


Terbit online pada laman web jurnal : <http://e-journal.sastra-unes.com/index.php/JIPS>

 <b>Fakultas Sastra</b> <b>Universitas Ekasakti</b>	<b>JURNAL JIPS</b> <b>(Jurnal Ilmiah Pendidikan Scholastic)</b>	
	Vol. 5 No. 2 ISSN : 2579-5449 (media cetak)	E-ISSN : 2597-6540 (media online)

## STUDI PERBANDING AKTIVITAS KATALITIK CAO CANGKANG TELUR DENGAN AKTIVASI BASA DAN ASAM DALAM PRODUKSI BIODISEL

**Randy Lesmana Putra<sup>1</sup>, Budhi Oktavia<sup>1</sup>, Sri Benti Etika<sup>1</sup>, Suryelita<sup>1</sup>, Umar Kalmar Nizar<sup>1\*</sup>, Rita Sundari<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, Indonesia Telp.0751 7057420  
Jurusan Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

\*umarkn@fmipa.unp.ac.id

### Abstrak

Studi perbandingan aktivitas katalitik dari katalis  $\text{CaO}$  yang disintesis dari cangkang telur ayam dengan aktivator asam dan basa telah dipelajari. Aktivasi dengan basa dilakukan dengan metode impregnasi yaitu dengan memasukkan  $\text{CaO}$  kedalam larutan  $\text{KOH}$ . Aktivasi asam dilakukan dengan membuat komposit  $\text{CaO}$  dan karbon serta disulfonasi dengan asam sulfat pekat. Katalis  $\text{CaO}$  yang dihasilkan diaplikasikan dalam produksi biodisel dari minyak jelantah. Aktivitas katalitik ditentukan melalui uji produk biodisel yang dihasilkan. Hasil menunjukkan bahwa katalis yang dimodifikasi melalui impregnasi basa memiliki aktivitas katalitik yang tinggi dalam mengkonversi minyak jelantah menjadi biodisel. Meskipun katalis  $\text{CaO}$  tanpa modifikasi memiliki nilai densitas, laju alir dan bilangan asam lebih baik dari  $\text{CaO-A}$  dan  $\text{CaO-A/CS}$ , kedua katalis ini masih bisa dioptimasi dalam preparasi dan aplikasinya sebagai katalis dalam produksi biodisel.

**Keywords:** Minyak Jelantah, Biodiesel, Cao, Cangkang Telur Ayam, Transesterifikasi

© 2021 Jurnal JIPS

## I INTRODUCTION

Permintaan konsumsi energi terus meningkat seiring meningkatnya populasi penduduk dunia dan industri. Sumber energi utama yang digunakan masyarakat saat ini bersifat tidak dapat di perbarui seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara menyebabkan energi ini semakin berkurang dari hari ke hari. Energi maupun kerusakan lingkungan merupakan krisis serius yang disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil. Hal ini dapat dikurangi dengan mencari sumber energi alternatif dari sumber terbarukan dengan metode berkelanjutan dan ramah lingkungan seperti biodiesel (Sahar et al., 2018).

Biodisel dapat diproduksi melalui reaksi esterifikasi dan trans-esterifikasi. Reaksi esterifikasi pada umumnya digunakan pada sumber minyak yang banyak mengandung asam lemak bebas tinggi seperti *Palm Fatty Acid distillate* (PFAD), dan trans-esterifikasi pada sumber minyak yang banyak mengandung trigliserida tinggi seperti WCO (*Waste Cooking Oil* atau minyak jelantah (Abdullah et al., 2017).

Potensi minyak jelantah sebagai sumber minyak untuk produksi biodiesel sangat menjanjikan karena ketersediaannya cukup tinggi dan mudah didapat. Oleh karena kandungan trigliseridanya yang tinggi, produksi minyak

jelantah harus menggunakan katalis basa sebab aktivitas katalis asam sangat lambat dengan trigliserida.

Katalis basa yang umum digunakan adalah katalis basa padat, seperti CaO (kalsium oksida). Katalis CaO dilaporkan memiliki aktifitas yang tinggi dalam tranesterifikasi reaksi. Katalis ini dapat disintesis dari limbah cangkang telur ayam (CTA) yang banyak mengandung  $\text{CaCO}_3$  sehingga dapat dirubah menjadi CaO melalui reaksi dekomposisi pada suhu tinggi.

Produksi biodisel menggunakan katalis CaO dari CTA telah dilaporkan (Rohim et al., 2014). Namun aktivitas katalitik dari katalis ini terkadang kurang maksimal. Hal ini disebabkan karena katalis CaO hasil kalsinasi dari CTA bereaksi dengan udara menyebabkan

terbentuknya  $\text{Ca(OH)}_2$ , sehingga terjadi penurunan pada aktivitas katalitik dari CaO. Selain itu, adanya Free Fatty Acid (FFA) dan air yang dihasilkan dari hidrolisis FFA dapat bereaksi dengan CaO dan membentuk sabun dengan minyak (Mohadi et al., 2016).

Beberapa upaya telah dilakukan untuk meningkatkan aktifitas katalitik dari CaO seperti modifikasi permukaan dan pemberian doping (Konwar et al., 2018). Modifikasi permukaan CaO dilakukan dengan proses impregnasi basa dan melalui komposit dengan karbon yang disulfonasi. Semua sampel yang disiapkan digunakan sebagai katalis dalam produksi biodisel dari minyak jelantah. Aktivitas katalitik dipelajari melalui uji densitas, viskositas, bilangan asam, dan yield biodisel.

## II RESEARCH METHODS

Penelitian ini menggunakan labu leher tiga, hot plate, magnetic stirrer, thermometer, statif dan klem, Erlenmeyer, labu ukur, gelas kimia dan furnace.

Bahan-bahan yang digunakan terdiri dari bahan untuk sintesis katalis dan pembuatan biodiesel. Bahan-bahan yang digunakan untuk sintesis katalis adalah dari karbon, cangkang telur ayam ras,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  p.a (Merck), KOH 11% dan aquades. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam produksi biodiesel adalah minyak jelantah (*Waste Cooking Oil*), metanol, dan katalis hasil sintesis (CaO, CaO-A, CaO-A/CS).

### 2.2.1 Preparasi CaO dari CTA

Preparasi CaO dari CTA dilakukan dengan cara menghaluskan cangkang telur ayam kering dan dikalsinasi dalam furnace pada suhu  $900^\circ\text{C}$  selama 3 jam. Selanjutnya bubuk CaO yang dihasilkan kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh. Hasil saringan kemudian disimpan dalam desikator sebelum dilakukan modifikasi permukaan.

### 2.2.2 Impregnasi CaO Menggunakan KOH

Sebanyak 50 gram CaO hasil kalsinasi diimpregnasi ke dalam 200 ml larutan KOH 11% sambil diaduk mekanis selama 3 jam. Campuran kemudian dibilas dengan aquades hingga mencapai pH netral dan dilanjutkan dengan pengeringan pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Sampel CaO modifikasi yang telah kering dikalsinasi pada suhu  $600^\circ\text{C}$  selama 5 jam dan

setelah mencapai suhu kamar disimpan dalam desikator. Sampel CaO yang tidak diaktivasi dengan KOH diberi kode sampel CaO dan yang diaktivasi dengan KOH diberi kode sampel CaO-A serta diaplikasikan dalam pembuatan biodisel.

### 2.2.3 Komposit CaO Dengan Karbon Tersulfonasi

Sampel CaO-A dicampur karbon pada perbandingan (1:1 w/w) disulfonasi dengan 200 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  p.a, direfluks pada suhu  $160^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Hasil sulfo nasi dinetralkan dengan aquades. Karbon hasil sulfonasi dikeringkan didalam oven dengan suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Sampel diberi kode CaO-A/CS lalu diaplikasikan dalam pembuatan biodisel.

### 2.2.4 Aplikasi Katalis dalam Produksi Biodisel

Reaksi yang berlangsung merupakan reaksi tranesterifikasi dari trigliserida dalam WCO dan methanol. Reaksi ini dilakukan dalam labu leher tiga (250 mL) dari sistem *refluks* yang dilengkapi dengan termometer ( $360^\circ\text{C}$ ). Reaksi berlangsung pada suhu  $65^\circ\text{C}$  selama 3 jam, perbandingan mol metanol dengan minyak jelantah yaitu sebesar 6:1 (Nizar et al., 2018) dan massa katalis sebanyak 4% (Yang et al., 2012).

Campuran didinginkan setelah reaksi berlangsung 3 jam. Selanjutnya dilakukan proses pemisahan antara produk dengan katalis dan kelebihan metanol. Pemisahan pertama dilakukan terhadap katalis dengan menggunakan sentrifuge. Pada pemisahan ini, gliserol yang terbentuk juga

terpisah dari campuran karena berada pada fasa yang sama dengan katalis. Pemisahan selanjutnya dilakukan terhadap kelebihan metanol dengan melakukan pemanasan pada biodisel yang didapatkan diatas titik didih metanol lalu dihitung persen yield biodisel menggunakan rumus:

$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{Berat Biodisel}}{\text{Berat Minyak}}$$

### 2.3 Analisis Produk yang Dihasilkan

Aktivitas katalitik dari CaO yang dimodifikasi dipelajari melalui analisis produk biodisel yang dihasilkan. Analisis Produk dilakukan melalui uji densitas, laju alir, bilangan asam dan yield biodisel.

#### 2.3.1 Densitas

Pengujian densitas dilakukan pada sampel minyak jelantah dan produk biodiesel yang dihasilkan. Hasil ini dapat digunakan untuk menunjukan aktivitas katalitik dari sampel yang dipreparasi. bertujuan untuk menentukan. Pengujian biodisel dapat dilakukan menggunakan piknometer. Piknometer kosong dan piknometer berisi sampel ditimbang lalu mengurangi piknometer berisi dengan piknometer kosong dan berat biodiesel dibagi dengan volume piknometer (Mansir et al, 2017). Rumus :

$$\text{Densitas} = \frac{w_2 - w_1}{v}$$

## III RESULTS AND DISCUSSION

Transesterifikasi pada prinsip bertujuan untuk menurunkan densitas, viskositas dan bilangan asam dari minyak., sehingga dapat diaplikasikan pada kendaraan. Oleh sebab itu produk biodiesel yang dihasilkan diuji densitas, viskositas dan bilangan asamnya. Uji densitas, viskositas dan bilangan asam dipilih karena lebih simple dalam pengerjaan. Uji densitas, viskositas dan bilangan asam dilakukan pada katalis CaO yang diaktivasi menggunakan metoda H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Sebagai kontrol katalis KAB-S, CaO, CaO-A juga diuji untuk melihat aktivitas katalitiknya.

W<sub>1</sub>= Berat piknometer kosong

W<sub>2</sub>= Berat piknometer + sampel

V= Volume piknometer

#### 2.3.2 Bilangan Asam

Penentuan bilangan asam bertujuan untuk menentukan jumlah FFA yang terdapat pada bahan baku dan produk biodiesel. Kadar asam yang tinggi dalam biodiesel dapat menyebabkan karat pada mesin. Bilangan asam menyatakan jumlah KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan 1 gram FAME dan dihitung menggunakan persamaan berikut (Borah et al., 2018).

Rumus :

$$AV = \frac{mL \text{ KOH} \times N \text{ KOH} \times BM \text{ KOH}}{\text{Berat Sampel}}$$

#### 2.3.3 Laju Alir

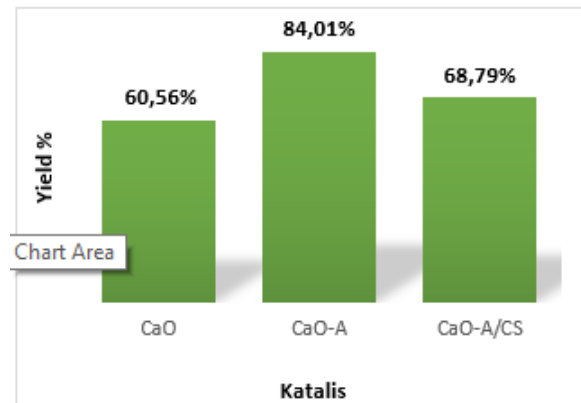
Laju Alir dapat memperkirakan viskositas yang dimiliki dari produk biodisel yang dihasilkan. Semakin tinggi laju alir maka menyebabkan viskositas semakin rendah. Namun jika laju alir rendah maka viskositas yang dimiliki rendah. Pengujian laju alir dilakukan menggunakan rumus:

$$\text{Laju alir} = \frac{\text{Volume (mL)}}{\text{Waktu (s)}}$$

### 3.1 Yield Biodisel

Yield biodisel yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, katalis CaO yang dimodifikasi permukaannya memiliki aktivitas katalitik yang lebih tinggi dari yang tanpa modifikasi. Hasil ini ditunjukan oleh persen konversi dari kedua katalis yang dimodifikasi, baik dengan asam maupun dengan basa. Katalis CaO-A memiliki persen konversi paling tinggi (84,01%) diikuti oleh CaO/CS (68,79%) dan CaO (60,56%). Tingginya aktivitas

katalitik dari CaO-A disebabkan oleh meningkatnya kebasaaan pada permukaan CaO. Meningkatnya kebasaaan pada permukaan menyebabkan banyaknya trigliserida yang terkonversi menjadi biodisel. Pada CaO-A/CS pengaruh modifikasi permukaan dengan pemberian asam tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap konversi trigliserida menjadi biodisel. Hal ini disebabkan aktivitas katalitik asam sangat lambat dibanding basa pada konversi trigliserida menjadi biodisel.



Gambar 1. Persen yield biodisel yang dihasilkan

Rendahnya persen konversi pada CaO-A/CS bisa disebabkan adanya CaO yang larut ketika disulfonasi dengan  $H_2SO_4$  menghasilkan larutan  $CaSO_4$ . Larutnya CaO dalam  $H_2SO_4$  menyebabkan kurangnya jumlah CaO yang dihasilkan saat proses pembentukan komposit (Bilgin et al., 2015)

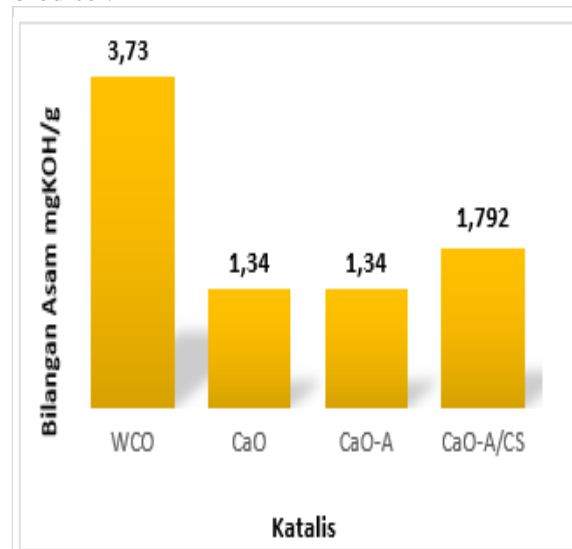
### 3.2 Bilangan Asam

Bilangan asam menggambarkan jumlah asam lemak bebas dari sampel. Bilangan asam biodisel yang dihasilkan dilihat pada gambar 2.

Pada gambar 2 terlihat bahwa biodisel yang dihasilkan memiliki bilangan asam berkisar dari 1,34 - 2,24 mgKOH/g. Jika dibandingkan dengan bilangan asam bahan baku minyak jelantah yaitu sebesar 3,73 mgKOH/g, maka bilangan asam dari produk biodisel yang dihasilkan menunjukkan penurunan dari minyak sumbernya. jelas telah mengalami penurunan.

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa CaO-A/CS memiliki bilangan asam yang lebih tinggi daripada CaO dan CaO-A. Fenomena ini dapat dibahas oleh dua faktor yaitu berkurangnya kadar CaO dalam komposit karena membentuk  $CaSO_4$  dan lepasnya gugus sulfonat dari sampel. Berkurangnya CaO menyebabkan berkurangnya situs basa, sementara lepasnya gugus sulfonat

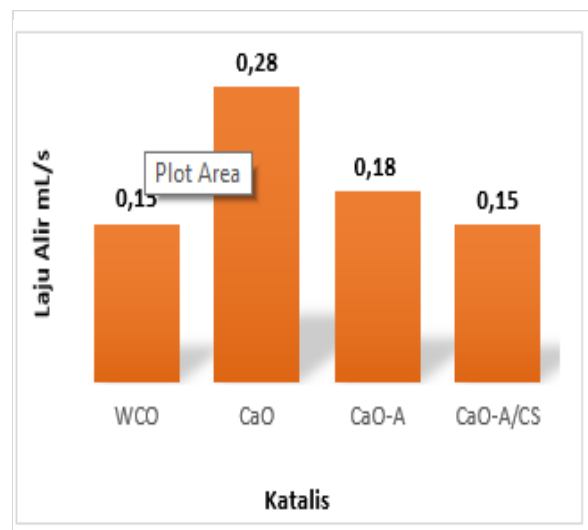
meningkatkan jumlah asam dalam produk biodisel.



Gambar 2. Bilangan asam yang dihasilkan

### 3.3 Laju Alir

Laju alir dapat digunakan untuk menggambarkan viskositas yang dimiliki biodisel (Ishola et al., 2020). Tingginya nilai viskositas suatu bahan menunjukkan bahwa bahan tersebut susah mengalir. Pada konteks biodiesel, viskositas yang tinggi dapat menyebabkan deposit pada mesin karena proses pembakaran minyak tidak sempurna. Laju alir yang dihasilkan dilihat pada gambar 3.



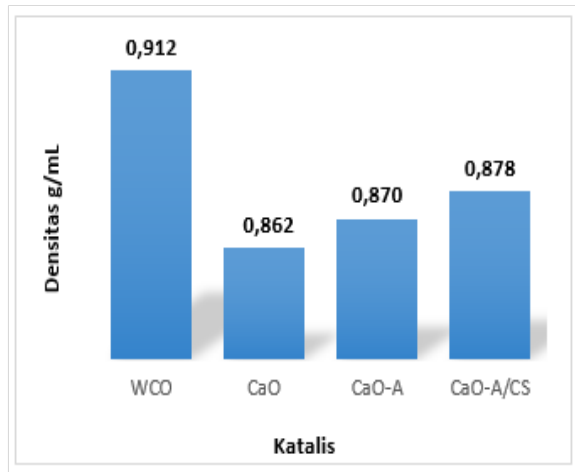
Gambar 3. Laju alir biodisel yang dihasilkan

Laju alir dari biodisel yg dihasilkan menggunakan katalis memiliki urutan sebagai

berikut  $\text{CaO} > \text{CaO-A} > \text{CaO-A/CS}$ . Biodisel yang dihasilkan dari  $\text{CaO-A/CS}$  memiliki laju alir yang rendah dan sama dengan minyak jelantah. Meningkatnya laju alir dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor pertama adalah terbentuknya garam asam lemak (sabun). Faktor kedua adalah kelebihan massa katalis meningkatkan viskositas sehingga mengurangi difusi antara reaktan dan katalis yang menyebabkan produksi ester lebih rendah. Faktor ketiga adalah kelebihan massa katalis juga dapat menyebabkan biodiesel yang dihasilkan dapat terabsorpsi pada permukaan katalis yang digunakan. Namun, jika jumlah katalis sedikit, sebagian besar trigliserida minyak tidak dapat dikonversi menjadi metil ester selama reaksi transesterifikasi (Bilgin, Gülüm, Koyuncuoglu, Nac, & Cakmak, 2015; Lani, Ngadi, & Taib, 2017). Oleh sebab itu, untuk penelitian kedepan dilakukan optimasi rasio masa katalis  $\text{CaO}$  dari cangkang telur terhadap minyak digunakan untuk produksi biodisel dari minyak jelantah

### 3.4 Densitas

Densitas bahan bakar mempengaruhi massa bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang pembakaran. Dengan demikian, perubahan densitas bahan bakar akan mempengaruhi daya output mesin karena massa bahan bakar yang diinjeksikan berbeda. Standar densitas negara-negara Eropa berada di kisaran  $860\text{--}900 \text{ kg/m}^3$ . Densitas yang dihasilkan pada penelitian dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Densitas biodisel yang dihasilkan

Berdasarkan gambar 4 nilai densitas WCO jauh lebih tinggi dari densitas biodisel yang dihasilkan. Perubahan nilai densitas dari minyak jelantah dengan biodisel yang dihasilkan menunjukkan telah terjadinya konversi dari trigliserida menjadi biodiesel. Pada pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan nilai densitas biodiesel  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaO-A}$  dan  $\text{CaO-A/CS}$  berturut-turut adalah,  $0,862 \text{ g/mL}$ ,  $0,87 \text{ g/mL}$ , dan  $0,878 \text{ g/mL}$ . Nilai densitas yang tinggi dari katalis modifikasi bisa disebabkan oleh adanya sabun dan gliserol berlebih (Bilgin et al., 2015).

Nilai densitas yang dihasilkan sudah berada dalam range densitas biodiesel SNI untuk minyak jelantah ( $0,85 - 0,89 \text{ g/mL}$ ). Jika biodiesel memiliki densitas melebihi ketentuan maka akan terjadi reaksi tidak sempurna pada konversi minyak nabati. Biodiesel dengan densitas yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan terjadinya pembakaran yang tidak sempurna (Ishola et al., 2020).

## IV CONCLUSION

Katalis  $\text{CaO}$  dari cangkang telur ayam yang dimodifikasi dengan impregnasi basa dan karbon tersulfonasi menunjukkan aktivitas katalitik dalam mengkonversi WCO menjadi biodisel. Hal ini dapat dilihat dari persen yield, bilangan asam, laju alir dan densitas. Optimasi perlu dilakukan untuk modifikasi dengan impregnasi basa dan komposit karbon tersulfonasi untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Umar Kalmar Nizar, M.Si, Ph.D sebagai dosen pembimbing didalam pembuatan artikel riset ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Universitas Negeri Padang, atas bantuan dana penelitiannya dan juga untuk Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang atas sarana dan dukungannya.



### Bibliography

- [1] Abdullah, S. H. Y. S., Hanapi, N. H. M., Azid, A., Umar, R., Juahir, H., Khatoon, H., & Endut, A. (2017). A review of biomass-derived heterogeneous catalyst for a sustainable biodiesel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70(September 2015), 1040–1051. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.008>
- [2] Bilgin, A., Gülüm, M., Koyuncuoglu, İ., Nac, E., & Cakmak, A. (2015). *Determination of transesterification reaction parameters giving the lowest viscosity waste cooking oil biodiesel*. 195, 2492–2500. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.318>
- [3] Borah, M. J., Devi, A., Saikia, R. A., & Deka, D. (2018). Biodiesel production from waste cooking oil catalyzed by in-situ decorated TiO<sub>2</sub> on reduced graphene oxide nanocomposite. *Energy*, 158, 881–889. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.079>
- [4] Ishola, F., Adelekan, D., Mamudu, A., Abodunrin, T., Aworinde, A., Olatunji, O., & Akinlabi, S. (2020). Biodiesel production from palm olein: A sustainable bioresource for Nigeria. *Heliyon*, 6(4), e03725. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03725>
- [5] Konwar, L. J., Boro, J., & Deka, D. (2018). Activated Carbon Supported CaO from Waste Shells as a Catalyst for Biodiesel Production. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 40(6), 601–607. <https://doi.org/10.1080/15567036.2012.733483>
- [6] Lani, N. S., Ngadi, N., & Taib, M. R. (2017). Parametric study on the transesterification reaction by using cao/silica catalyst. *Chemical Engineering Transactions*, 56, 601–606. <https://doi.org/10.3303/CET1756101>
- [7] Mohadi, R., Anggraini, K., Riyanti, F., & Lesbani, A. (2016). Preparation Calcium Oxide From Chicken Eggshells. *Sriwijaya Journal of Environment*, 1(2), 32–35. <https://doi.org/10.22135/sje.2016.1.2.32-35>
- [8] Nizar, U. K., Hidayatul, J., Sundari, R., Bahrizal, B., Amran, A., Putra, A., Latisma Dj, L., & Dewata, I. (2018). The Effect of Titanium Tetrahedral Coordination of Silica-Titania Catalyst on the Physical Properties of Biodiesel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 335(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/335/1/012036>
- [9] Rohim, R., Ahmad, R., Ibrahim, N., Hamidin, N., & Azner Abidin, C. Z. (2014). Characterization of calcium oxide catalyst from eggshell waste. *Advances in Environmental Biology*, 8(22), 35–38.
- [10] Sahar, Sadaf, S., Iqbal, J., Ullah, I., Bhatti, H. N., Nouren, S., Habib-ur-Rehman, Nisar, J., & Iqbal, M. (2018). Biodiesel production from waste cooking oil: An efficient technique to convert waste into biodiesel. *Sustainable Cities and Society*, 41(December 2017), 220–226. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.05.037>
- [11] Yang, L., Lv, P., Yuan, Z., Luo, W., Li, H., Wang, Z., & Miao, C. (2012). Synthesis of biodiesel by different carriers supported KOH catalyst. *Advanced Materials Research*, 581–582(1), 197–201. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.581-582.197>