

## STUDI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK UKURAN *DROPLET* PADA BAHAN BAKAR CAMPURAN BIODIESEL-ETHANOL

I Ketut Gede Wirawan<sup>1\*</sup>, Ainul Ghurri<sup>1</sup>, Ketut Astawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran Kabupaten Badung Bali.

\*ikgwirawan@unud.ac.id

### Abstrak

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mencari energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar diesel, dimana salah satunya adalah biodiesel. Biodiesel masih mengalami kendala pada mesin Diesel, karena viskositas dan densitasnya lebih tinggi dibandingkan minyak diesel. Hal tersebut mengakibatkan kinerja dari mesin diesel tidak optimal. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan beberapa cara, salah satunya adalah penambahan zat aditif ethanol. Karakteristik campuran biodiesel-ethanol perlu diuji dari ukuran droplet agar mendekati minyak diesel. Pengujian ukuran droplet dilakukan pada bahan bakar diesel (B0), biodiesel (B100) dan campuran 95% biodiesel-5% ethano v/v (BE5). Tekanan injektor masing-masing bahan bakar divariasikan pada 2000, 2500 dan 3000 psi. Karakteristik semprotan yang dibandingkan adalah ukuran droplet ( $\delta$ ). Dari hasil pengujian diperoleh BE5 mempunyai karakteristik yang mendekati B0 jika dibandingkan dengan B100. Jadi, semakin tinggi tekanan injeksi yang diberikan pada injektor, maka ukuran droplet yang dihasilkan semakin kecil pada masing-masing jenis bahan bakar.

**Kata kunci:** biodiesel, campuran biodiesel-ethanol, diesel, ukuran droplet

### 1. PENDAHULUAN

Sumber energi yang dimiliki negara Indonesia yaitu minyak bumi ketersediaannya sangat terbatas. Di sisi lain, keberadaan minyak bumi seperti minyak diesel apabila dieksploitasi terus-menerus akan habis. Sumber energi alternatif ramah lingkungan perlu dimanfaatkan untuk mengatasi masalah krisis energi, salah satunya adalah biodiesel.

Bahan baku biodiesel berasal dari nabati seperti minyak kedelai (Deyab dkk, 2019), biji bunga matahari (Hazrat dkk, 2018), biji jarak (Chaudhary dkk, 2018), biji jojoba (Sandouqa dan Al-Hamamre, 2018), kelapa sawit (Harahap dkk, 2018) atau dari lemak hewani (Sander dkk, 2018). Disamping itu biodiesel dapat juga dibuat dari *algae* (Mofijur, 2018) karena Indonesia merupakan negara maritim.

Biodiesel dari minyak goreng bekas (*waste cooking oil/ WCO*), dimana notabene merupakan minyak kelapa sawit cukup banyak ditemukan pada industri pangan dan rumah tangga di Indonesia. Biodiesel WCO potensial digunakan sebagai pengganti bahan minyak diesel karena kemiripan karakteristiknya. Selain itu biodiesel WCO merupakan bahan bakar yang dapat diperbaharui (*renewable*), mudah diproses, tidak mencemari lingkungan (*non-toksik*) serta mudah terurai secara alami. Biodiesel WCO memiliki banyak kelebihan sebagai bahan bakar alternatif, seperti angka setana tinggi, pengurangan hidrokarbon dan *particulate matter* dibandingkan dengan bahan bakar minyak diesel (Park, Suh, & Lee, 2010).

Biodiesel WCO memiliki kekurangan yaitu mengandung nilai viskositas yang tinggi sehingga akan mengganggu kinerja pada mesin. Salah satu cara menurunkan nilai viskositasnya adalah dengan menambahkan zat aditif ethanol (Corral-Gómez dkk, 2019).

Campuran/ *blending* biodiesel-ethanol bertujuan untuk mengetahui karakteristik ukuran *droplet*-nya. Ukuran *droplet blending* biodiesel-diesel kemudian dibandingkan dengan minyak diesel dan biodiesel murni.

### 2. METODOLOGI

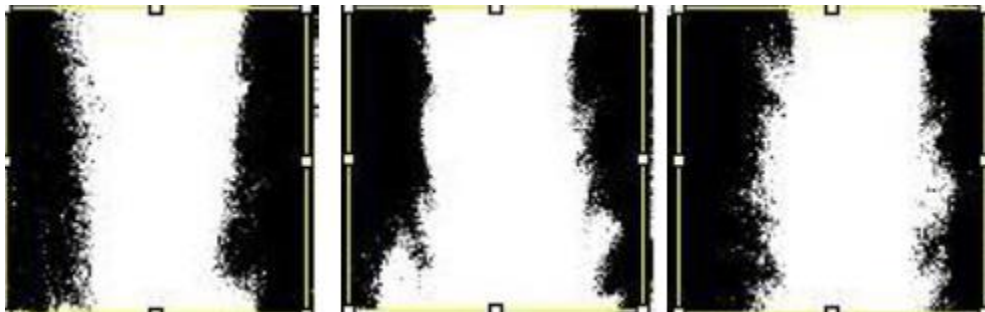
Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental. Variabel yang diuji meliputi variabel bebas dan terikat. Variabel bebas terdiri dari beberapa jenis bahan bakar yaitu: minyak diesel (B0), campuran 95% biodiesel-5% ethanol (BE5) dan biodiesel murni (B100). Selain itu, tekanan juga

divariasikan pada 2000, 2500 dan 3000 psi. Tekanan injeksi setiap jenis bahan bakar menghasilkan semburan di ujung nosel.

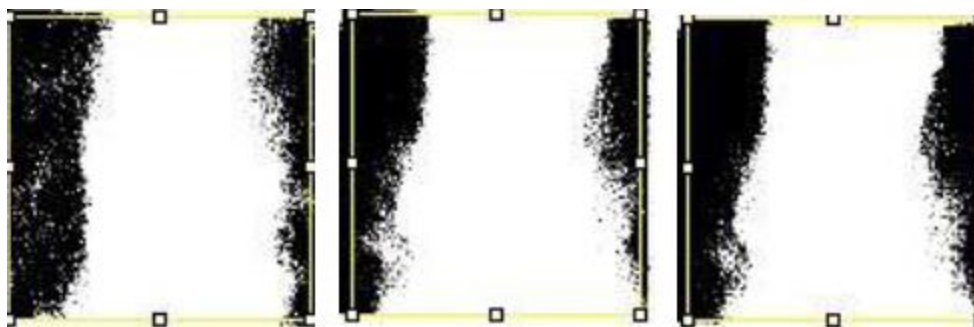
Semburan pada setiap variasi tekanan di-capture dengan menggunakan kamera. Foto semburan *droplet* dianalisis dengan software ImageJ. File foto dicetak (print screen), kemudian klik analyze dan pilih set scale. Data panjang penggaris dimasukkan pada kolom known distance dan isi satuan pada kolom units, lalu klik OK. Gambar diubah menjadi 8-bit di kolom image, kemudian pilih adjust, dan pilih threshold. Pada kolom threshold, pilih auto kemudian apply. Pilih analyze particles untuk menganalisis partikel yang terdeteksi setelah dilakukan thresholding pada gambar, dan check pada kolom display results dan summarize.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

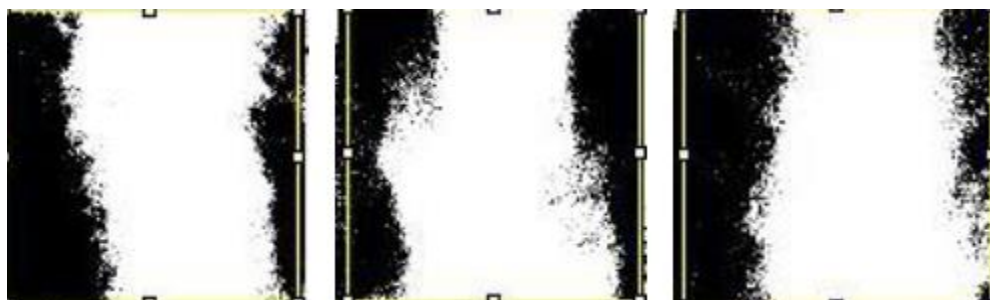
Analisis terhadap hasil foto dilakukan dengan *tool ImageJ* untuk mendapatkan ukuran *droplet*. Pengulangan data dilakukan sebanyak tiga kali pada variasi tekanan dan jenis bahan bakar. Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan hasil analisis *ImageJ* minyak diesel pada 2000, 2500, 3000 psi.



Gambar 1. Minyak diesel pada 2000 psi



Gambar 2. Minyak diesel pada 2500 psi

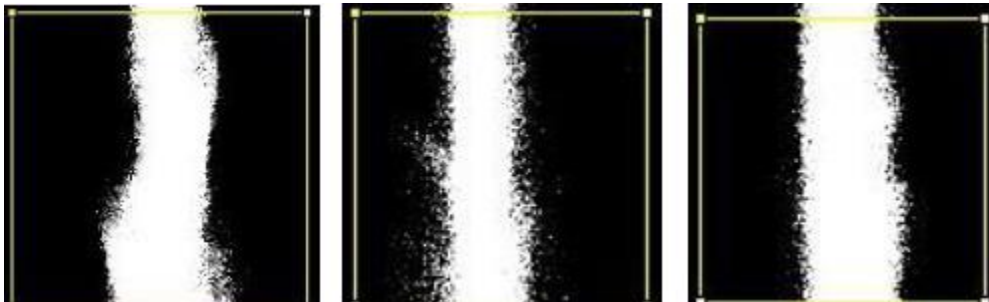


Gambar 3. Minyak diesel pada 3000 psi

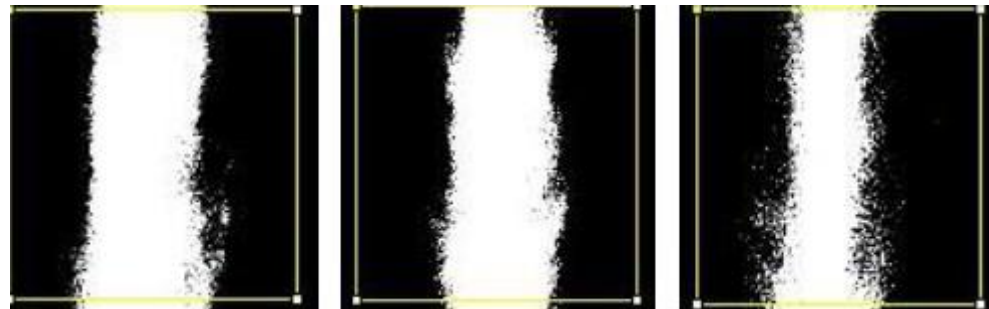
Gambar Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan hasil analisis ImageJ biodiesel pada 2000, 2500, 3000 psi.



Gambar 4. Biodiesel pada 2000 psi



Gambar 5. Biodiesel pada 2500 psi

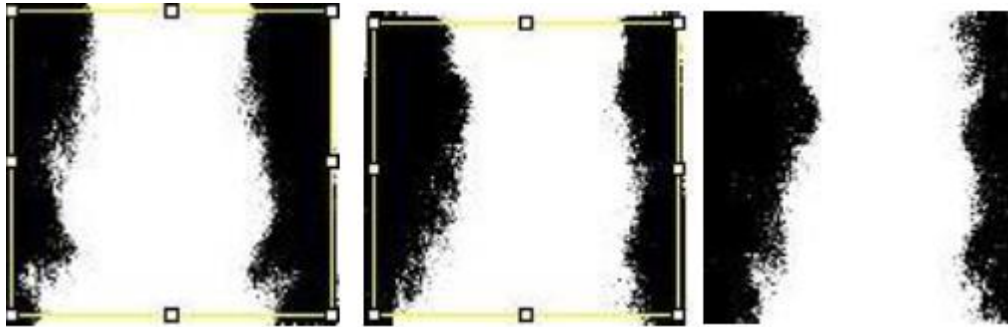


Gambar 6. Biodiesel pada 3000 psi

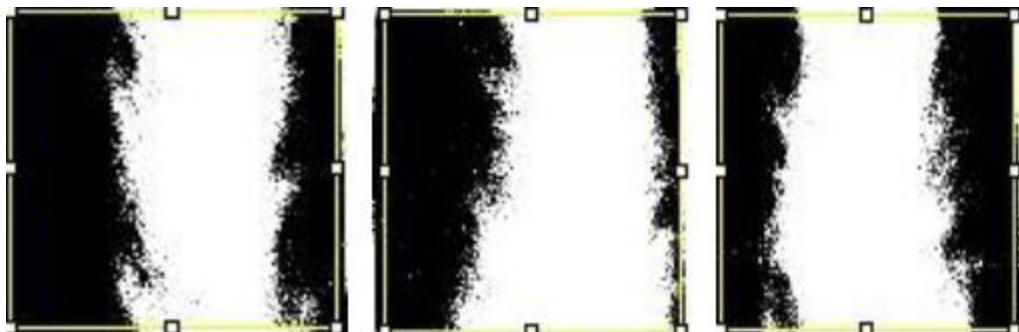
Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan hasil analisis *ImageJ* biodiesel-ethanol (BE5) pada 2000, 2500, 3000 psi.



Gambar 7. Biodiesel-ethanol (BE5) pada 2000 psi



Gambar 8. Biodiesel-ethanol (BE5) pada 2500 psi



Gambar 9. Biodiesel-ethanol (BE5) pada 3000 psi

Berdasarkan Gambar Gambar 1 sampai dengan Gambar 9, ukuran *droplet* diperoleh dari hasil *software ImageJ*. Data yang telah dikumpulkan dimuat dalam Tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1. Data ukuran *droplet* Minyak diesel (B0) pada variasi tekanan

No.	Ukuran <i>droplet</i> ( $\mu\text{m}$ )		
	2000 psi	2500 psi	3000 psi
1	15	17	15
2	16	14	13
3	14	15	14

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan injeksi diberikan pada minyak diesel maka ukuran *droplet* menjadi mengecil. Ukuran *droplet* terkecil didapat pada pengulangan kedua di tekanan 3000 psi yaitu sebesar 13  $\mu\text{m}$ .

Tabel 2. Data ukuran *droplet* Biodiesel (B100) pada variasi tekanan

No.	Ukuran <i>droplet</i> ( $\mu\text{m}$ )		
	2000 psi	2500 psi	3000 psi
1	26	24	23
2	25	25	24
3	27	25	26

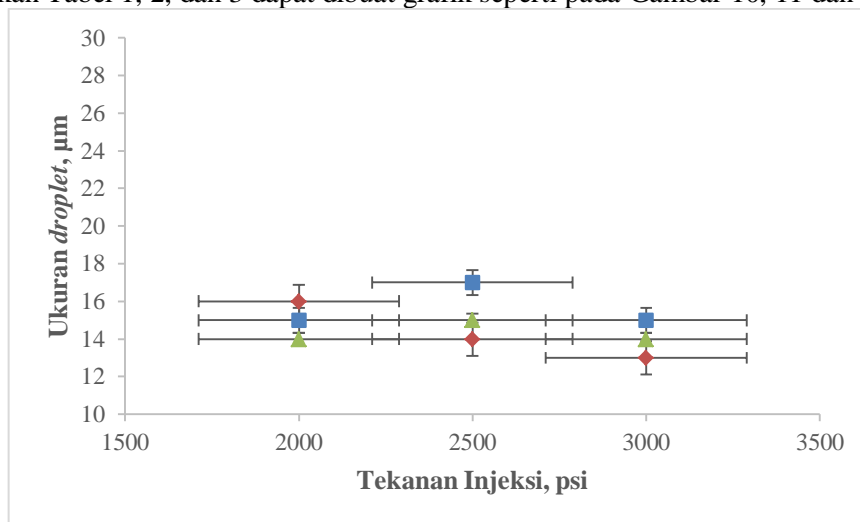
Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan injeksi diberikan pada biodiesel maka ukuran *droplet* menjadi mengecil. Ukuran *droplet* terkecil didapat pada pengulangan pertama di tekanan 3000 psi yaitu sebesar 23  $\mu\text{m}$ .

Tabel 3. Data ukuran *droplet* Biodiesel-Ethanol (BE5) pada variasi tekanan

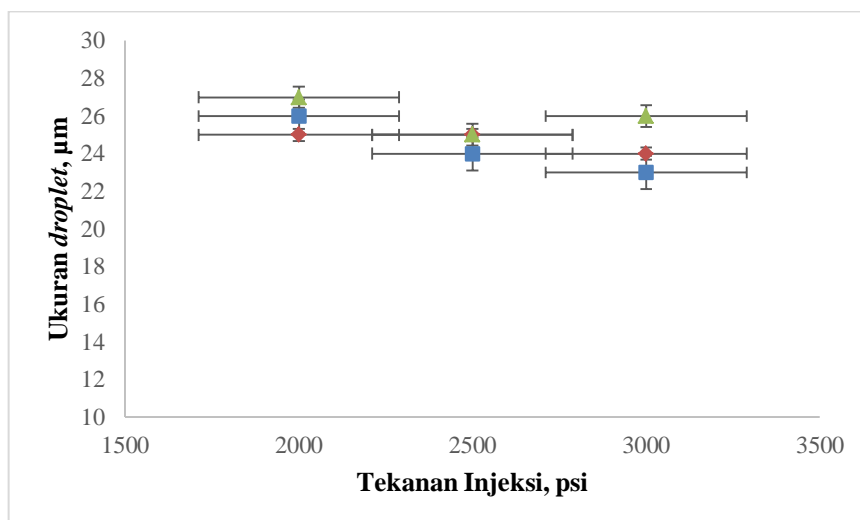
No.	Ukuran <i>droplet</i> ( $\mu\text{m}$ )		
	2000 psi	2500 psi	3000 psi
1	18	18	19
2	17	17	16
3	21	19	16

Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan injeksi diberikan pada campuran biodiesel-ethanol maka ukuran *droplet* menjadi mengecil. Ukuran *droplet* terkecil didapat pada pengulangan kedua dan ketiga di tekanan 3000 psi yaitu sebesar 16  $\mu\text{m}$ .

Berdasarkan Tabel 1, 2, dan 3 dapat dibuat grafik seperti pada Gambar 10, 11 dan 12.

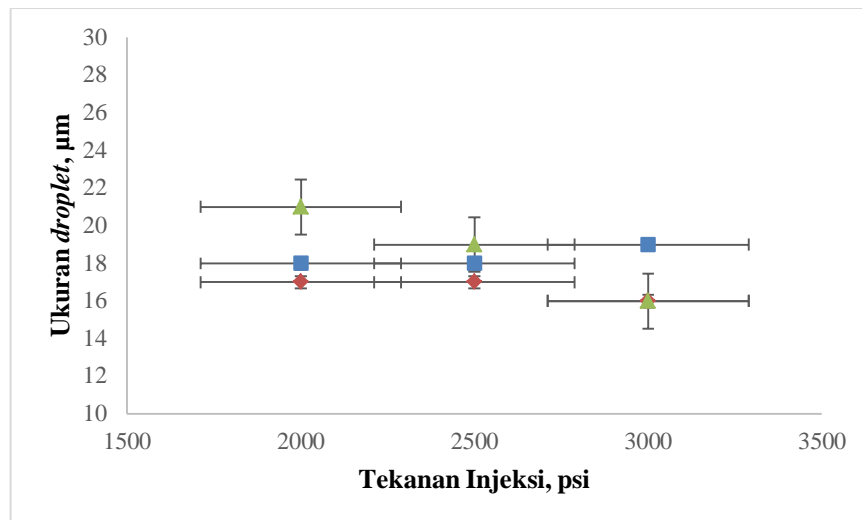


Gambar 10. Hubungan tekanan injeksi terhadap ukuran *droplet* pada minyak diesel



Gambar 11. Hubungan tekanan injeksi terhadap ukuran *droplet* pada biodiesel





Gambar 12. Hubungan tekanan injeksi terhadap ukuran *droplet* pada BE5

Berdasarkan grafik yang dimuat pada Gambar 10, 11, dan 12, terlihat bahwa kenaikan tekanan pada bahan bakar menyebabkan ukuran butir menjadi lebih halus atau kecil. Cairan dari bahan bakar mengalami perubahan fase dari cair ke gas, dimana disini terjadi proses atomisasi. Bahan bakar ketika diberi tekanan maka akan mengalami tahapan berikut, yaitu lembaran tipis (*sheet*), ikatan (*ligament*) dan butiran (*droplet*).

*Blended biodiesel-ethanol* memiliki ukuran *droplet* lebih halus dibandingkan biodiesel. Hal ini diakibatkan oleh menurunnya viskositas. Ukuran *droplet* BE5 berada diantara minyak diesel dan biodiesel.

#### 4. SIMPULAN

Bahan bakar minyak diesel, biodiesel dan campuran biodiesel-ethanol dibandingkan karakteristik ukuran *droplet* yang terbentuk. Semakin tinggi tekanan injeksi pada ketiga bahan bakar, maka ukuran *droplet* semakin mengecil.

Hasil pengamatan terhadap ukuran *droplet* yang dihasilkan dapat diurutkan dari kecil sampai besar berturut-turut sebagai berikut: minyak diesel, campuran biodiesel-ethanol dan biodiesel murni.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada Ketua Badan Riset dan Pengabdian Masyarakat DIKTI dengan kontrak nomor: 2476.1/UN14.2.5.II/L.T/2019, tanggal 10 April 2019 melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM), Universitas Udayana, Bali.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Chaudhary, A., Gupta, A., Kumar, S. and Kumar, R., 2019. Pool fires of jatropha biodiesel and their blends with petroleum diesel. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 101, pp.175-185.
- Corral-Gómez, L., Rubio-Gómez, G., Martínez-Martínez, S. and Sánchez-Cruz, F.A., 2019. Effect of diesel-biodiesel-ethanol blends on the spray macroscopic parameters in a common-rail diesel injection system. *Fuel*, 241, pp.876-883.
- Deyab, M.A., Corrêa, R.G.C., Mazzetto, S.E., Dhmees, A.S. and Mele, G., 2019. Improving the sustainability of biodiesel by controlling the corrosive effects of soybean biodiesel on aluminum alloy 5052 H32 via cardanol. *Industrial Crops and Products*, 130, pp.146-150.
- El-Din, M.N., Mishrif, M.R., Gad, M.S. and Keshawy, M., 2019. Performance and exhaust emissions of a diesel engine using diesel nanoemulsions as alternative fuels. *Egyptian Journal of Petroleum*, 28, pp.197-204.
- Gali, N.K., Yang, F., Cheung, C.S. and Ning, Z., 2017. A comparative analysis of chemical components and cell toxicity properties of solid and semi-volatile PM from diesel and biodiesel blend. *Journal of Aerosol Science*, 111, pp.51-64.



- Habibullah, M., Masjuki, H.H., Kalam, M.A., Rahman, S.A., Mofijur, M., Mobarak, H.M. and Ashraful, A.M., 2015. Potential of biodiesel as a renewable energy source in Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, pp.819-834.
- Harahap, F., Silveira, S. and Khatiwada, D., 2019. Cost competitiveness of palm oil biodiesel production in Indonesia. *Energy*, 170, pp.62-72.
- Hazrat, M.A., Rasul, M.G., Khan, M.M.K., Ashwath, N. and Rufford, T.E., 2019. Emission characteristics of polymer additive mixed diesel-sunflower biodiesel fuel. *Energy Procedia*, 156, pp.59-64.
- Mofijur, M., Rasul, M.G., Hassan, N.M.S. and Nabi, M.N., 2019. Recent development in the production of third generation biodiesel from microalgae. *Energy Procedia*, 156, pp.53-58.
- Rahman, M.M., Pourkhesalian, A.M., Jahirul, M.I., Stevanovic, S., Pham, P.X., Wang, H., Masri, A.R., Brown, R.J. and Ristovski, Z.D., 2014. Particle emissions from biodiesels with different physical properties and chemical composition. *Fuel*, 134, pp.201-208.
- Sander, A., Koščak, M.A., Kosir, D., Milosavljević, N., Vuković, J.P. and Magić, L., 2018. The influence of animal fat type and purification conditions on biodiesel quality. *Renewable energy*, 118, pp.752-760.
- Sandouqa, A. and Al-Hamamre, Z., 2019. Energy analysis of biodiesel production from jojoba seed oil. *Renewable energy*, 130, pp.831-842.