

Rachmat Subagyo

Tenaga Pengajar (Dosen)
Universitas Lambung Mangkurat
Program Studi Teknik Mesin
rachmatsubagyo@ulm.ac.id

Herry Irawansyah

Tenaga Pengajar (Dosen)
Universitas Lambung Mangkurat
Program Studi Teknik Mesin
herryirawansyah@ulm.ac.id

Bayu Aditya Wisnu

Mahasiswa S1
Universitas Lambung Mangkurat
Program Studi Teknik Mesin
bayuaditya153@yahoo.com

UJI KARAKTERISTIK PEMBAKARAN DROPLET CAMPURAN MINYAK JAGUNG- SOLAR

Corn oil may be one of the solutions to overcome biodiesel mixing as a substitute for fossil energy. In this study, we investigate the combustion characteristics of a mixture of corn oil with diesel oil. We used corn oil mixed with diesel oil using percentages 10%, 20%, 30%, 40%, and 50%. Characteristics of combustion were investigated by the time of ignition, visualization (height of fire and color of fire), flame temperature, and rate of combustion. The results show the highest ignition delay time is shown by a mixture percentage of 50%, which is 6,28 s. The flame of combustion has a yellow color. The highest flame was shown by the percentage of the mixture 10% that was as high as 66mm. The highest flame temperature in the percentage of 50% mixture with a temperature of 63,7°C. The highest combustion rate test results are shown by a 50% mixed percentage that is 0.849 s.

Keywords : Droplets, Corn Oil, Combustion.

1. PENDAHULUAN

Sumber energi utama yang saat ini digunakan untuk sektor industri dan transportasi adalah bahan bakar fosil, pertumbuhan populasi penduduk membuat peningkatan permintaan energi terus meningkat namun berbanding terbalik dengan sumber cadangan minyak yang terus menipis serta efek berbahaya dari emisi bahan bakar fosil yang membuat beban agar dapat membuat dan menerapkan energi alternatif terbaharukan.

Biodiesel merupakan alternatif pengganti bahan bakar fosil yang terbuat dari sumber terbarukan yaitu lemak hewani dan minyak nabati. Biodiesel memiliki keunggulan dibandingkan bahan bakar fosil termasuk biodegradable, tidak beracun, gas sulfur, CO₂ yang rendah serta dipastikan lebih ramah lingkungan

Pengurangan konsumsi bahan bakar fosil telah diarahkan oleh kebijakan energi nasional dan digantikan dengan pengkonsumsian bahan bakar diesel. Kesamaan yang dimiliki biodiesel dengan bahan bakar fosil membuat biodiesel dapat diterapkan pada mesin diesel dengan sedikit modifikasi bahkan tanpa modifikasi sedikitpun, peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 25 tahun 2013 tentang peraturan penggunaan biodiesel menargetkan penggunaan biodiesel di bidang komersial dan industri tahun 2025 sebesar 20%

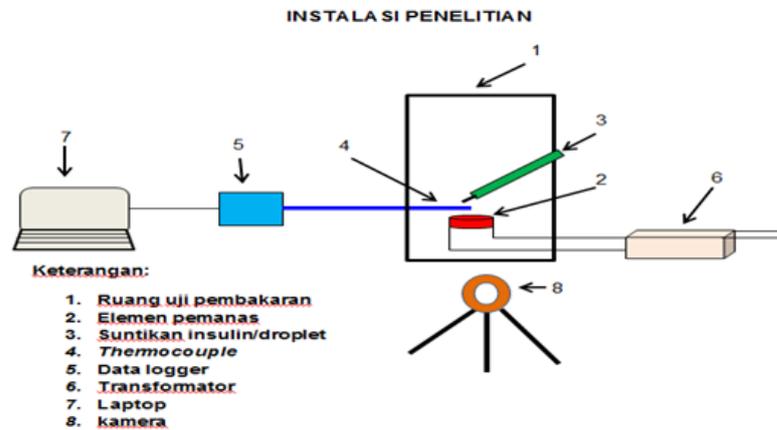
Berbagai penelitian yang telah dilakukan dengan mencampurkan minyak nabati dengan bahan bakar solar dinilai menjadi sumber energi potensial yang dapat menggantikan bahan bakar fosil. [1]–[4] Salah satu minyak nabati yang dapat digunakan sebagai campuran bio-diesel adalah minyak jagung (corn oil). Penggunaan minyak jagung yang ditambahkan pada solar dapat meningkatkan performa mesin dan mengurangi emisi gas buang, serta mengurangi masalah penyumbatan filter (filter clogging)[5]–[10].

Dari penjelasan yang telah dipaparkan sebelumnya maka penulis akan melakukan penelitian tentang pencampuran biodiesel antara minyak (jagung + solar) terhadap karakteristik pembakaran droplet yang meliputi ignition delay time, visualisasi api, temperature flash point, dan burning rate.

2. METODE DAN BAHAN

Minyak jagung yang diperoleh dari industri rumahan pengolahan minyak jagung yang ada di wilayah Banjarbaru. Sampel uji disiapkan dengan cara mencampurkan minyak jagung dengan solar sesuai dengan variasi persentase yang ditentukan. Butir droplet campuran minyak jagung dengan solar pada persentase 10%,

20%, 30%, 40%, dan 50%. Setiap campuran dimasukkan ke dalam injektor droplet dan diteteskan dengan ukuran diameter 1 mm ke atas *thermocouple*. Butiran droplet kemudian dibakar dan dilakukan pengamatan fenomena pembakarannya, meliputi: *burning rate*, *ignition delay time*, temperatur maksimum, dan tinggi api. Skema instalasi pembakaran droplet ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



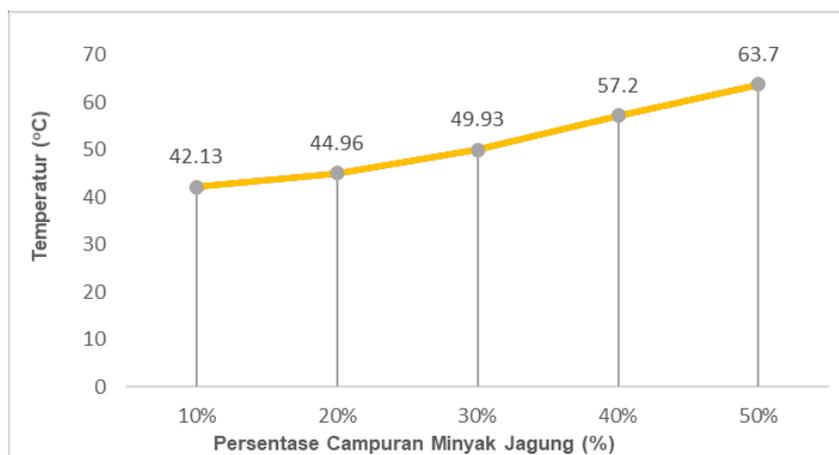
Gambar 1. Instalasi Penelitian

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah:

- a. Meletakkan kamera dengan posisi 50 cm di depan alat uji
- b. Menyiapkan bahan uji
- c. Meneteskan bahan uji pada titik tetes dengan alat yang disediakan
- d. Menyalakan elemen pemanas kemudian elemen pemanas digeser ke titik yang telah ditentukan

3. HASIL DAN DISKUSI

Pengaruh persentase campuran minyak jagung – solar terhadap flash point dapat dilihat pada gambar 3 berikut.

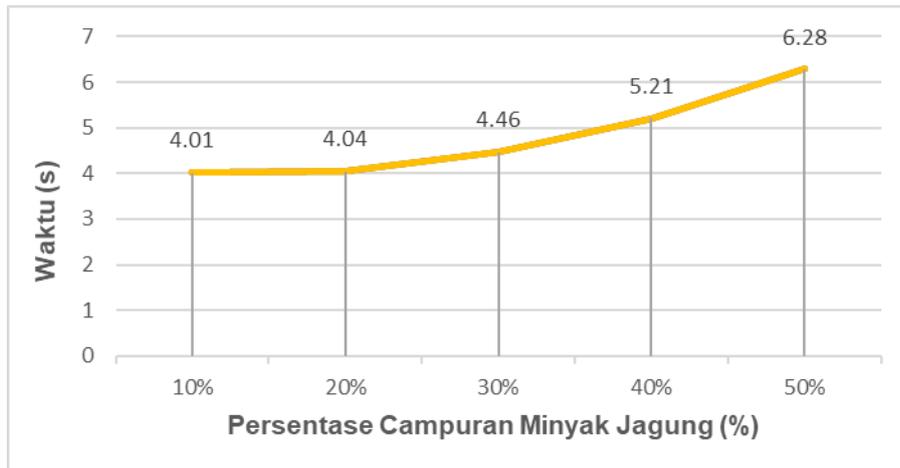


Gambar 2. Grafik pengaruh persentase campuran minyak jagung – solar terhadap *flash point*

Gambar 2 menunjukkan nilai titik nyala terendah ditunjukkan pada campuran minyak jagung dengan solar pada persentase 10% dengan temperatur titik nyala 42,13°C, sedangkan nilai titik nyala tertinggi ditunjukkan pada campuran minyak jagung dengan solar pada persentase 50% dengan nilai temperatur titik nyala 63,7°C. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan persentase campuran minyak jagung dengan bahan bakar diesel meningkatkan titik nyala yang dihasilkan. Titik nyala pada bahan bakar diesel umumnya 50°C-60°C dalam campuran minyak jagung dan diesel dengan campuran 50% memiliki nilai titik nyala tertinggi 63,7°C ini karena minyak jagung memiliki ikatan rangkap dimana ikatan rangkap lebih sulit untuk putus daripada ikatan tunggal sehingga membutuhkan energi yang lebih besar, inilah yang menyebabkan campuran minyak jagung dan diesel dengan persentase 50% memiliki nilai titik nyala yang lebih tinggi.

3.1 Ignition Delay Time

Pengaruh persentase campuran minyak jagung – solar pada ignition delay time dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.

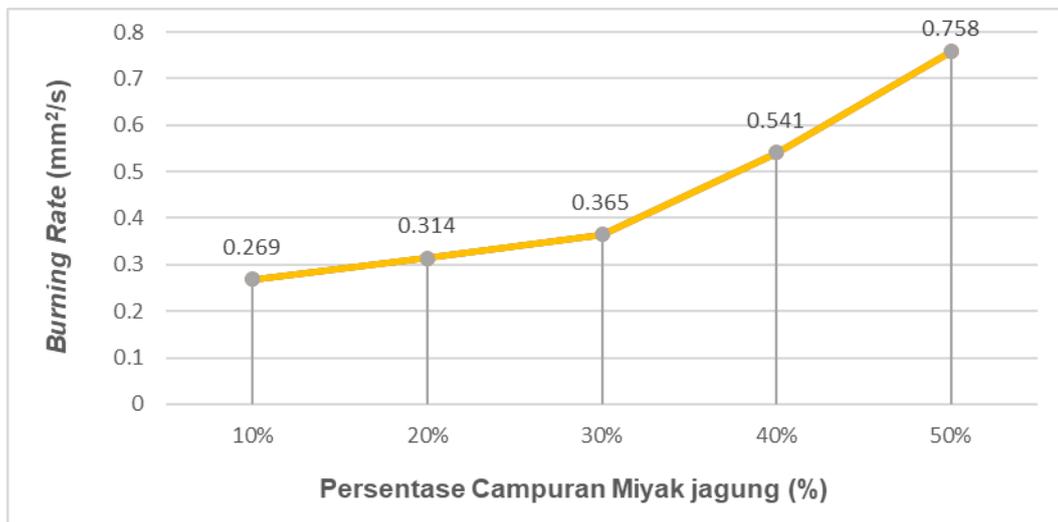


Gambar 3. Grafik pengaruh persentase campuran minyak jagung – solar terhadap *ignition delay time*

Gambar 3 menunjukkan bahwa waktu tunda pengapian terendah yang diperoleh dari campuran 10% adalah 4,01s dan hasil waktu tunda pengapian tertinggi pada campuran 50% yaitu 6,28s. Waktu tunda penyalaan telah meningkat dengan meningkatnya persentase campuran minyak dalam bahan bakar diesel. Ini menunjukkan bahwa minyak jagung memiliki titik nyala lebih tinggi dibandingkan dengan minyak diesel yang memiliki titik nyala jauh lebih rendah. Titik nyala sendiri adalah titik penyalaan bahan bakar pada temperature terendah, di mana bahan bakar akan membuat uap kemudian bercampur dengan udara dan akan membentuk campuran yang mudah terbakar. Kemudian semakin tinggi nilai titik nyala, semakin lama penyalaan bahan bakar. Hal ini juga dibuktikan dengan penelitian menggunakan campuran minyak jelantah dengan solar menunjukkan tren peningkatan yang sama terhadap *ignition delay time* dan flash point [11].

3.2 Burning Rate

Pengaruh dari persentase campuran minyak jagung – solar pada burning rate dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik pengaruh banyaknya campuran minyak jagung – solar pada burning rate

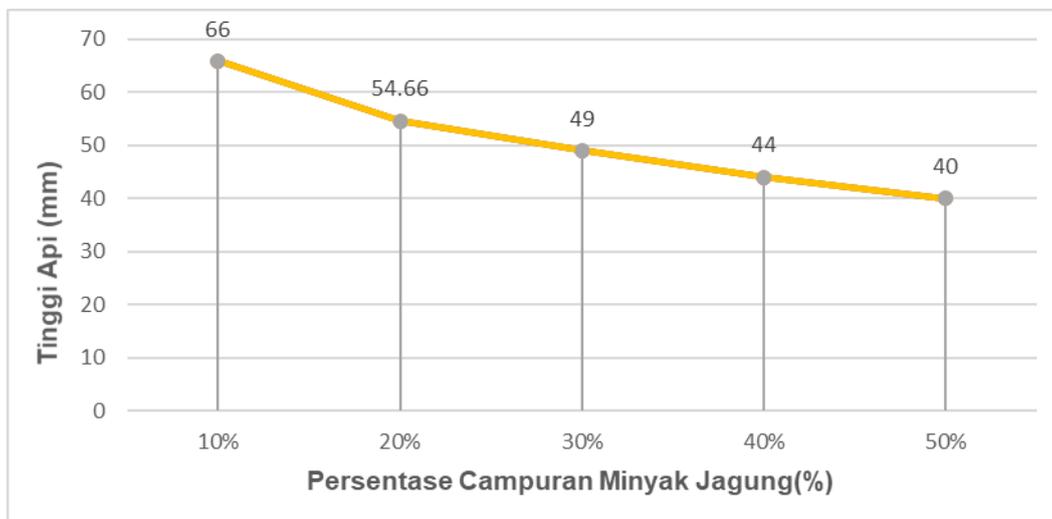
Pada gambar 4 menunjukkan nilai laju pembakaran terendah terjadi pada persentase 10% yaitu 0,269 mm²/s sedangkan nilai laju pembakaran tertinggi dalam campuran dengan persentase 50% adalah 0,758 mm²/s. Laju pembakaran diperoleh dari rasio antara diameter tetesan dibagi dengan lamanya waktu bahan bakar akan terbakar, jika waktu nyala saat membakar tetesan lama maka kecepatan pembakaran juga lebih lambat.

Laju pembakaran telah meningkat karena penambahan campuran minyak jagung ke bahan bakar diesel, ini juga disebabkan oleh minyak jagung yang mengandung asam lemak, dengan unsur ikatan kimia

$C_{11}H_{23}COOH$. Selain itu, minyak jagung memiliki atom O (oksigen) dalam molekulnya, sedangkan diesel dengan ikatan kimia $C_{14}H_{30}$ tidak memilikinya, kandungan oksigen dalam minyak jagung dapat membuat pembakaran cepat, karena jika dipanaskan atom oksigen dalam minyak jagung bereaksi terlebih dahulu dengan Atom H atom (hidrogen) dan C (karbon) dalam minyak jagung, membuat pembakaran juga lebih cepat sehingga nilai laju pembakaran meningkat.

3.3 Tinggi Api

Pengaruh tinggi nyala api campuran minyak jagung - solar dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Grafik Campuran Minyak Jagung - Solar Pada Tinggi Nyala Api

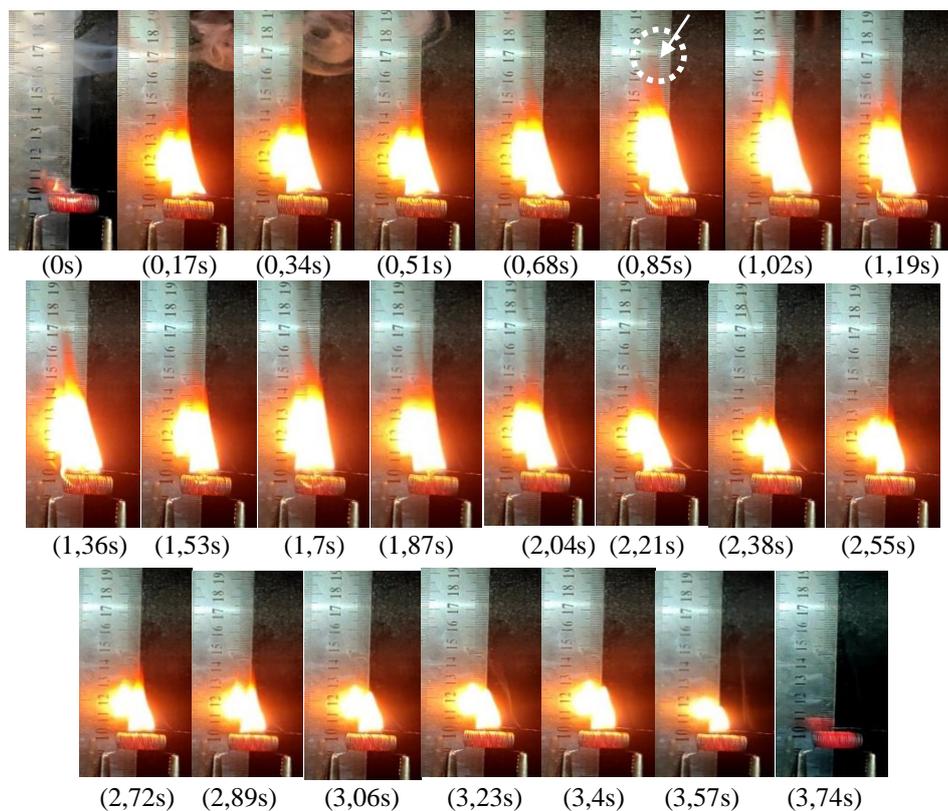
Gambar 5 menjelaskan grafik campuran minyak jagung dengan minyak diesel pada ketinggian api maksimum. Tinggi api maksimum tertinggi adalah pada persentase campuran 10% dengan 66 mm dan tinggi api maksimum terendah adalah pada persentase campuran 50% dengan 40 mm. Ketinggian api menurun dengan penambahan persentase pencampuran minyak jagung dalam minyak diesel.

Ketinggian nyala dipengaruhi oleh kecepatan penguapan dan difusi bahan bakar. Semakin cepat bahan bakar menguap dan berdifusi di udara, semakin tinggi api yang akan dihasilkannya. Minyak diesel memiliki tingkat penguapan dan difusi yang lebih cepat daripada minyak jagung. Minyak jagung memiliki laju pembakaran yang lebih cepat dibandingkan dengan minyak diesel / diesel, semakin banyak campuran minyak jagung yang dicampur minyak diesel / diesel, semakin tinggi laju reaksi pembakaran. Semakin tinggi laju reaksi pada pembakaran sehingga waktu nyala yang dihasilkan cukup pendek sehingga semakin tinggi api yang diperoleh semakin rendah.

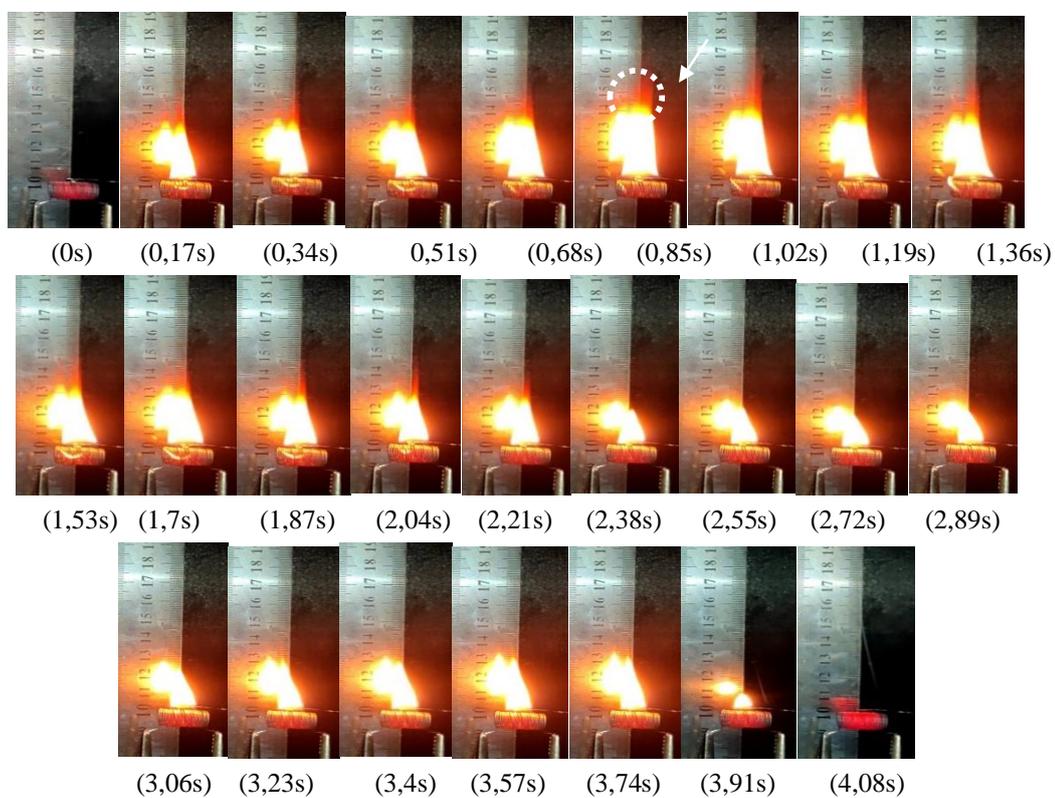
3.4 Visualisasi Api

Visualisasi api campuran minyak jagung dan solar ditunjukkan dalam Gambar dibawah ini. Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa campuran minyak jagung dan solar dengan persentase 10% dapat mencapai ketinggian maksimum membutuhkan waktu yang cepat. Mulai dari penyalaan pada saat 0,17s ketinggian api maksimum yang dapat dicapai dalam campuran minyak jagung dan diesel dengan persentase 10%, pada saat 1,02s, dengan ketinggian 69 mm. Kemudian setelah api mencapai titik tertinggi, ketinggian maksimum api secara bertahap berkurang kemudian api padam pada 3,74s. Pembakaran campuran dengan persentase 10% menghasilkan warna api yang dominan kuning.

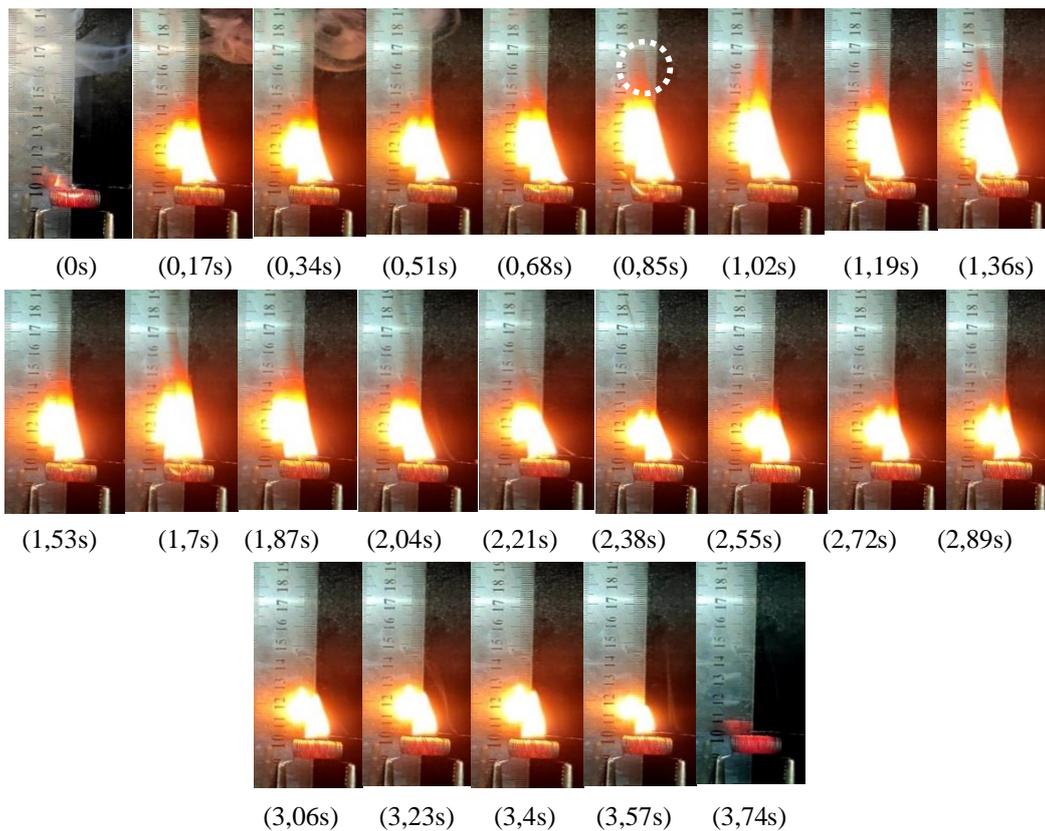
Pada Gambar 7 kita dapat melihat bahwa campuran minyak jagung dan diesel dengan persentase 20% dapat mencapai ketinggian maksimum membutuhkan waktu yang sama dengan campuran minyak jagung dan diesel dengan persentase 10%. Dimulai dengan penyalaan pada saat 0,17s ketinggian api maksimum yang dapat dicapai dalam campuran minyak jagung dan diesel dengan persentase 20%, yaitu pada saat 1,02s dengan nilai ketinggian api maksimum 58 mm. Kemudian setelah api mencapai titik tertinggi, ketinggian maksimum api berangsur-angsur berkurang kemudian api padam pada 4,08s, tetapi pemadaman api pada persentase 20% lebih lambat dari campuran minyak jagung dan diesel dengan persentase 10%. Pembakaran campuran dengan persentase 20% menghasilkan warna dominan api kuning.



Gambar 6. Visualisasi Api dengan persentase campuran minyak jagung 10%

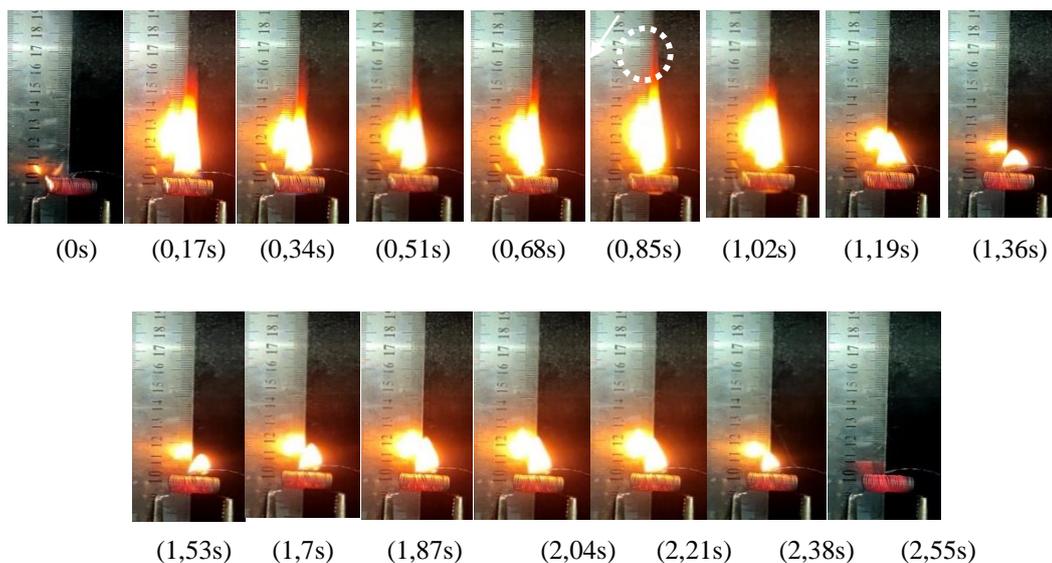


Gambar 7. Visualisasi Api Persentase Campuran minyak jagung 20%



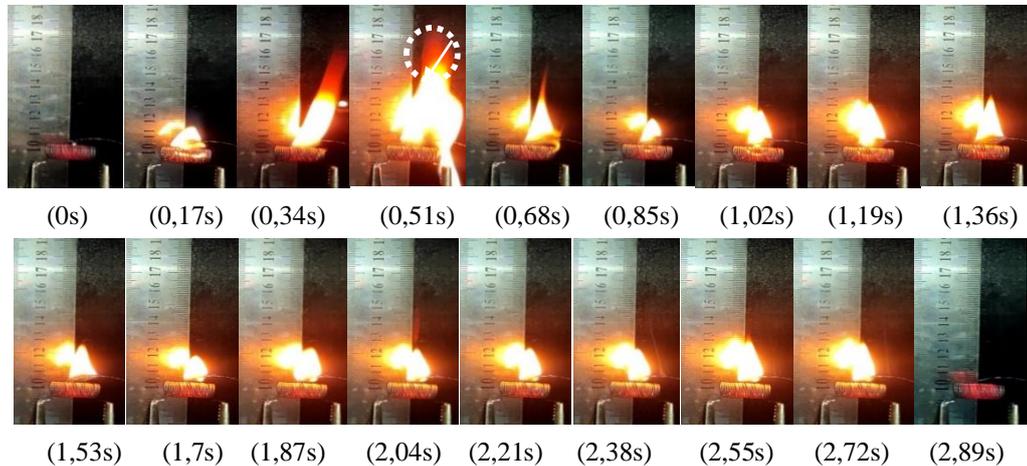
Gambar 8. Visualisasi Api Persentase Campuran minyak jagung 30%

Pada Gambar 8 kita dapat melihat bahwa campuran minyak jagung dan diesel dengan persentase 30% dapat mencapai ketinggian maksimum membutuhkan waktu yang sama dengan campuran minyak jagung dan diesel dengan persentase 10% dan 20%. Mulai dari penyalan pada waktu 0,17s ketinggian api maksimum yang dapat dicapai dalam campuran minyak jagung dan diesel dengan persentase 30%, yaitu pada saat 1,02s dengan ketinggian api maksimum yang dicapai adalah 50 mm. Kemudian setelah api mencapai titik tertinggi, ketinggian maksimum api secara bertahap berkurang kemudian api padam pada 3,74s. Pembakaran campuran dengan persentase 30% menghasilkan warna api yang dominan kuning.



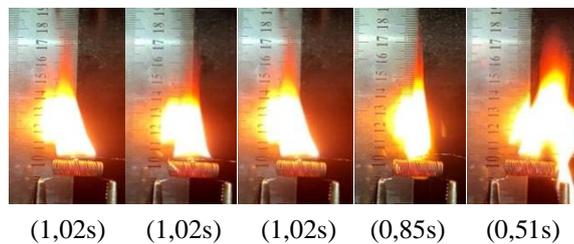
Gambar 9. Visualisasi Api Persentase Campuran minyak jagung 40%

Pada Gambar 9 dapat kita lihat bahwa campuran minyak jagung dan solar dengan persentase 40% dapat mencapai ketinggian maksimum memerlukan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan campuran minyak jagung dan solar dengan persentase 10%, 20% dan 30%. Dimulai saat penyalaan pada waktu ke 0,17s ketinggian api maksimum yang dapat dicapai pada campuran minyak jagung dan solar dengan persentase 40% yaitu pada waktu ke 0,85s dengan tinggi api maksimum yang dicapai yaitu 49 mm. Kemudian setelah api mencapai titik tertinggi maksimum tinggi api secara berangsur-angsur menurun kemudian api padam pada waktu 2,55s. Pembakaran campuran dengan persentase 40% menghasilkan warna api yang dominan kuning.



Gambar 10. Visualisasi Api Persentase Campuran minyak jagung 50%

Pada Gambar 10 kita dapat melihat bahwa campuran minyak jagung dan diesel dengan persentase 50% dapat mencapai ketinggian maksimum membutuhkan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan sampel lainnya, Penyalaan pada saat 0,17s ketinggian api maksimum yang dapat dicapai yaitu pada saat 0,51s dengan ketinggian api maksimum yang dicapai adalah 42 mm. kemudian api padam pada 2,89s. Pembakaran campuran dengan persentase 50% menghasilkan warna api yang dominan kuning.



Gambar 11. Perbandingan ketinggian api maksimum pada setiap campuran minyak jagung dengan persentase 10%,20%,30%,40%, dan 50%

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa ketinggian maksimum api yang dihasilkan dari masing-masing sampel berbeda dari ketinggian api dalam bahan bakar dengan persentase campuran 10% lebih tinggi daripada bahan bakar lainnya, tetapi lamanya waktu api membakar bahan bakar dengan persentase 50% lebih cepat dari yang lain, hal ini disebabkan oleh laju pembakaran (laju pembakaran) dengan persentase 50% lebih tinggi daripada persentase campuran lainnya. Dalam kondisi warna api dari bahan bakar dengan persentase 10% hingga 50% warna api yang dihasilkan dari pembakaran didominasi warna kuning. Tren yang sama juga ditunjukkan pada penelitian biodiesel minyak nyamplung dan tyre pyrolysis oil (TPO), rubber compound oil (RCO), dan minyak goreng bekas [12]–[15].

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan yaitu:

1. Pada visualisasi api menyatakan bahwa nilai ketinggian api tertinggi adalah pada campuran minyak jagung dengan bahan bakar diesel dengan persentase campuran 10% yaitu 66 mm sedangkan ketinggian api terendah ditemukan pada campuran minyak jagung dengan bahan bakar diesel pada persentase 50% yaitu

40 mm.

2. Temperatur titik nyala memiliki nilai temperatur terendah pada campuran minyak jagung dan diesel dengan persentase 10% yaitu 42,13 °C, sedangkan temperatur nyala api tertinggi ditemukan dalam campuran minyak jagung dan solar dengan persentase sebesar 50% yaitu 63,7 °C.
3. Nilai laju pembakaran tertinggi ditunjukkan dalam campuran minyak jagung dan solar dengan persentase 50% yaitu 0,758 mm²/s sedangkan nilai laju pembakaran terkecil ditemukan dalam campuran minyak jagung dan solar dengan persentase 10% yaitu 0,269 mm²/s.
4. Waktu tunda penyalaaan tertinggi ditunjukkan oleh campuran minyak jagung dan solar dengan persentase 50% adalah 6,28s sedangkan waktu tunda penyalaaan terendah ditemukan pada campuran minyak jagung dan diesel dengan persentase 10% yaitu 4,01s.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. SAINI, C. GUPTA, AND R. Shankar, "Characterization of corn oil biodiesel and its application in diesel engine," *Energy Sources, Part A Recover. Util. Environ. Eff.*, vol. 00, no. 00, pp. 1–15, 2019.
- [2] V. P. AND R. S., "Effect of Di Diesel Engine Performance With Methanol As an Additive in Diesel - Biodiesel (Ppme) Blends.," *Int. J. Adv. Res.*, vol. 4, no. 8, pp. 183–189, 2016.
- [3] J. ARACIL, N. EL BOULIFI, A. BOUAID, AND M. MARTINEZ, "Process optimization for biodiesel production from corn oil and its oxidative stability," *Int. J. Chem. Eng.*, vol. 2010, 2010.
- [4] A. M. N. Renzaho, J. K. Kamara, and M. Toole, "Biofuel production and its impact on food security in low and middle income countries: Implications for the post-2015 sustainable development goals," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 78, no. May 2016, pp. 503–516, 2017.
- [5] U. S. KUMAR, K. R. KUMAR, M. ENGINEERING, AND V. R. S. E. COLLEGE, "Performance, Combustion and Emission Characteristics of Corn oil blended with Diesel," *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 4, no. 9, pp. 3904–3908, 2013.
- [6] T. BALAMURUGAN, A. ARUN, AND G. B. SATHISHKUMAR, "Biodiesel derived from corn oil – A fuel substitute for diesel," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 94, no. March, pp. 772–778, 2018.
- [7] Y. PALANI, C. DEVARAJAN, D. MANICKAM, AND S. THANIKODI, "Performance and emission characteristics of biodiesel-blend in diesel engine: A review," *Environ. Eng. Res.*, vol. 27, no. 1, pp. 200338–0, 2020.
- [8] K. NANTHA GOPAL, A. PAL, S. SHARMA, C. SAMANCHI, K. SATHYANARAYANAN, AND T. ELANGO, "Investigation of emissions and combustion characteristics of a CI engine fueled with waste cooking oil methyl ester and diesel blends," *Alexandria Eng. J.*, vol. 53, no. 2, pp. 281–287, 2014.
- [9] G. RAGOTHAMAN, T. MOTHILAL, M. D. RAJKAMAL, S. KALIAPPAN, AND S. MATHAVAN, "Performance and emission characteristics of diesel blended with sweet lime peel oil and corn oil," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2283, no. October, 2020.
- [10] R. SATHYAMURTHY, "Performance, combustion and emission characteristics of a DI-CI diesel engine fueled with corn oil methyl ester biodiesel blends," *Sustain. Energy Technol. Assessments*, vol. 43, no. August 2020, p. 100981, 2021.
- [11] A. NUGRAHA AND N. RAMADHAN, "Solar Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet," *Info Tek.*, vol. 20, no. 1, pp. 95–104, 2019.
- [12] M. UDIN, L. YULIATI, AND O. NOVAREZA, "Pengaruh Persentase Biodiesel Minyak Nyamplung – Solar terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 9–14, 2017.
- [13] N. RAYBIAN, H. NURKHOLIS, AND Y. LILIS, "Karakteristik Pembakaran Droplet Campuran Bahan Bakar Solar - TPO (Tyre Pyrolysis Oil)," *Polhasains*, vol. 04, pp. 1–8, 2016.
- [14] A. HARTONO AND M. AQLI, "Uji Karakteristik Pembakaran Hasil Destilasi Karet Bekas-Minyak Diesel dengan Menggunakan Droplet," *JTAM Rotary*, vol. 01, no. 01, pp. 1–10, 2019.
- [15] M. N. SASONGKO, "Pengaruh Prosentase Minyak Goreng Bekas Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Biodiesel," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. IV, no. Volume IV Nomor 2, Oktober 2018, pp. 8–13, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jwl/article/view/3656>.