

## IDENTIFIKASI SENYAWA HASIL TRANSESTERIFIKASI MINYAK GORENG BEKAS TERKATALISIS KALSIMUM OKSIDA DAN PENGARUHNYA PADA KARAKTERISTIK BIODIESEL

### *Identification of Used Cooking Oil Transesterification with Calcium Oxide as Catalyst and The Effect in Biodiesel Characteristics*

Ika Kusuma Nugraheni\*), Kurnia Dwi Artika, Rusuminto Syahyuniar

Politeknik Negeri Tanah Laut  
Jl. A.Yani km. 6, Tanah Laut, Kalimantan Selatan

\*e-mail: [ika.kusuma.n@politala.ac.id](mailto:ika.kusuma.n@politala.ac.id)

DOI: 10.20527/jstk.v15i2.9605

Submitted: December 11, 2020; Revised version accepted for publication: July 23, 2021

Available online: August 9, 2021

#### ABSTRAK

Penelitian mengenai identifikasi senyawa hasil transesterifikasi minyak goreng bekas terkatalisis CaO telah dilakukan. Minyak goreng bekas yang hingga saat ini belum termanfaatkan ditransesterifikasi menjadi bahan bakar biodiesel. Kalsium Oksida (CaO) yang merupakan katalis heterogen dan mudah didapat digunakan sebagai katalis dalam penelitian ini. CaO diaktivasi secara fisika dengan dikalsinasi pada suhu 550-950 °C selama 4 jam. Transesterifikasi dilakukan menggunakan methanol dengan rasio molar minyak: methanol 1:12. Variasi katalis yang ditambahkan sebesar 1; 2,5; 5; 7,5 dan 10% dari massa minyak. Transesterifikasi dilakukan pada sistem refluks dengan suhu pemanasan 60 °C selama 30 menit dan didiamkan 24 jam. Metil ester yang dihasilkan dianalisis menggunakan GCMS untuk diketahui kandungan senyawanya dan diuji nilai densitas dan viskositasnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase terbesar kandungan senyawa metil ester yang dihasilkan adalah golongan asam palmitat (asam heksadekanoat) dan asam oleat (9-octadecenoic acid). Adanya senyawa tertinggi ini tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai densitas dan viskositas Biodiesel.

**Kata Kunci:** Transesterifikasi, Minyak Goreng Bekas, CaO

#### ABSTRACT

*Identification of transesterification compounds of used cooking oil that catalyzed by CaO had been done. Calcium Oxide (CaO), which is a heterogeneous and easy to obtain catalyst was used as a catalyst in this study. CaO was physically activated by calcining at 550-950 °C for 4 hours. Transesterification was carried out using methanol with a molar ratio of oil: methanol 1:12. The variations of the added catalyst are 1; 2.5; 5; 7.5; and 10% by mass of oil. The transesterification was carried out in a reflux system with a heating temperature of 60 °C for 30 minutes and allowed to stand for 24 hours. The resulting methyl ester was analyzed using GCMS to determine its compound and tested its density and viscosity. The results showed that the largest percentage of methyl ester compounds are palmitic acid (hexadecenoic acid) and oleic acid (9-octadecenoic acid). The presence of this highest compound did not have a significant effect on the density and viscosity values of biodiesel.*

**Keywords:** Transesterification, Waste Cooking Oil, CaO

## PENDAHULUAN

Salah satu bahan bakar alternatif yang sedang dikembangkan saat ini adalah Biodiesel. Biodiesel merupakan salah satu pengganti bahan bakar yang berasal dari minyak hewan atau tumbuhan yang diproses dengan esterifikasi dan transesterifikasi. Pembuatan biodiesel dilakukan dengan mengubah trigliserida menjadi ester asam lemak dengan bantuan alkohol dan katalis asam/basa (Aktawan & Mufrodi, 2016). Ester asam lemak yang dihasilkan dimanfaatkan sebagai biodiesel yang dinilai memiliki kemampuan oksidasi dan pelumasan lebih baik dibandingkan bahan bakar fosil, serta kandungan sulfur yang lebih rendah (Khiari, Awad, Loubar, Tarabet, Mahmoud, & Tazerout, 2016).

Pembuatan biodiesel menggunakan bahan alam yang memiliki kandungan minyak. Beberapa penelitian telah menyatakan bahwa biodiesel dapat dibuat dari minyak ikan (Sanchez, Marchetti, Boulifi, Aracil, & Martinez, 2015); minyak sawit (Wong, Tan, Taufiq-Yap, Ramli, & Tee, 2015); minyak bunga matahari (Kostic, Bazargan, Stemenkovic, Veljkovic, & McKay, 2016). Namun penggunaan minyak murni untuk diolah menjadi biodiesel akan meningkatkan biaya produksi, dan menjadikan harga jual biodiesel lebih tinggi. Penggunaan minyak jelantah sebagai bahan baku dalam pengolahan biodiesel telah banyak dilakukan (Aziz, Nurbayti, & Ulum, 2011); (Tran, et al., 2016).

Pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel dapat dilakukan baik dengan gabungan esterifikasi dan transesterifikasi maupun hanya transesterifikasi. Pemilihan proses reaksi didasarkan pada kandungan nilai asam lemak bebas yang di dalam minyak jelantah. Jika kadar asam lemak bebas  $>2\%$ , maka perlu dilakukan esterifikasi dan transesterifikasi, namun jika kadar asam lemak bebas  $<2\%$ , dapat dilakukan transesterifikasi saja (Pratigto, Istadi, & Wardhani, 2019). Pada sampel minyak jelantah yang digunakan, kandungan kadar asam lemak bebas yang dimiliki sebesar 1,48% sehingga proses pengolahan biodiesel dapat dilakukan langsung dengan transesterifikasi.

Transesterifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan methanol dan katalis basa. Katalis basa dapat berupa katalis homogen, heterogen maupun enzim (Arun, Sharma, & Dalai, 2015). Penggunaan katalis homogen (KOH/NaOH) memiliki keuntungan karena reaksi dapat berlangsung lebih cepat, namun katalis homogen tidak dapat dipisahkan kembali setelah berakhirnya reaksi, sehingga tidak dapat digunakan berulang, memerlukan biaya lebih tinggi, dan dapat mencemari lingkungan. Untuk dapat mengantisipasi kekurangan tersebut, maka digunakan katalis heterogen yang memiliki keunggulan di antaranya, dapat dipisahkan dari hasil/produk dan *reuse*, sehingga dapat digunakan kembali dan dapat menurunkan biaya produksi.

Salah satu katalis heterogen yang dapat digunakan pada pengolahan biodiesel adalah

Kalsium Oksida (CaO). Keberadaan CaO yang melimpah sehingga mudah didapat dan memiliki harga yang lebih murah. CaO umumnya dihasilkan dari cangkang telur (Yin, *et al.*, 2016), cangkang kerang (Sirisomboonchai, *et al.*, 2015), cangkang siput (Birla, Singh, Upadhyay, & Sharma, 2012), tulang ayam (Farooq, Ramli, & Naeem, 2015), maupun kotoran ayam (Maneerung, Kawi, Dai, & Wang, 2016).

Perlakuan esterifikasi/transesterifikasi akan mempengaruhi produk yang dihasilkan. Biodiesel sebagai produk yang digunakan pada bahan bakar memiliki karakteristik tertentu. Karakter bahan bakar akan berpengaruh pada kemampuan alirnya dari tanki menuju ruang bakar dan proses pembakarannya pada mesin. Oleh karena itu, akan dipelajari mengenai pengaruh kandungan senyawa biodiesel minyak jelantah terkatalis CaO terhadap karakter (densitas dan viskositas) Biodiesel yang dihasilkan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan yang meliputi minyak jelantah yang dihasilkan dari warung makan yang berada di Kabupaten Tanah Laut, Kalsium Oksida merk Pudak Scientific dengan M.W 56,08 g/mol, asam asetat glasial merk SmartLab, KOH dan methanol. Proses transesterifikasi dilakukan menggunakan seperangkat refluks labu leher 3 yang dilengkapi dengan pendingin otomatis. Karakterisasi kandungan senyawa dilakukan

menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectra* (GCMS).

### Prosedur Penelitian

#### Preparasi katalis

CaO yang digunakan adalah CaO yang dijual di pasaran. CaO dikalsinasi pada suhu 550-950°C selama 4 jam. CaO yang telah dikalsinasi didinginkan dalam desikator.

#### Sintesis biodiesel

Sintesis biodiesel ini menggunakan bahan baku minyak goreng bekas. Transesterifikasi dilakukan dengan menggunakan methanol dan katalis CaO yang telah diaktivasi. Transesterifikasi dilakukan dengan menggunakan rasio molar metanol:minyak sebesar 15:1. Variasi penggunaan CaO sebagai katalis sebesar 1%; 2,5%; 5%; 7,5% dan 10%. Transesterifikasi dilakukan dengan sistem *batch* pada suhu 50°C disertai dengan pengadukan selama 30 menit. Sebagai bahan perbandingan, Transesterifikasi juga dilakukan dengan menggunakan katalis KOH. Hasil transesterifikasi didiamkan hingga terpisah antara endapan, gliserol dan metil esternya.

#### Analisis kandungan senyawa metil ester dan uji karakter

Analisis kandungan senyawa dilakukan menggunakan GCMS dengan gas pembawa Helium dengan pengkondisian temperature kolom 50 °C dan temperatur injeksi 250 °C. Analisis dilakukan pada 5 produk metil ester yang dihasilkan dan juga pada hasil transesterifikasi menggunakan KOH. Pengujian karakter densitas biodiesel

menggunakan prinsip massa jenis menggunakan piknometer, dan pengujian kekentalan menggunakan prinsip viskositas kinematik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas

Proses esterifikasi didahului dengan pengujian kandungan asam lemak bebas di

dalam sampel. Hasil pengujian ALB pada sampel minyak goreng bekas menunjukkan bahwa asam lemak bebas yang terkandung adalah sebesar 1,48%. Nilai ini masih berada di bawah 2%, sehingga proses pengolahan biodiesel dapat berlangsung dengan transesterifikasi. Transesterifikasi dilakukan dengan variasi katalis CaO.



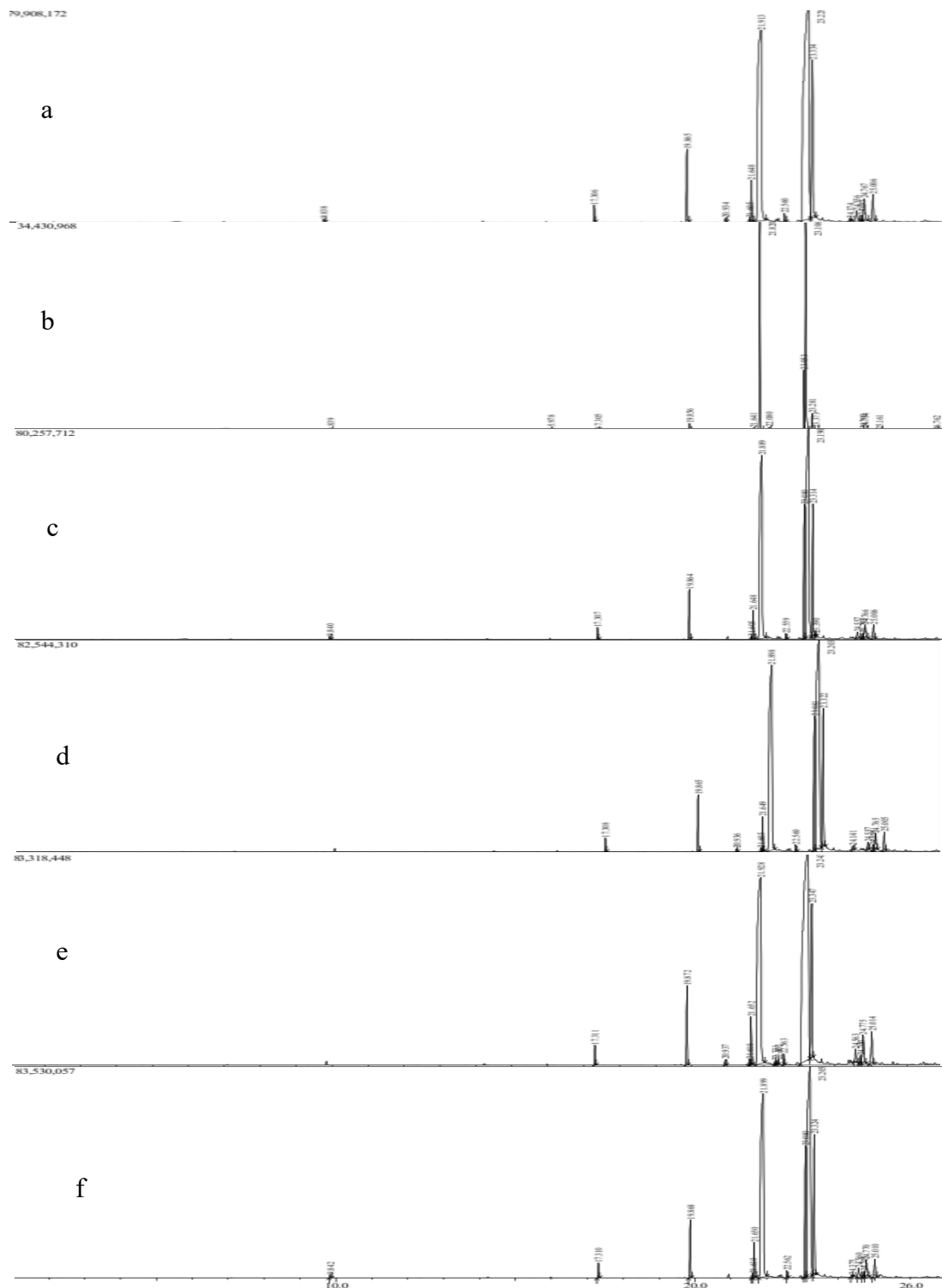
**Gambar 1.** Hasil esterifikasi minyak jelantah dengan variasi katalis

Hasil esterifikasi yang telah diperoleh dianalisis menggunakan kromatografi gas untuk dapat diketahui sebaran dan jenis senyawa kandungannya. Hasil analisis

menunjukkan bahwa katalis CaO dapat mengkonversi minyak jelantah menjadi metil ester.

**Tabel 1.** Hasil esterifikasi minyak jelantah dengan variasi katalis

No.	Katalis	Senyawa terbanyak	%
1	KOH	<i>9-octadecenoic acid</i>	34,293
2	CaO 1%	<i>Hexadecenoic acid</i>	61,148
3.	CaO 2,5%	<i>9-octadecenoic acid</i>	29,009
4.	CaO 5%	<i>Hexadecenoic acid</i>	39,514
5.	CaO 7,5%	<i>Hexadecenoic acid</i>	44,222
6.	CaO 10%	<i>9-octadecenoic acid</i>	27,406



**Gambar 2.** Kromatogram metil ester dengan variasi katalis (a) KOH; (b) CaO 1%; (c) CaO 2,5%; (d) CaO 5%; (e) CaO (7,5%); (f) CaO 10%

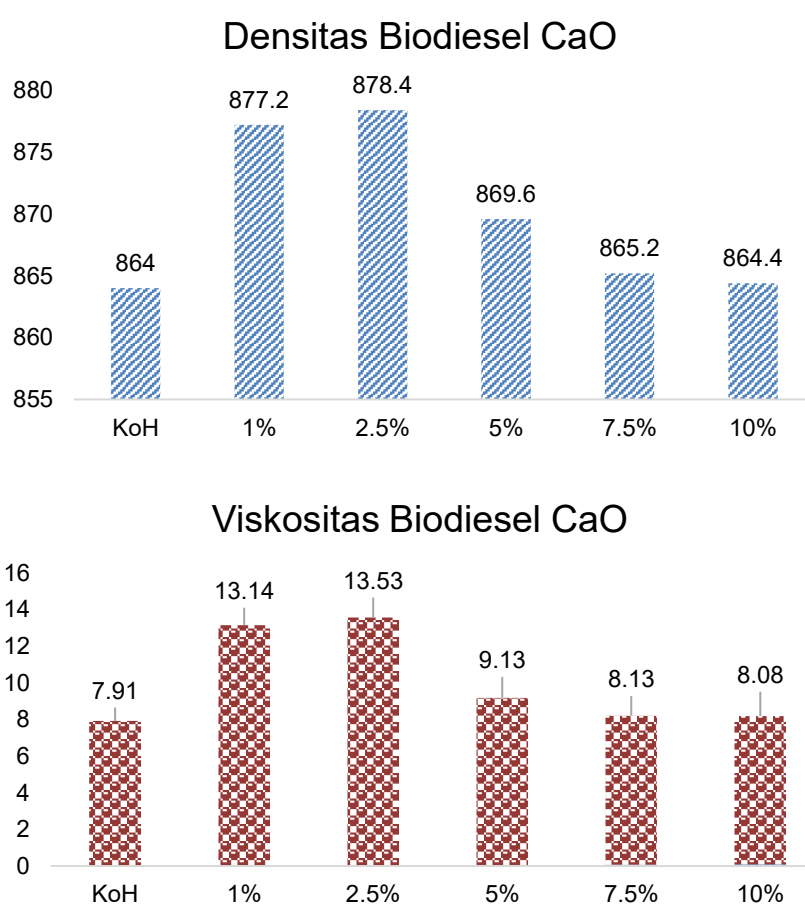
### Karakterisasi Fisik Metil Ester

Selain karakterisasi kandungan senyawa menggunakan GCMS, hasil esterifikasi juga

dikarakterisasi sifat fisik bahan bakarnya, yang meliputi massa jenis/densitas dan kekentalan/viskositas kinematik.

**Tabel 2.** Hasil karakterisasi densitas dan viskositas metil ester yang dihasilkan

No.	Katalis	Densitas ( $g/cm^3$ )	Viskositas (cSt)
1	KOH	864	7,91
2	CaO 1%	877,2	13,14
3.	CaO 2,5%	878,4	13,53
4.	CaO 5%	869,6	9,13
5.	CaO 7,5%	865.2	8,13
6.	CaO 10%	864.4	8,08

**Gambar 3.** Hasil karakterisasi sifat fisik metil ester

Berdasarkan pada hasil analisis densitas dan kekentalan/viskositas, diketahui bahwa densitas dan kekentalan tertinggi ada pada metil ester hasil transesterifikasi menggunakan CaO 2,5%. Pada analisis komponen senyawa, Metil ester CaO 2,5% memiliki kandungan *9-octadecenoic acid*

sebanyak 29,009%. Senyawa ini juga terkandung pada produk metil ester hasil transesterifikasi katalis CaO 10% dan KOH. Densitas dan viskositas metil ester yang terkatalisis KOH memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan densitas dan viskositas metil ester hasil katalisis CaO. Jika



demikian, maka kandungan *9-octadecenoic acid* tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai densitas dan viskositas metil ester. Nilai kedua karakter dapat dipengaruhi oleh senyawa lain yang ada di dalamnya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan atas penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa CaO dapat menjadi katalis dalam proses transesterifikasi minyak goreng bekas menjadi metil ester. Kandungan senyawa utama/terbesar yang ada di dalam produk metil ester tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap karakter densitas dan viskositas Biodiesel.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Tanah Laut yang telah memberikan hibah Penelitian Dosen Dana DIPA untuk dapat melaksanakan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aktawan, A. and Mufrodi, Z., 2017. Pembuatan Bioaditif Triacetin Dengan Katalis Padat Silica Alumina. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 5(2), pp.101-109.
- Arun, N., Sharma, R.V. and Dalai, A.K., 2015. Green diesel synthesis by hydrodeoxygenation of bio-based feedstocks: Strategies for catalyst design and development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48, pp.240-255.
- Aziz, I., Nurbayti, S. and Ulum, B., 2012. Pembuatan produk biodiesel dari minyak goreng bekas dengan cara esterifikasi dan transesterifikasi. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(3), pp.443-448.
- Birla, A., Singh, B., Upadhyay, S.N. and Sharma, Y.C., 2012. Kinetics studies of synthesis of biodiesel from waste frying oil using a heterogeneous catalyst derived from snail shell. *Bioresource Technology*, 106, pp.95-100.
- Farooq, M., Ramli, A. and Naeem, A., 2015. Biodiesel production from low FFA waste cooking oil using heterogeneous catalyst derived from chicken bones. *Renewable Energy*, 76, pp.362-368.
- Khiari, K., Awad, S., Loubar, K., Tarabet, L., Mahmoud, R. and Tazerout, M., 2016. Experimental investigation of pistacia lentiscus biodiesel as a fuel for direct injection diesel engine. *Energy Conversion and Management*, 108, pp.392-399.
- Kostić, M.D., Bazargan, A., Stamenković, O.S., Veljković, V.B. and McKay, G., 2016. Optimization and kinetics of sunflower oil methanolysis catalyzed by calcium oxide-based catalyst derived from palm kernel shell biochar. *Fuel*, 163, pp.304-313.
- Maneerung, T., Kawi, S., Dai, Y. and Wang, C.H., 2016. Sustainable biodiesel production via transesterification of waste cooking oil by using CaO catalysts prepared from chicken manure. *Energy Conversion and Management*, 123, pp.487-497.
- Pratigto, S., Istadi, I. and Wardhani, D.H., 2019. Karakterisasi Katalis CaO dan Uji Aktivitas pada Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Kedelai. *Metana*, 15(2), pp.57-64.
- Sánchez, M., Marchetti, J.M., El Boulifi, N., Aracil, J. and Martínez, M., 2015. Kinetics of Jojoba oil methanolysis using a waste from fish industry as catalyst. *Chemical engineering journal*, 262, pp.640-647.
- Sirisomboonchai, S., Abuduwayiti, M., Guan, G., Samart, C., Abliz, S., Hao, X., Kusakabe, K. and Abudula, A., 2015. Biodiesel production from waste cooking oil using calcined scallop shell as catalyst. *Energy Conversion and Management*, 95, pp.242-247.
- Tran, T.T.V., Kaiprommarat, S., Kongparakul, S., Reubroycharoen, P., Guan, G.,

- Nguyen, M.H. and Samart, C., 2016. Green biodiesel production from waste cooking oil using an environmentally benign acid catalyst. *Waste Management*, 52, pp.367-374.
- Wong, Y.C., Tan, Y.P., Taufiq-Yap, Y.H., Ramli, I. and Tee, H.S., 2015. Biodiesel production via transesterification of palm oil by using CaO–CeO<sub>2</sub> mixed oxide catalysts. *Fuel*, 162, pp.288-293.
- Yin, X., Duan, X., You, Q., Dai, C., Tan, Z. and Zhu, X., 2016. Biodiesel production from soybean oil deodorizer distillate using calcined duck eggshell as catalyst. *Energy Conversion and Management*, 112, pp.199-207.