

PENGARUH DENSITAS DAN VISKOSITAS BIODIESEL CAMPURAN JATROPHA– SAWIT TERHADAP SUDUT INJEKSI

Wahyudi^{1*}, Muhammad Nadjib², Adi Parmono³

^{1*,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia,
Email: wahyudi@ft.umy.ac.id, nadjibar@umy.ac.id, adi.parmono.2016@ft.umy.ac.id

Abstrak

Pertumbuhan ekonomi dan bertambahnya jumlah penduduk berdampak pada peningkatan kebutuhan energi dari berbagai sektor. Bahan bakar fosil adalah sumber yang paling banyak digunakan namun tidak terbarukan. Perlunya sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui sebagai pengganti bahan bakar fosil. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif pengganti minyak solar, dapat dihasilkan dari transesterifikasi minyak nabati atau lemak hewani. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan karakteristik injeksi bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan adalah campuran biodiesel minyak jarak-sawit dan solar. Penelitian ini menggunakan variasi sampel bahan bakar B5, B10, B15 dan B20 serta solar murni sebagai pembanding. Hasil penelitian menunjukkan bahwa viskositas dan densitas mempengaruhi karakteristik injeksi bahan bakar. Semakin tinggi viskositasnya, semakin sempit sudut injeksi bahan bakarnya.

Kata Kunci: *biodiesel, jatropha, sawit, karakteristik injeksi.*

Abstract

Economic growth and increasing population have an impact on increasing energy needs from various sectors. Fossil fuels are the most widely used but non-renewable sources. There is a need for alternative energy sources that can be renewed as a substitute for fossil fuels. Biodiesel is an alternative fuel that can replace diesel oil, it can be produced from transesterification of vegetable oils or animal fats. This study aims to determine the characteristics, and injection characteristics of the fuel. The fuel used was a mixture of jatropha-palm oil biodiesel and diesel fuel. This study uses a variety of fuel samples B5, B10, B15 and B20 as well as pure diesel as a comparison. The results showed that the viscosity and density influenced the characteristics of the fuel injection. The higher the viscosity, the narrower the fuel injection angle.

Keywords: *biodiesel, jatropha, palm, spray characteristic.*

Pendahuluan

Dengan adanya pertumbuhan ekonomi dan populasi yang semakin meningkat, permintaan energi dari berbagai bidang juga ikut bertambah. Bergantung sepenuhnya pada minyak bumi dapat menyebabkan krisis energi. Oleh karena itu, perlu adanya upaya untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan sebagai alternatif dari petroleum diesel. Salah satu bahan bakar yang mampu menggantikan petroleum diesel adalah biodiesel, yang dapat diperoleh dari minyak tumbuhan atau lemak hewan yang kaya akan senyawa ester (Eloka-Eboka et al., 2017; Sasongko, 2019). Kelebihan biodiesel antara lain adalah ramah lingkungan, hasil pembakarannya menghasilkan jelaga yang lebih sedikit, dan memiliki angka setana yang lebih baik dibandingkan dengan petroleum diesel (El Boulifi et al., 2010).

Ada berbagai jenis minyak nabati yang dapat diolah menjadi biodiesel seperti minyak sawit, kedelai, jarak, dan banyak lagi, dengan total lebih dari 30 jenis tanaman (Silitonga et al., 2013). Tanaman *jatropha* menjadi pilihan karena tidak berkompetisi dengan tanaman pangan dan dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan. Namun, minyak *jatropha* memiliki kekurangan seperti viskositas yang tinggi (Abed, 2018). Sementara itu, kelapa sawit dianggap potensial untuk biodiesel karena kandungan minyak yang tinggi pada intinya dan harganya yang relatif terjangkau.

Biodiesel berpotensi menjadi alternatif pengganti solar. Namun, terdapat beberapa kendala seperti viskositas yang tinggi dan nilai kalor yang lebih rendah. Solusi yang diusulkan adalah dengan mencampur berbagai minyak nabati. Penelitian ini bertujuan untuk menguji karakteristik bahan bakar campuran biodiesel *jatropha*-sawit pada mesin diesel dengan variasi biosolar seperti B5, B10, B15, dan B20.

Metode

Dalam penelitian ini, langkah pertama adalah mencampur minyak jarak dan minyak sawit dalam perbandingan volume 7:3. Campuran minyak ini selanjutnya diaduk dan dipanaskan pada suhu 60°C. Proses esterifikasi dilakukan dengan menambahkan metanol sebesar 22,5% dari volume minyak dan Asam Sulfat (H₂SO₄) sebanyak 0,5% dari volume minyak sebagai katalis. Reaksi esterifikasi berlangsung pada suhu 60°C selama 60 menit. Setelah itu, campuran dibiarkan selama 12 jam untuk pengendapan dan pemisahan gliserol. Produk ester kemudian dicuci dengan air pada suhu 65°C dan dipanaskan pada suhu 105°C untuk menghilangkan kadar air yang tersisa.

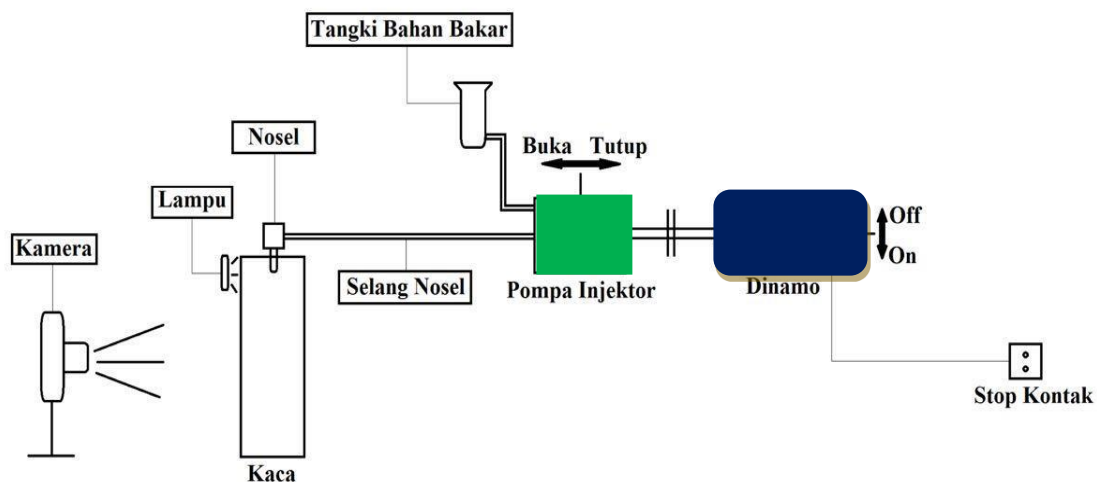
Untuk proses transesterifikasi, campuran minyak direaksikan dengan metanol sebesar 15% dari volume minyak dan katalis Kalium Hidroksida sebesar 1% dari volume minyak. Reaksi ini juga dilakukan pada suhu 60°C selama 60 menit. Langkah pengendapan, pencucian, dan pengeringan diulang untuk mendapatkan biodiesel. Akhirnya, beberapa campuran biodiesel-solar disiapkan untuk uji coba, termasuk B5 (solar 95%, biodiesel 5%), B10 (solar 90%, biodiesel 10%), B15 (solar 85%, biodiesel 15%), dan B20 (solar 80%, biodiesel 20%). Proses pencampuran bahan bakar ini dilakukan pada suhu 70°C selama 60 menit. Selanjutnya dilakukan pengukuran densitas dan viskositas serta sudut injeksi setiap sampel. Densitas dan viskositas biodiesel murni (B100) dan solar murni disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1
Sifat fisik biodiesel *jatropha*-sawit dan solar

Bahan	Viskositas Kinematik (cSt)	Densitas (kg/m ³)
-------	-------------------------------	-------------------------------

Solar	3.9	827.50
Biodiesel Jatropha-Sawit	15.5	883.1

Pengujian karakteristik injeksi digunakan untuk mengetahui karakter semprotan pada nosel mesin diesel tekanan 1 atm. Pengambilan data menggunakan kamera, data yang didapat berupa video yang diubah menjadi gambar. Gambar 1. merupakan skema pengujian karakteristik injeksi.

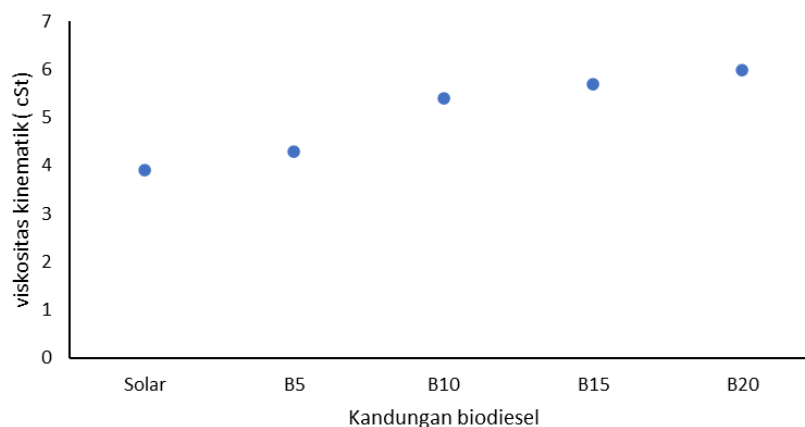


Gambar 1. Skema pengujian karakteristik injeksi

Hasil dan Pembahasan

Viskositas

Dalam penelitian ini, berbagai campuran biodiesel dan solar diuji untuk mengetahui viskositasnya. Viskositas diukur dalam unit centiStokes (cSt). Viskositas dari masing-masing sample bahan bakar ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik viskositas bahan bakar terhadap kandungan biodiesel

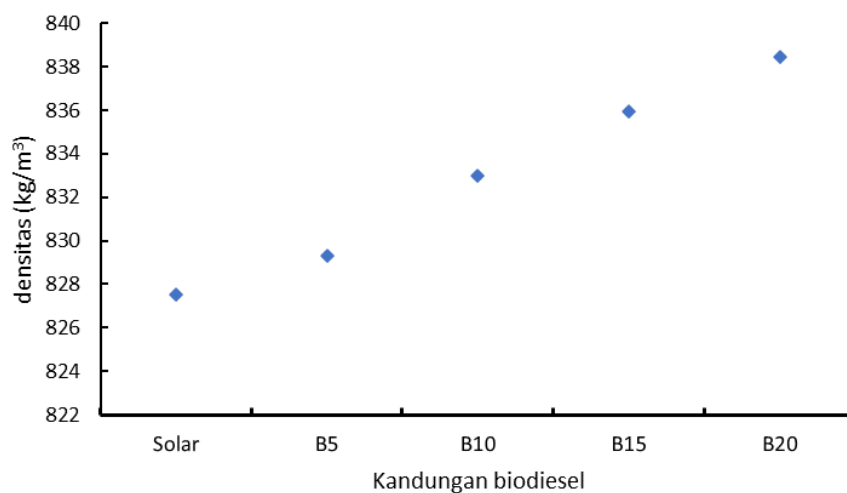
Peningkatan viskositas dari solar ke B5, B10, B15, dan B20 menunjukkan sebuah pola yang cukup jelas: semakin tinggi kandungan biodiesel dalam campuran, semakin tinggi pula viskositasnya. Ini sesuai dengan ekspektasi, mengingat bahwa salah satu kelemahan utama dari biodiesel, termasuk dari minyak jarak dan minyak sawit, adalah

viskositasnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar konvensional (Agarwal & Agarwal, 2007). Viskositas yang lebih tinggi dapat mempengaruhi sifat pelumasan dan aliran bahan bakar dalam sistem mesin, yang pada akhirnya bisa berdampak pada efisiensi dan performa mesin (Hoekman et al., 2012; Knothe & Steidley, 2005).

Namun, perlu diingat bahwa meskipun viskositas lebih tinggi biasanya tidak diinginkan dalam konteks bahan bakar mesin, kenaikan ini masih dalam batas yang dapat diterima untuk sebagian besar aplikasi mesin diesel. Oleh karena itu, bisa dikatakan bahwa biodiesel masih bisa menjadi alternatif yang layak sebagai pengganti atau pelengkap solar, terutama dengan mempertimbangkan aspek-aspek lain seperti keberlanjutan dan dampak lingkungan.

Densitas

Densitas bahan bakar mempengaruhi karakteristik penyimpanan, transportasi, dan injeksi bahan bakar ke dalam mesin. Oleh karena itu, peningkatan densitas ini adalah faktor penting yang perlu diperhatikan dalam aplikasi praktis. Densitas diukur dalam unit kilogram per meter kubik (kg/m^3). Data eksperimental menunjukkan bahwa densitas solar murni adalah 827.5 kg/m^3 . Grafik pengaruh kandungan biodiesel terhadap densitas disajikan pada Gambar 3.



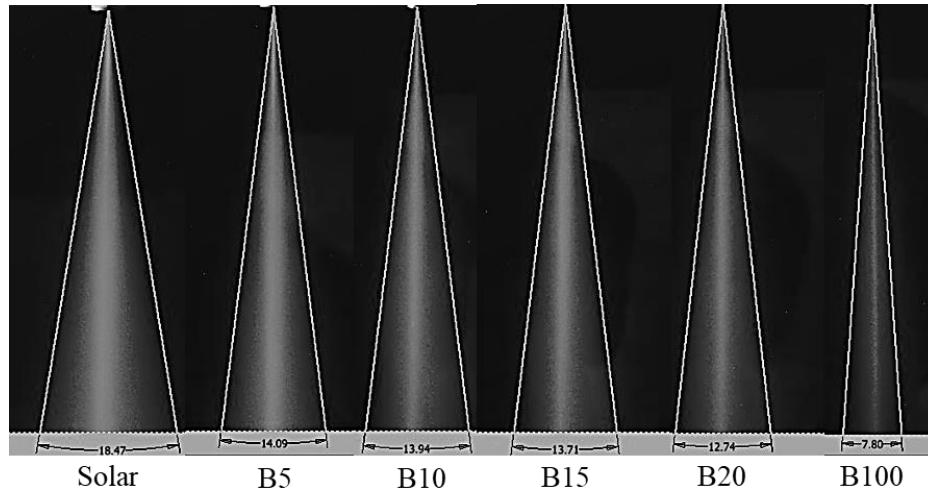
Gambar 3. Grafik densitas bahan bakar terhadap kandungan biodiesel

Ada peningkatan densitas yang konsisten dari solar ke B5, B10, B15, dan B20. Kenaikan ini sesuai dengan hipotesis awal bahwa penambahan biodiesel ke dalam solar akan menaikkan densitas bahan bakar (Wahyudi et al., 2020). Meskipun densitas yang lebih tinggi dapat menunjukkan kualitas pembakaran yang lebih baik, tetapi itu juga bisa menjadi kelemahan. Densitas yang lebih tinggi bisa berdampak pada sistem penyediaan bahan bakar dan dapat mempengaruhi performa mesin. Namun, kenaikan densitas dari solar murni ke B20 masih relatif kecil dan mungkin masih berada dalam batas toleransi untuk banyak jenis mesin diesel. Keberlanjutan dan dampak lingkungan dari penggunaan biodiesel juga perlu dipertimbangkan. Dengan densitas yang sedikit lebih tinggi, biodiesel menawarkan sebuah alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan solar tradisional.

Sudut injeksi

Dalam konteks mesin diesel, sudut injeksi memainkan peran kritis dalam kualitas proses pembakaran. Studi ini mengeksplorasi pengaruh berbagai campuran biodiesel dan

solar terhadap sudut injeksi bahan bakar, yang diukur dalam derajat. Menurut data, solar konvensional memiliki sudut injeksi sebesar 18.47 derajat. Sementara itu, semakin tinggi kandungan biodiesel, sudut injeksi akan semakin sempit, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.

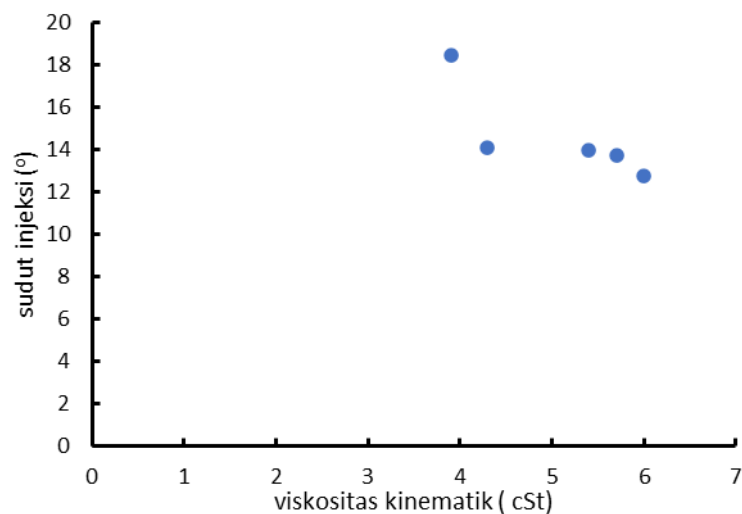


Gambar 4. Sudut injeksi bahan bakar

Ada kecenderungan penurunan besarnya sudut injeksi dari solar ke campuran B5, B10, B15, dan B20. Penurunan ini menandakan bahwa adanya biodiesel dalam campuran mempengaruhi karakteristik injeksi bahan bakar. Sudut injeksi yang lebih kecil bisa berarti bahwa bahan bakar kurang terdispersi secara optimal dalam ruang bakar, yang pada gilirannya bisa mempengaruhi efisiensi pembakaran dan emisi.

Hubungan viskositas dengan sudut injeksi

Hubungan antara viskositas kinematik dan sudut injeksi pada berbagai jenis bahan bakar, dari solar hingga campuran biodiesel B20 ditampilkan pada Gambar 5. Data menunjukkan ada korelasi negatif antara viskositas dan sudut injeksi. Ketika viskositas kinematik bahan bakar meningkat, dari 3.9 cSt untuk solar menjadi 6 cSt untuk B20, sudut injeksi menurun, dari 18.47 derajat menjadi 12.74 derajat.

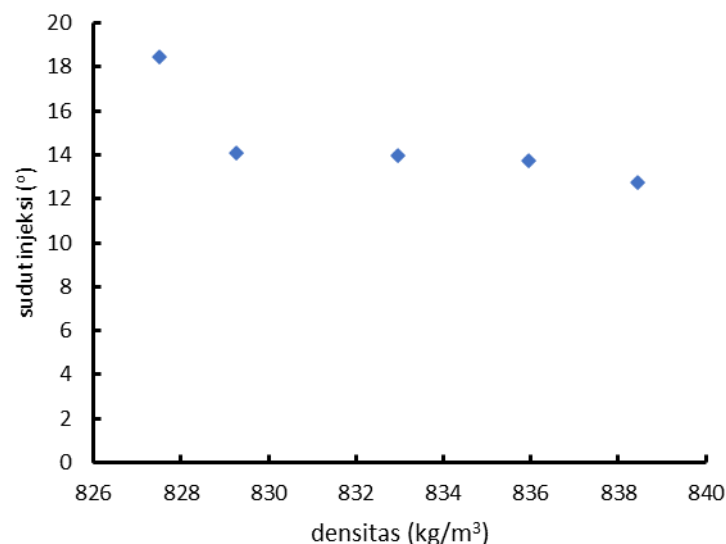


Gambar 5. Grafik hubungan viskositas terhadap sudut injeksi bahan bakar.

Tren penurunan ini menunjukkan bahwa viskositas mempengaruhi karakteristik injeksi dalam mesin diesel (Agarwal & Agarwal, 2007; Lanjekar & Deshmukh, 2016). Sudut injeksi yang lebih rendah pada bahan bakar dengan viskositas yang lebih tinggi mungkin menunjukkan adanya pembatasan pada efisiensi dispersi bahan bakar dalam ruang bakar. Hal ini memungkinkan memiliki implikasi pada efisiensi pembakaran dan emisi. Kenaikan viskositas juga bisa mempengaruhi kebutuhan energi untuk memompa bahan bakar ke dalam ruang bakar, yang berpotensi mempengaruhi efisiensi operasional mesin.

Hubungan densitas dengan sudut injeksi

Penelitian ini mengevaluasi hubungan antara densitas dan sudut injeksi bahan bakar yang berbeda, mulai dari solar hingga berbagai campuran biodiesel. Sebagaimana data pada Gambar 6, tampak bahwa ada korelasi negatif antara densitas dan sudut injeksi. Secara spesifik, ketika densitas bahan bakar meningkat dari 827.5 kg/m³ (solar) hingga 838.45 kg/m³ (B20), sudut injeksi menurun dari 18.47 derajat hingga 12.74 derajat.



Gambar 6. Grafik hubungan densitas terhadap sudut injeksi bahan bakar.

Tren ini menunjukkan bahwa peningkatan densitas bahan bakar mempengaruhi mekanisme injeksi, sehingga menghasilkan sudut injeksi yang lebih kecil (Agarwal & Agarwal, 2007). Dalam konteks aplikasi mesin diesel, ini bisa menjadi isu yang signifikan karena sudut injeksi yang lebih kecil dapat mempengaruhi efisiensi pembakaran dan emisi.

Kesimpulan

Studi ini mengeksplorasi hubungan antara viskositas kinematik dan sudut injeksi pada berbagai tipe bahan bakar, dari solar hingga campuran biodiesel seperti B20. Hasil penelitian menunjukkan ada korelasi negatif antara viskositas dan sudut injeksi. Secara khusus, peningkatan viskositas bahan bakar berdampak pada berkurangnya sudut injeksi, yang bisa mempengaruhi efisiensi dan performa mesin diesel.

Walaupun biodiesel menawarkan keuntungan dari sisi keberlanjutan dan lingkungan, penggunaannya bisa berdampak pada operasional mesin diesel, terutama

dalam hal efisiensi pembakaran dan emisi. Hal ini membuka peluang untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam teknologi mesin dan sistem injeksi, dengan tujuan untuk mengoptimalkan performa mesin tanpa mengorbankan keuntungan lingkungan yang diberikan oleh biodiesel.

Untuk memaksimalkan keuntungan penggunaan biodiesel dan menjaga efisiensi mesin, penelitian lebih lanjut diperlukan, khususnya dalam pengembangan teknologi injeksi dan manajemen mesin yang dapat menyesuaikan diri sesuai dengan karakteristik unik dari berbagai jenis bahan bakar. Perlu dilakukan optimasi lebih lanjut, seperti mencari perbandingan campuran biodiesel dan solar yang bisa menawarkan viskositas yang lebih rendah tanpa mengorbankan kualitas atau sifat bahan bakar lainnya.

Tetapi, sisi positifnya adalah biodiesel lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan solar, sehingga meski ada kompromi pada sudut injeksi, dampak lingkungan yang lebih rendah bisa menjadi pertimbangan yang menarik.

BIBLIOGRAFI

- Abed, K. A. (2018). Effect of waste cooking-oil biodiesel on performance and exhaust emissions of a diesel engine. *Egyptian Journal of Petroleum*, 5.
- Agarwal, D., & Agarwal, A. K. (2007). Performance and emissions characteristics of Jatropha oil (preheated and blends) in a direct injection compression ignition engine. *Applied Thermal Engineering*, 27(13), 2314–2323.
- El Boulifi, N., Bouaid, A., Martinez, M., & Aracil, J. (2010). *Process Optimization for Biodiesel Production from Corn Oil and Its Oxidative Stability* [Research Article]. *International Journal of Chemical Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2010/518070>
- Eloka-Eboka, A. C., Igbum, G. O., & Inambao, F. L. (2017). Biodiesel methyl ester production and testing from selected African tropical seed oil feedstocks. *Energy Procedia*, 142, 755–767. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.123>
- Hoekman, S. K., Broch, A., Robbins, C., Ceniceros, E., & Natarajan, M. (2012). Review of biodiesel composition, properties, and specifications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 143–169.
- Knothe, G., & Steidley, K. R. (2005). Kinematic viscosity of biodiesel fuel components and related compounds. Influence of compound structure and comparison to petrodiesel fuel components. *Fuel*, 84(9), 1059–1065. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2005.01.016>
- Lanjekar, R. D., & Deshmukh, D. (2016). A review of the effect of the composition of biodiesel on NO_x emission, oxidative stability and cold flow properties. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1401–1411. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.034>
- Sasongko, M. N. (2019). Droplet Combustion Characteristic of Biodiesel Produced from Waste Cooking Oil. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 494, 012008. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/494/1/012008>
- Silitonga, A. S., Masjuki, H. H., Mahlia, T. M. I., Ong, H. C., Chong, W. T., & Boosroh, M. H. (2013). Overview properties of biodiesel diesel blends from edible and non-edible feedstock. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 346–360. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.01.055>
- Wahyudi, W., Sarip, S., Sudarja, S., & Suhatno, H. (2020). Unjuk Kerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Biodiesel Jarak dan Biodiesel Jelantah. *JMPM: Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.18196/jmpm.3135>

Copyright holder:

Wahyudi, Muhammad Nadjib, Adi Parmono (2022)

First publication right:
Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

