang diayak dan dicuci dengan air panas selama 30 menit dalam beaker gelas dan dilakukan pengadukan. Kemudian dipisahkan dengan penyaringan dan dikeringkan dalam oven pada temperatur  $105^\circ\text{C}$  selama 10 jam.

### C. Sintesis Katalis CaO/Abu Layang dengan Metode Impregnasi

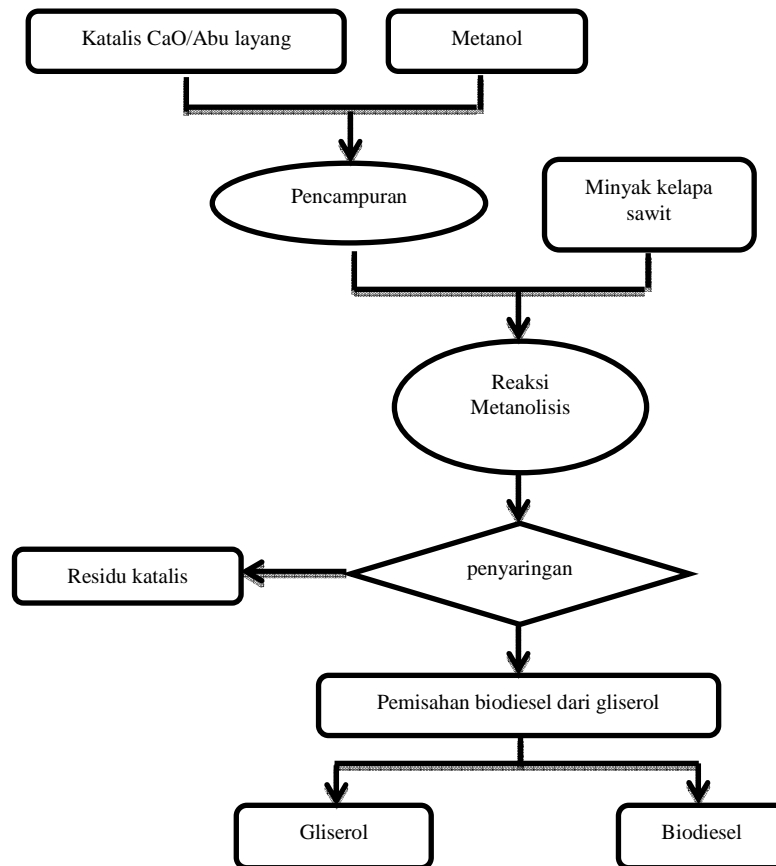
Sintesis katalis pada penelitian ini menggunakan metode impregnasi seperti yang dilakukan pada Ho *et al.* (2014). Katalis CaO/abu layang 45% disintesis dengan melarutkan 13,5 gram CaO pada 200 ml aquades dalam labu leher tiga yang telah terpasang pendingin dan pengaduk magnet dan diaduk dengan kecepatan 700 rpm. Larutan dipanaskan pada temperatur  $70^\circ\text{C}$ . Secara perlahan 16,5 gram abu layang batubara dimasukkan ke dalam labu leher tiga, homogenkan selama 4 jam. Untuk memastikan bahwa  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  menempel pada abu layang, sampel diendapkan selama 12 jam. Air yang terdapat pada sampel diuapkan dengan menggunakan oven pada temperatur  $105^\circ\text{C}$  selama 12 jam. Kalsinasi katalis pada temperatur  $800^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Diagram alir sintesis katalis dapat dilihat pada Gambar 1.

### D. Aktifitas Katalis pada Reaksi Transesterifikasi

Uji aktivitas katalis dilakukan seperti pada Ho *et al.* 2014 dan Abdullah *et al.* 2007 dapat dilihat pada Gambar 2. Reaksi transesterifikasi diawali dengan memanaskan minyak kelapa sawit terlebih dahulu pada temperatur  $65^\circ\text{C}$ . Pada alat yang berbeda katalis 6% (b/b masa minyak) ditambahkan metanol pada  $40^\circ\text{C}$  dengan pengadukan 500 rpm selama 5 menit. Katalis-metanol dimasukkan perlahan – lahan ke dalam reaktor. Reaksi dilakukan pada kondisi rasio molar 12:1 (metanol:minyak), temperatur  $60^\circ\text{C}$  dan pengadukan 700 rpm selama 2 jam. Setelah 2 jam reaksi, katalis disaring vacum dan kemudian campuran biodiesel, sisa reaktan dan air dimasukkan ke dalam corong pisah. Dekantasi sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas adalah biodiesel dan lapisan bawah merupakan gliserol. Sisa metanol dipisahkan dengan distilasi dengan temperatur  $70^\circ\text{C}$ . Biodiesel di oven pada temperatur  $100^\circ\text{C}$  selama 1 jam untuk menghilangkan kandungan airnya.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan katalis CaO/abu layang



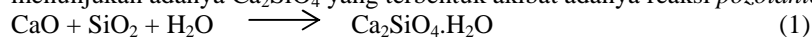
Gambar 2. Diagram alir pembuatan biodiesel melalui reaksi transesterifikasi

## Hasil dan Pembahasan

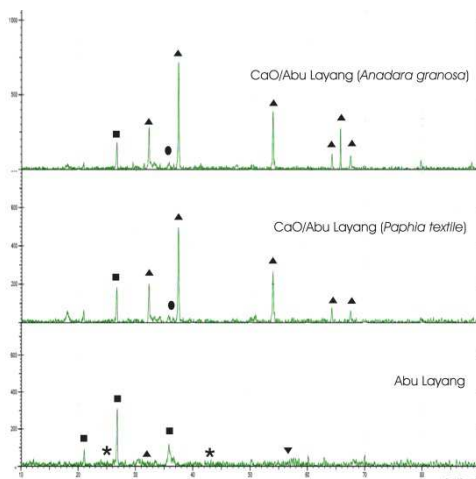
### A. Preparasi Katalis CaO/Abu Layang dan Karakterisasi

Analisis difraksi sinar X dilakukan menggunakan alat XRD merk Shimadzu di Lab. Terpadu Universitas Diponegoro menggunakan radiasi dari tabung target Cu, tegangan 30,0 kV, arus 30,0 mA dan rentang 10,000 – 90,000 derajat. Identifikasi hasil difraksi sinar X dengan mencocokkan data puncak dengan JSPDS. Hasil karakterisasi dari abu layang batubara PLTU Paiton menunjukkan bahwa SiO<sub>2</sub> berada pada fase kristal yang ditunjukkan adanya puncak pada 2θ = 21,0°; 26,7°; 35,8°. Sedangkan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada fase amorf. Komponen tersebut merupakan material oksida yang pada umumnya digunakan sebagai bahan pengemban katalis.

CaO dihasilkan dari dekomposisi kulit kerang pada temperatur 800°C selama 2 jam. Dari hasil dekomposisi tersebut dihasilkan CaO 52% dan 66,67% untuk *Paphia textile* dan *Anadara granosa*. Padatan CaO hasil dekomposisi pada temperatur tinggi tersebut diimpregnasi pada permukaan abu layang dengan prosen berat CaO sebesar 45%. Dari sintesis katalis tersebut dihasilkan katalis CaO/abu layang *P textile* dan CaO/abu layang *A.granosa*. Hasil karakterisasi XRD untuk kedua katalis tersebut terlihat pada Gambar 3. Hasil karakterisasi XRD katalis CaO/abu layang menunjukkan bahwa kristal CaO mendominasi ditunjukkan pada 2θ = 32,2° ; 37,4°; 53,8°; 64,1°; 67,3°; dan 79,6°. Pada difraktogram juga terdapat puncak pada 2θ 26,6° yang merupakan SiO<sub>2</sub> (kuarsa) yang merupakan komposisi utama dari abu layang. Pada 2θ 20,8° di kedua difraktogram katalis yang dihasilkan menunjukkan adanya Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> yang terbentuk akibat adanya reaksi *pozolanic* antara CaO dan SiO<sub>2</sub> pada pelarut air.

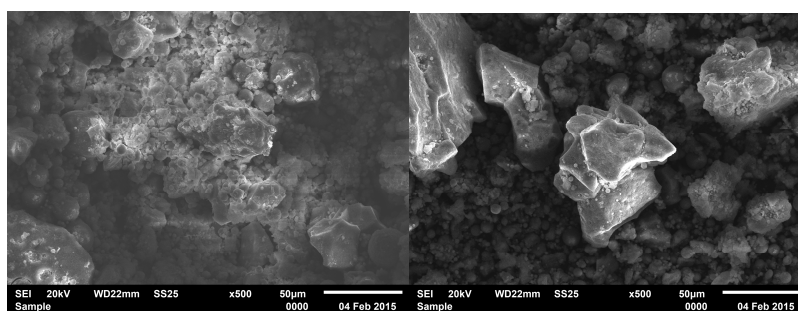


Pada kalsinasi temperatur 800°C terbentuk Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> dari Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O. Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> yang terbentuk dapat menyumbangkan sifat basa karena adanya ikatan Si-O-Ca (Chakraborty *et al.* 2010).



Gambar 3. Difraktogram XRD [ $\text{SiO}_2$  (■)  $\text{CaO}$  (▲)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (★)  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  (●)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (▼)]

Hasil karakterisasi SEM pada katalis CaO/abu layang *P.textile* dan *A.granosa* dapat dilihat pada gambar 4. Dari hasil tersebut sebaran ukuran molekul tidak merata dan bentuk yang tidak teratur. Struktur gumpalan atau aglomerasi ini menunjukkan adanya logam oksida yang terbentuk pada perlakuan panas katalis.



Gambar 4. Foto SEM katalis CaO/abu layang (a) *P.textile* (b) *A.granosa*

#### B. Aktifitas Katalis pada Reaksi Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi dilakukan pada temperatur  $60^\circ\text{C}$  selama 120 menit, rasio mol metanol dengan minyak 12:1 dan jumlah katalis 5% (b/b) dari masa minyak. Transesterifikasi dengan katalis CaO/abu layang dari *P.textile* menghasilkan yield biodiesel sebesar 93 %, sedangkan dengan katalis CaO/abu layang dari *A.granosa* menghasilkan yield yang lebih sedikit yaitu 88%. Uji aktivitas katalis CaO/abu layang yang dihasilkan dari limbah menunjukkan bahwa katalis tersebut aktif dalam reaksi transesterifikasi sintesis biodiesel. Dibandingkan dengan katalis CaO tanpa pemberian menunjukkan bahwa hasil dari CaO/abu layang memiliki aktivitas katalitik lebih tinggi (Tabel 1). Dengan menggunakan limbah sebagai katalis diharapkan dapat mengurangi biaya pada produksi biodiesel.

Penelitian	Katalis CaO	Minyak	Suhu	Waktu	%katalis	Rasio	%Yield
Birla <i>et al.</i> (2012)	Snail shell	Soybean oil	$60^\circ\text{C}$	7 jam	2	6,03:1	87,58
Buasri <i>et al.</i> (2014)	Scallop shell	Palm oil	$65^\circ\text{C}$	3 jam	10	9:1	95,44
Reazai <i>et al.</i> (2015)	Mussel shell	Soybean oil	$60^\circ\text{C}$	8 jam	12	24:1	94,10
Viriya-empikul <i>et al.</i> (2010)	Meretrix venus shell Golden apple snail shell	Palm olein oil	$60^\circ\text{C}$	2 jam	10	18:1	92,3 93,2

#### Kesimpulan

Metode impregnasi dapat digunakan pada sintesis katalis heterogen CaO/abu layang. Kulit kerang dapat digunakan sebagai sumber CaO yang dihasilkan dari dekomposisi pada temperatur  $800^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Uji aktifitas katalis menunjukkan bahwa katalis CaO/abu layang aktif untuk reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel. Limbah industri seperti kulit kerang dan abu layang batubara dapat dikembangkan sebagai *low-cost* katalis pada pembuatan biodiesel.



## Daftar Pustaka

- Abdullah, Rodiansono, Wijaya A., 2007, Optimasi Perbandingan Mol Metanol/Minyak Sawit dan Volume Pelarut pada Pembuatan Biodiesel Menggunakan Petroleum Benzin, *Sains dan Terapan Kimia*, 1, 2, 76-82.
- Chakraborty R., Bepasari S., Banejee A., 2010, Transesterification of Soybean Oil Catalyzed by Fly Ash and Egg Shell Derived Solid Catalysts, *Chemical Engineering Journal*, 165, 789-805.
- Correia L.M., Saboya R.M.A., Campelo N., Cecilia J.A., Rodriguez-castellon E., Cavalcante Jr.C.L., Viera R.S., 2014, Characterization of Calcium Oxide Catalysts from Natural Sources and Their Application in the Transesterification Sunflower Oil, *Bioresource Technology*, 151, 207-213.
- Farooq M., Ramli A., Naeem A., 2015, Biodiesel Production from Low FFA Waste Cooking Oil Using Heterogeneous Catalyst Derivide from Chicken Bones, *Renewable Energy*, 76, 362-368.
- Ho W.W.S., Kiat Ng H., Gan S., Tan S.H., 2014, Evaluation of Palm Oil Mill Fly Ash Supported Calcium Oxide as a Heterogeneous Base Catalyst in Biodiesel Synthesis from Crude Palm Oil, *Energy Conversion and Management*, 88, 1167-1178.
- Jain D., Khatri C., Rani A., 2011, Synthesis and Characterization of Novel Solid Base Catalyst from Fly Ash, *Fuel*, 90, 2083-2088.
- Jaiyen S., Naree T., Ngamcharussrivichai C., 2015, Comparative Study of Natural Dolomitic Rock and Waste Mixed Seashells as Heterogeneous Catalyst for the Methanolysis Palm Oil to Biodiesel, *Renewable Energy*, 74, 433-440.
- Rezaei R., Mohadesi M., Moradi G.R., 2013, Optimization of Biodiesel Production Using Waste Mussle Shell Catalyst, *Fuel*, 109, 543-541.
- Viriya-empikul N., Krasesa P., Puttasawat B., Yoosuk B., Chollacoop N., Faungnawakij K., 2010, Waste Shell of Mollusk and Egg as Biodiesel Production Catalysts. *Bioresource Technology*, 101, 3765-3767.





## Lembar Tanya Jawab

**Moderator : Yunus Tonapa Sarungu (Politeknik Negeri Bandung)**

**Notulen : Sri Wahyu Murni (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Ainun Farah (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Apa keunggulan kerang sebagai bahan katalis?  
Jawaban :
  - Cangkang kerang dan abu layang merupakan limbah sehingga diharapkan dapat mereduksi limbah yang ada.
  - Cangkang kerang adalah limbah yang berharga murah, cangkang kerang sebagai sumber CaO, dapat mereduksi cost katalis. (secara ekonomi lebih murah)
2. Penanya : Andri Perdana (Tenik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan :
  - Yield maksimum pada percobaan anda 93%, bagaimana memaksimalkannya?
  - Bagaimana kajian ekonominya?Jawaban :
  - Kajian proses sedang dilakukan untuk memaksimalkan yield.
  - Kajian ekonomi belum dilakukan.

