

JURNAL REVIEW : TRANSESTERIFIKASI MINYAK KELAPA SAWIT PADA PRODUKSI BIODIESEL DENGAN KATALIS HETEROGEN CaO

JOURNAL REVIEW : TRANSESTERIFICATION OF CRUDE PALM OIL IN BIODIESEL PRODUCTION WITH CaO HETEROGENEOUES CATALYSTS

Fikka Ruhaiya¹, Hafifah Choirun Nisa², Muhammad Hafidh³, Eka Kurniasih^{4*}

^{1,2,3} Mahasiswa, Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Politeknik Negeri Lhokseumawe

^{4*} Dosen, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Lhokseumawe

e-mail : ekakurniasih092@gmail.com

ABSTRAK

Pembuatan biodiesel dengan menggunakan katalis heterogen sangat efektif karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan katalis homogen. Transesterifikasi minyak kelapa sawit dengan metanol menjadi metil ester asam lemak dapat dilakukan menggunakan berbagai katalis heterogen. Dari tinjauan pustaka yang telah dilakukan, terbukti bahwa minyak kelapa sawit lebih efisien untuk menghasilkan yield biodiesel tinggi. CaO merupakan katalis heterogen yang baik, namun aplikasi langsung CaO sebagai katalis transesterifikasi dinilai kurang maksimal karena selektifitas katalis kurang selektif dan menghasilkan yield yang rendah. Untuk memaksimalkan kinerja dan meningkatkan selektifitasnya, CaO harus disupport dengan senyawa support. Pada jurnal review ini akan dibahas mengenai seberapa efektif CaO digunakan sebagai katalis dan meninjau yield dari variasi katalis CaO untuk mengetahui yield tertinggi dan terendah dari setiap penelitian yang telah dilakukan. Metode yang digunakan meliputi preparasi katalis, sintesis biodiesel atau transesterifikasi biodiesel. Untuk mencari yield biodiesel menggunakan katalis CaO, dilakukan analisis morfologi dengan menggunakan SEM, XRD, dan FT-IR.

Kata Kunci: Transesterifikasi, Minyak Kelapa Sawit, Biodiesel, Katalis Heterogen, CaO

ABSTRACT

Biodiesel using a heterogeneous catalyst is very effective because it has many advantages over a homogeneous catalyst. Transesterification of palm oil with methanol to fatty acid methyl esters can be carried out using a variety of heterogeneous catalysts. From the literature review that has been done, palm oil is more efficient for producing high biodiesel yield. CaO is a good heterogeneous catalyst, but the direct application of CaO as a transesterification catalyst is considered to be less than optimal because the catalyst selectivity is less selective and results in low yield. To maximize performance and increase selectivity, CaO must be supported with support compounds. This review journal will discuss how effectively CaO used as a catalyst and reviewing which catalyst variations high yield and low yield used research that has been conducted. The methods used include catalyst preparation, biodiesel synthesis or biodiesel transesterification. To find biodiesel yield using CaO catalyst, morphological analysis was carried out using SEM, XRD, and FT-IR.

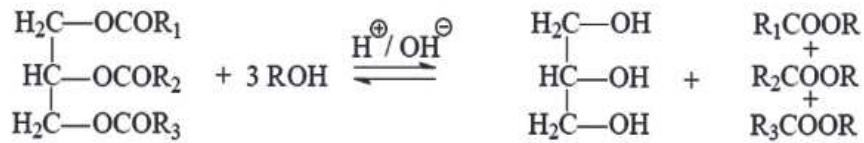
Keywords: Transesterification, Crude Palm Oil, Biodiesel, Heterogeneous Catalys, CaO

PENDAHULUAN

Selama ini pembuatan biodiesel melalui reaksi transesterifikasi menggunakan katalis homogen. Katalis jenis ini memiliki beberapa kelemahan, yaitu tidak dapat diregenerasi dan sulit dipisahkan dari produk serta menghasilkan

produk samping berupa sabun. Untuk mengatasi masalah tersebut dikembangkan penggunaan katalis heterogen untuk mengatasi kekurangan katalis homogen. Katalis heterogen mempunyai banyak kelebihan yaitu pemisahan produk dan katalis lebih mudah, dapat digunakan

kembali, adanya pengurangan jumlah air limbah yang dihasilkan dan kurang sensitif terhadap keberadaan air dalam bahan baku (Bayu, 2019).



Gambar 1. Reaksi Transesterifikasi antara minyak nabati (trigliserida) dan alcohol secara umum (Wahyudin, 2018)

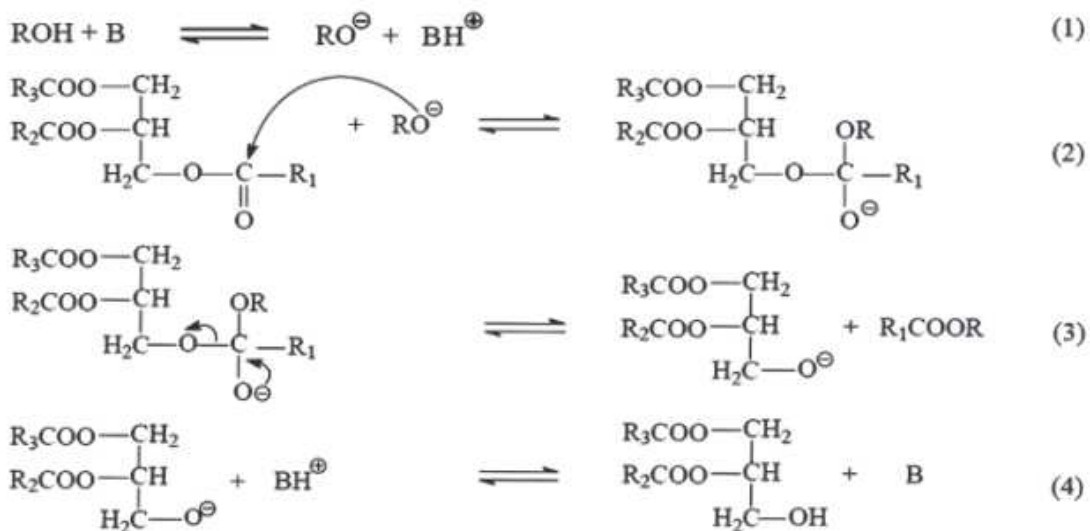
Dalam proses transesterifikasi biodiesel, katalis heterogen yang sudah pernah digunakan adalah MgO, SrO, Zeolit, ZnO, TiO₂, CaO, CaCO₃, dan Al₂O₃. Logam alkali oksida seperti MgO, CaO, dan SrO memiliki aktivitas yang tinggi untuk digunakan dalam proses transesterifikasi. CaO adalah logam alkali oksida yang sangat mudah ditemukan di lingkungan (Wendi, 2015). Selain itu, Kalsium Oksida (CaO) merupakan senyawa kimia yang paling banyak digunakan untuk proses transesterifikasi karena harganya yang murah, kelarutan yang rendah dalam metanol, toksisitas ringan, ketersediannya banyak di alam sehingga harga relatif murah, dan kebasaaan yang tinggi sehingga dapat menghasilkan yield ester yang tinggi (Hafiz, 2017).

Pada awalnya oksida logam kalsium memang merupakan katalis yang memiliki aktivitas katalis tinggi untuk reaksi

transesterifikasi, tetapi senyawa CaO belum diuji stabilitasnya. Tetapi, pada tahun 2006, Zhu dkk melaporkan bahwa CaO super basa memiliki aktivitas yang lebih tinggi dari CaO biasa. Ini membuktikan bahwa CaO sebagai katalis yang sangat menarik untuk dikaji lebih mendalam (Fanny, 2018).

Pada reaksi transesterifikasi, kebasaaan permukaan katalis dapat meningkatkan aktivitas katalis. Sehingga semakin tinggi kebasaaan suatu katalis maka semakin tinggi yield biodiesel yang akan dihasilkan. Dan juga kebasaaan katalis lebih berpengaruh dalam meningkatkan yield biodiesel daripada luas permukaan katalis (Yoesepha, 2012).

Mekanisme reaksi transesterifikasi pada katalis basa memiliki beberapa reaksi. Untuk mekanisme reaksi transesterifikasinya adalah seperti gambar berikut ini.



Gambar 2. Mekanisme reaksi transesterifikasi dengan katalis basa (Wahyudin, 2018)

CaO dapat dihasilkan dari beberapa bahan atau komponen, seperti dari dekomposisi CaCO_3 atau Ca(OH) dan limbah kulit telur (Mantovani 2017). CaO juga dapat dihasilkan dari cangkang kerang darah sebagai sumber kalsium. Kandungan CaCO_3 pada cangkang kerang darah bisa terdekomposisi menjadi CaO yang kemudian digunakan sebagai katalis heterogen dalam pembuatan biodiesel menggunakan minyak kelapa sawit (Nirwati, 2017). Selain itu, CaO juga dapat dihasilkan dari cangkang bekicot, CaOZnO , CaO dari batu kapur, dan CaO berpendukung ZSM-5 (CaO/h-ZSM-5) (Nirwati, 2017).

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, CaO sangat mudah untuk dijumpai. Jadi, tujuan dari pembuatan review ini adalah untuk membahas dan meninjau literatur penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti guna untuk mengetahui efektifitas dan yield yang dihasilkan dari penggunaan variasi katalis heterogen CaO. Parameter yang digunakan untuk mengetahui yield biodiesel tertinggi adalah waktu reaksi, suhu reaksi, perbandingan molar metanol dengan minyak serta persen jumlah katalis yang digunakan.

METODE PENELITIAN

1. Preparasi Katalis

Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja CaO sebagai katalis adalah preparasi katalis dengan metode impregnasi. Impregnasi katalis dipreparasi dengan mengabsorpsi garam prekursor yang mengandung komponen aktif logam dalam larutan kepada padatan pengemban. Keunggulan metode ini adalah jumlah reaktan yang digunakan lebih kecil daripada jumlah reaktan serta ukuran dan bentuk katalis yang dihasilkan melalui metode impregnasi sama dengan ukuran dan bentuk support yang digunakan (Kurniasih, 2017).

2. Reaksi Transesterifikasi

Tahap transesterifikasi sangat penting dalam pembuatan biodiesel agar didapat produk biodiesel dengan jumlah

yang maksimum. Beberapa kondisi yang mempengaruhi proses transesterifikasi adalah : (Hikmah, 2015)

- **Pengaruh air dan asam lemak bebas minyak**

Minyak nabati harus memiliki angka asam kurang dari 1, semua bahan yang digunakan bebas dari air, dan tidak kontak dengan udara.

- **Pengaruh perbandingan molar alkohol dengan bahan mentah**

Menurut stoikiometri, untuk setiap 1 mol trigliserida diperlukan jumlah alkohol sebanyak 3 mol agar menghasilkan 3 mol alkil ester dan 1 mol gliserol. Umumnya, semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan maka konversi yang didapat akan semakin bertambah.

- **Pengaruh jenis alkohol**

Methanol dapat menghasilkan senyawa ester yang lebih tinggi dibandingkan etanol atau butanol.

- **Pengaruh jenis katalis**

Katalis basa lebih efektif untuk mempercepat katalis dibandingkan katalis asam.

- **Metanolisis Crude dan Refined Minyak Nabati Perolehan**

Hasil metil ester akan lebih tinggi jika menggunakan minyak nabati refined.

- **Pengaruh temperature**

Reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada temperatur 30-65°C dengan titik didih metanol sekitar 65° C.

Beberapa penelitian sebelumnya,, sangat banyak peneliti yang sudah menggunakan katalis heterogen dengan berbagai macam variasi katalisnya. Berikut ini adalah tabel perbandingan yield biodiesel yang didapat dengan variasi bahan baku dan katalis CaO :

Tabel 1. Perbedaan hasil yield biodiesel berdasarkan perbedaan bahan baku biodiesel dan variasi katalis CaO

Bahan Baku	Variasi katalis	Yield	Referensi
Minyak Goreng Bekas	Tulang Ikan	93%	(Wijianto 2016)
Minyak Kelapa Sawit	CaCO ₃	99.89% dan 99.9%	(Fanny, 2018)
Minyak Kelapa Sawit	Zeolit-nanopartikel	88.9%	(Tirnojo 2017)
Minyak Jelantah	Bentonite	66.74%	(Faulina F 2012)
Minyak Kelapa Sawit	Kerang Darah	62.4%	(Arita, 2014)
Minyak Biji buta-butua	Cangkang Kerang	96.7%	(Zaki, 2019)
Refined Palm Oil	Cangkang Bekicot	93.16%	(Qoniah, 2011)
Minyak Kelapa Sawit Off-grade	CaO Murni	29.5%	(Maulidan, 2020)
Minyak Kelapa Sawit Off-grade	Fly ash	71.77%	(Maulana, 2014)
Minyak Jelantah	Kulit Telur	88.62%	(Mantovani 2017)
Minyak Lemak Sapi	Kulit Telur Ayam	82.43%	(Wendi, 2015)
Minyak kelapa sawit Off-grade	Serbuk Besi	81.32%	(Hafiz, 2017)
Minyak Jarak Pagar	CaO Murni	53.10%	(Murti, 2015)
Minyak Kelapa Sawit	CaO Murni	79.09%	(Murti, 2015)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan biodiesel dengan menggunakan variasi katalis CaO dan bahan baku biodiesel sangat berpengaruh terhadap yield biodiesel yang dihasilkan.

Dari yang telah ditinjau pada tabel 1, dapat diketahui bahwa yield biodiesel tertinggi dihasilkan dari variasi katalis CaO CaCO₃ dengan bahan baku minyak kelapa sawit yaitu 99.9 %. Kemudian, yield biodiesel

terendah adalah variasi katalis CaO Murni dan bahan baku Minyak Kelapa Sawit Off-grade yaitu 29.5%. Hal ini membuktikan bahwa bahan baku dan jenis katalis CaO yang berbeda sangat berpengaruh terhadap rendah tingginya yield biodiesel. Walaupun bahan baku biodiesel menggunakan minyak dengan jenis yang sama, yield biodiesel yang dihasilkan juga akan berbeda.

Setiap penelitian untuk mencari yield biodiesel menggunakan katalis CaO, dilakukan analisis morfologi dengan menggunakan SEM, XRD, dan FT-IR. Adapun tujuan dari ketiga alat tersebut ialah :

1. **Scanning Electron Microscopy (SEM)**

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah suatu alat mikroskop electron yang digunakan untuk mengamati permukaan objek solid secara langsung. SEM memfokuskan sinar electron di permukaan objek dan mengambil gambar permukaannya dengan cara mendeteksi elektron yang muncul dari permukaan obyek (Farikhin 2016).

2. **X-Ray Diffraction (XRD)**

Analisa Difraksi Sinar X atau X-Ray Diffraction (XRD) adalah suatu alat metode analisa yang berfungsi untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam suatu material dengan cara menentukan parameter struktur untuk mendapatkan ukuran partikel yang diinginkan. XRD juga dapat memberikan data kualitatif dan kuantitatif pada sampel (Fatimah and Utami 2017)

3. **Fourier Transform Infrared (FT-IR)**

Fourier Transform Infrared (FT-IR) adalah suatu metode bebas reagen yang digunakan tanpa penggunaan radioaktif dan dapat mengukur secara kualitatif dan kuantitatif. Prinsip kerja FT-IR adalah mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah. Pola yang diserap akan berbeda-beda agar senyawa dapat dibedakan (Sjahfirdi, 2015).

Dari literature review yang sudah dilakukan, bisa dilihat bahwa sudah banyak dilakukan pengujian tentang efektifitas biodiesel sebagai bahan bakar pengganti oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Penyusunan *narrative review* ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana optimalisasi yield yang akan dihasilkan dari pembuatan biodiesel menggunakan bahan baku minyak kelapa sawit dan katalis CaO.

Seperti yang sudah diketahui bahwa penggunaan katalis heterogen lebih efektif dari penggunaan katalis homogen. Sehingga *narrative review* ini bertujuan untuk menemukan variasi katalis heterogen CaO yang dapat memberikan nilai yield tertinggi dengan variasi bahan baku minyak pula.

Katalis CaO sangat efektif karena merupakan katalis heterogen basa yang sudah terbukti dapat memberikan yield biodiesel yang tinggi, namun perlu untuk dilakukan tinjauan pustaka kembali atau penelitian-penelitian tambahan untuk mendapatkan hasil penelitian yang dapat digunakan secara continue di masa yang akna datang. Kemudian penggunaan CaO sebagai katalis heterogen juga masih memiliki beberapa kekurangan, sehingga diharapkan akan ada penulisan *narrative review* terkait senyawa CaO sebagai katalis.

DAFTAR PUSTAKA

- Arita, Susila, Adelia Sartika Adipati, and Deasy Puspita Sari. 2014. "Pembuatan Katalis Heterogen Dari Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Dan Diaplikasikan Pada Reaksi Transesterifikasi Dari Crude Palm Oil." *Jurnal Teknik Kimia* 20 (3): 31–37.
- Bayu, Indra, Putri Ausgitas Nur Azizah, Melinda Nurwijayanti, and Bagas Kurnia Aditama. 2019. "(PDF) Jurnal Review: Transesterifikasi Minyak Croton Megalocarpus Pada Produksi Biodiesel Dengan Variasi Katalis Asam Heterogen," no. June: 0–6.
- Fanny, Widdy Andya, S Subagjo, and Tirta Prakoso. 2018. "Pengembangan Katalis Kalsium Oksida Untuk Sintesis Biodiesel." *Jurnal Teknik Kimia Indonesia* 11 (2): 66.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

- Farikhin, Fahrizal. 2016. "Analisa Scanning Electron Microscope Komposit Polyester Dengan Filler Karbon Aktif Dan Karbon Non Aktif," 1–16.
- Fatimah, Nur, and Budi Utami. 2017. "Sintesis Dan Analisis Spektra IR, Difraktogram XRD, SEM Pada Material Katalis Berbahan Ni/Zeolit Alam Teraktivasi Dengan Metode Impregnasi." *JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia Dan Terapannya* 1 (1): 35–39.
- Faulina F, Ariesta. 2012. *Preparasi Dan Karakterisasi CaO/Al₃₊-Bentonit Sebagai Katalis Pada Sintesis Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar (Jatropha Curcas L).*
- Hafiz, Fadlillahi, Zuchra Helwani, Edy Saputra, and Jurusan Teknik Kimia. 2017. "Sintesis Katalis Basa Padat Nanomagnetik CaO/Serbuk Besi Untuk Reaksi Transesterifikasi Minyak Sawit Off Grade Menjadi Biodiesel." *Jom FTEKNIK* 4 (1): 1–10.
- Hikmah, Maharani Nurul, and Dan Zuliyana. 2015. "Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) Dari Minyak Dedak Dan Metanol Estrans." *Jurnal Teknik Kimia* 3 (6): 1–43.
- Kurniasih, Eka, and Pardi. 2017. "Performa Katalis Basa NaOH Dan Zeolite/NaOH Pada Sintesa Biodiesel Sebagai Sumber Energi Alternatif." *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi.*
- Mantovani, Seftiana Annisa. 2017. "Pengaruh Jumlah Katalis Dan Waktu Reaksi Terhadap Konversi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Katalis CaO Dari Kulit Telur."
- Maulana, Robi, Zuchra Helwani, and Edy Saputra. 2014. "Preparasi Katalis CaO / Fly Ash Dan Penggunaannya Pada Reaksi," 1–5.
- Maulidan, Fikri, Fanny Aulia Ramadhanti, and Bambang Wahyudi. 2020. "Pemanfaatan CPO Off-Grade Dalam Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis CaO Pada Reaksi Transesterifikasi." *Chempro Journal* 01 (2): 26–31.
- Murti, Galuh Wirama, Nurdiah Rahmawati, Septina Is Heriyanti, and Zulaicha Dwi Hastuti. 2015. "Optimasi Proses Produksi Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit Dan Jarak Pagar Dengan Menggunakan Katalis Heterogen Kalsium Oksida." *Jurnal Energi Dan Lingkungan (Enerlink)* 11 (2): 91–100.
- Nirwati, I.F., C.A. Puteri, and S.E. Fitriani. 2017. "Review: Variasi Katalis Kalsium Oksida (CaO) Pada % Konversi Metil Ester Dalam Produksi Biodiesel." *Jurnal Insti*, no. 1: 1–4.
- Qoniah, Imroatul, and Didik Prasetyoko. 2011. "Penggunaan Cangkang Bekicot Sebagai Katalis Untuk Reaksi," 1–9.
- Sjahfirdi, Luthfiralda, Nikki Aldi, Hera Maheshwari, and Pudji Astuti. 2015. "Aplikasi Fourier Transform Infrared (FT-IR) Dan Pengamatan Pembengkakan Genital Pada Spesies Primata, Lutung Jawa (Trachypithecus Auratus) Untuk Mendeteksi Masa Subur." *Jurnal Kedokteran Hewan - Indonesian Journal of Veterinary Sciences* 9 (2).
- Tirnojo, 2017. 2017. *Sintesis Dan Karakterisasi Katalis CaO/Zeolitnanopartikel Untuk Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit.*
- Wahyudin, Armansyah, Nanik, Joelianingsih, and Hiroshi. 2018. *Tinjauan Perkembangan Proses Katalitik Heterogen Dan Non-Katalitik Untuk Produksi Biodiesel. Journal Keteknikan Pertanian.* Vol. 6.
- Wendi, Valentinoh Cuaca, and Taslim. 2015. "Pengaruh Suhu Reaksi Dan Jumlah Katalis Pada Pembuatan Biodiesel Dari Limbah Lemak Sapi Dengan Menggunakan Katalis Heterogen CaO Dari Kulit Telur Ayam." *Jurnal Teknik Kimia USU* 4 (1): 35–41.
- Wijianto. 2016. *Aktivitas Katalitik Kalsium Oksida (CaO) Tulang Ikan Terhadap Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas. Jurnal Teknik Kimia.*
- Yoeseptha, Widya, Zuchra Helwani, Edy Saputra, Dosen Jurusan, Teknik Kimia, Fakultas Teknik, and Universitas Riau. 2012. "Produksi Biodiesel Dari Minyak

Sawit Off Grade Menggunakan Katalis Na₂O/ Fe₃O₄ Pada Tahap Transesterifikasi,” 1–8.

Zaki, Muhammad, Husni Husin, M.T., Pocut Nurul Alam, Darmadi Darmadi, Cut Meurah Rosnelly, and Nurhazanah

Nurhazanah. 2019. “Transesterifikasi Minyak Biji Buta-Buta Menjadi Biodiesel Pada Katalis Heterogen Kalsium Oksida (CaO).” *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan* 14 (1): 36–43.