

Pengaruh Campuran Minyak Jarak Pagar dengan Dexlite Terhadap Performa Mesin Diesel

Andinusa Rahmandhika*, Nur Hasanah, Rizqi Arif Viandi, Achmad Fauzan Hery Soegiharto

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas No.246
Malang

*Penulis korespondensi: andinusa@umm.ac.id

Histori artikel: diserahkan 28 Desember 2023, direviu 17 Maret 2024, direvisi 27 April 2024

ABSTRACT

*One of the alternative energy fuels in the transportation sector is biodiesel. Biodiesel made from a mixture of vegetable materials has great potential as an environmentally friendly fuel for diesel engines. This experimental research aims to analyze the effect of using *Jatropha curcas* (*Jatropha curcas* Linn) oil on diesel engines. The experiment was carried out using a mixture of Dexlite and pure castor oil (JCO) with varying compositions of JCO 0%, JCO 20%, and JCO 30%. Torque test results against load show an insignificant comparison between Dexlite without mixture and Dexlite with 20% and 30% JCO mixture, especially when loading high using Prony Brake. Although the effective engine power of the three fuel variations does not show significant differences at the same engine speed and load, the use of a mixture of Dexlite and 20% castor oil at an engine speed of 1700 rpm is more effective in improving diesel engine performance and saving fuel. Additionally, fuel consumption decreases as load increases, indicating high efficiency potential. In the context of exhaust gases, the mixture also has the potential to reduce the opacity of diesel engine exhaust gases.*

Keywords: Biodiesel, *Jatropha curcas* linneaus, torque, power, SFC

DOI : <https://doi.org/10.18196/jqt.v5i2.21068>

WEB : <https://journal.umy.ac.id/index.php/qt/article/view/21068>

PENDAHULUAN

Salah satu tipe mesin penggerak yang sangat banyak digunakan pada bidang transportasi dan industry adalah mesin diesel. Kendaraan dengan penggerak tersebut menjadi salah satu opsi yang paling banyak diminati di Indonesia, karena memiliki kemampuan yang optimal dengan harga bahan bakar yang lebih murah dibandingkan bensin (Abed et al., 2019, Nursal et al., 2021, Kumar and Saluja, 2020).

Hingga saat ini, minyak bumi sebagai salah satu sumber energi konvensional masih menjadi salah satu preferensi utama untuk menghasilkan energi. Oleh karena itu, diperlukan adanya sumber energi pengganti minyak bumi, seperti sumber energi angin, surya, air, maupun biogas (Rajagukguk, 2020, Purnayasa, 2022). Salah satu bahan bakar alternatif yang potensial untuk digunakan untuk dikembangkan adalah biodiesel (Haq et al., 2020, Wahyudi et al., 2019, Verma et al., 2019). Biodiesel merupakan bahan bakar minyak terbuat dari bahan nabati yang dapat berupa lemak atau minyak.

Bahan bakar ini dapat digunakan pada mesin genset diesel, mobil dan otomotif lainnya. Biodiesel merupakan bahan bakar yang cukup potensial untuk masa depan. Bahan dari biodiesel ini juga termasuk dapat diperbaharui serta ramah lingkungan (Hoang and Le, 2019, Hoang et al., 2018).

Biodiesel dapat dihasilkan dengan mengubah minyak nabati melalui proses transesterifikasi menggunakan alkohol dan katalis basa (Kurniawati et al., 2018, Basumatary et al., 2021). Beberapa kelebihan kualitas biodiesel dibandingkan dengan petrodiesel (solar) mencakup risiko terbakar yang lebih rendah, emisi gas beracun yang lebih rendah (dapat mencapai nilai nol), serta potensi pembakaran yang seimbang. Selain itu, biodiesel juga memiliki kemampuan keteruraian secara biologis yang baik, partisipasi luas masyarakat dari kelompok kurang mampu dalam pengadaannya, dan memberikan dampak positif kepada pelestarian tanah dan air (Winaya and Zainudin, 2020, Reswari et al., 2020).

Biodiesel dapat dihasilkan menggunakan minyak mentah dari kelapa sawit atau Crude Palm Oil (CPO), minyak kelapa, minyak biji jarak pagar, dan berbagai tanaman sejenis. Biodiesel memiliki kadar karbon yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar diesel, sehingga menghasilkan emisi CO₂ yang lebih rendah secara relatif (Zainudin et al., 2020, Maftuchah et al., 2020). Meskipun penggunaan tanaman sebagai bahan pangan dapat berdampak negatif pada ketersediaan pangan secara berkelanjutan, pemanfaatan sumber minyak dari bahan baku non pangan mendapat perhatian global. Hal ini dikarenakan biodiesel dianggap lebih ramah lingkungan. Produksi biodiesel yang berasal dari tanaman umum (non pangan) diakui sebagai evolusi pengembangan bahan baku biodiesel (Masripan et al., 2020, Rezanita et al., 2019).

Minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* linn) termasuk jenis minyak yang tidak layak untuk dikonsumsi karena mengandung senyawa ester beracun. Oleh karena itu, dianggap sebagai opsi yang dapat memberikan sumber bahan baku yang memadai dan ekonomis untuk pembuatan bio-pelumas. Pemanfaatan biodiesel yang menggunakan minyak jarak pagar sebagai bahan bakunya merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi kelangkaan energi fosil yang terjadi saat ini dan yang akan datang. Proses ini melibatkan ekstraksi biji jarak pagar dari cangkang dan buahnya, dengan kadar minyak dalam biji mencapai sekitar 25-35% berat kering biji (Syarifudin, 2020, Sanjaya and Science, 2020).

Produk minyak jarak pagar ini perlu diuji kinerjanya jika dipakai sebagai bahan bakar diesel. Berdasarkan data-data yang telah dijabarkan tersebut, minyak jarak pagar potensial bila dimanfaatkan sebagai bahan campuran maupun pengganti bahan bakar solar atau dextrite (Takase et al., 2021, Bow and Moulita, 2020).

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah eksperimental, dimana data collection dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap variasi beban eksperimen yang berbeda. Selanjutnya, data yang terkumpul diolah menggunakan persamaan untuk menghasilkan informasi mengenai putaran mesin, torsi, dan daya. Percobaan ini menggunakan campuran bahan bakar Dextrite dan minyak jarak murni (JCO), dengan variasi komposisi JCO sebesar 0%, 20%, dan 30%.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin UMM (Universitas Muhammadiyah Malang), pada April 2023 hingga Agustus 2023.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah Dextrite produk Pertamina dan Minyak Jarak yang telah melalui proses degumming. Alat yang digunakan Diesel 7 HP, Prony Brake, Beban Pemberat, Tachometer, Gelas Ukur, Timbangan Digital, Hotplate Stirrer.

Proses Penelitian

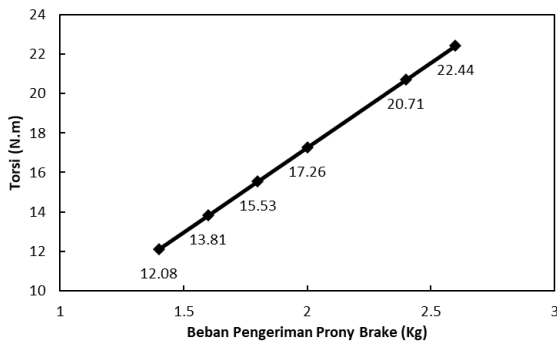
Proses Degumming Minyak jarak melibatkan penambahan asam fosfat sebanyak 5% dari berat minyak dan pemanasan pada suhu 90°C. Selama 50 menit, campuran ini diaduk menggunakan hotplate stirrer dengan kecepatan sedang. Selanjutnya, minyak didiamkan selama minimal 24 jam untuk mengendapkan gum, kemudian disaring menggunakan saring halus. Setelah itu, dilakukan pencampuran bahan bakar, di mana Dextrite dicampur dengan minyak jarak murni yang telah mengalami proses degumming. Variasi JCO 20% dan JCO 30% ditambahkan ke dalam campuran, dan aduk rata menggunakan hotplate stirrer selama 15 menit. Setelah proses selesai, campuran bahan bakar ditransfer ke dalam wadah gelas ukur dan diberi label sesuai dengan persentase variasi campurannya. Label juga ditempatkan pada gelas ukur untuk merekam data campuran bahan bakar.

Pengujian performa mesin dilakukan pada putaran mesin yang divariasikan, dengan batasan pada 1000 rpm, 1400 rpm, dan 1700 rpm. Putaran di atas batas tersebut dihindari karena dapat menyebabkan gesekan yang berpotensi membahayakan operator alat uji. Bahan bakar yang digunakan dalam pengujian mencakup Dextrite murni dan Dextrite yang dicampur dengan variasi Campuran JCO. Pembebanan pada tuas penekan rem dilakukan dengan berat 1,4 kg; 1,6 kg; 1,8 kg; 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg. Selanjutnya, putaran mesin diukur menggunakan tachometer.

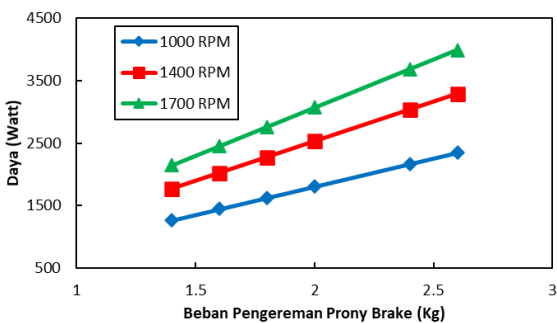
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian alat uji Biodiesel berbahan bakar Dextrite murni dan Dextrite campuran Minyak jarak pagar dengan varian 20% dan 30% ditunjukkan pada Gambar 3. Torsi yang dihasilkan

oleh ketiga jenis bahan bakar yang diuji pada RPM 1000, 1400, dan 1700 mengindikasikan bahwa peningkatan beban akan menghasilkan nilai torsi yang lebih besar, dengan kata lain putaran mesin dan Torsi berbanding lurus (sesuai dengan teori). Pada bahan bakar Dexlite tanpa campuran, didapatkan hasil pada pembebanan 1,4 kg, memiliki nilai torsi sebesar 12,0849 N.m. Pada pembebanan 1,6 kg, torsi yang dihasilkan adalah 13,0877 N.m. Di pembebanan 1,8 kg, dihasilkan torsi sebesar 15,5336 N.m. Kemudian, pada pembebanan 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg memiliki hasil torsi berturut-turut sebesar 17,2596 N.m, 20,7115 N.m, 22,4375 N.m. Begitu pun pada bahan bakar campuran Dexlite + JCO 20% dan Dexlite + JCO 30% memiliki hasil data Torsi terhadap Beban yang sama dengan bahan bakar Dexlite tanpa campuran.



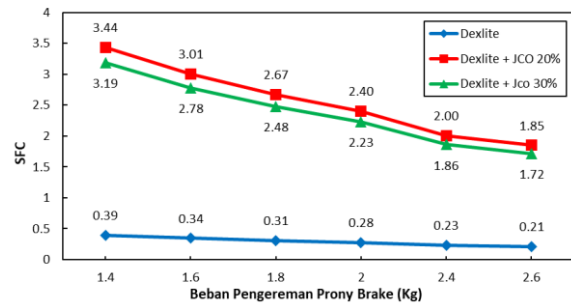
GAMBAR 1. Pengaruh Beban Pengereman Terhadap Torsi



GAMBAR 2. Pengaruh Beban Pengereman Terhadap Daya

Daya efektif yang dihasilkan oleh mesin dari ketiga variasi bahan bakar yang telah diuji tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, ditunjukkan pada Gambar 2. Pada kecepatan putaran mesin 1000 RPM, 1400 RPM, dan 1700 RPM, ditunjukkan bahwa semakin besar beban pengereman Prony Brake yang diberikan, akan semakin besar daya efektif yang akan dihasilkan. Pada bahan bakar Dexlite tanpa campuran, didapatkan hasil pada beban pengereman 1,4 kg

menghasilkan daya efektif sebesar 1264,8 W. Kemudian, pada beban pengereman 1,6 kg, menghasilkan daya efektif sebesar 1445,1 W. Pada beban pengereman 1,8 kg, menghasilkan daya efektif sebesar 1625,7 W. Kemudian pada beban pengereman 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg memiliki daya efektif berturut-turut sebesar 1806,4 W, 2167,7 W, 2348,4 W. Begitu pun pada bahan bakar campuran Dexlite + JCO 20% dan Dexlite + JCO 30% memiliki hasil yang sama dengan bahan bakar Dexlite tanpa campuran.



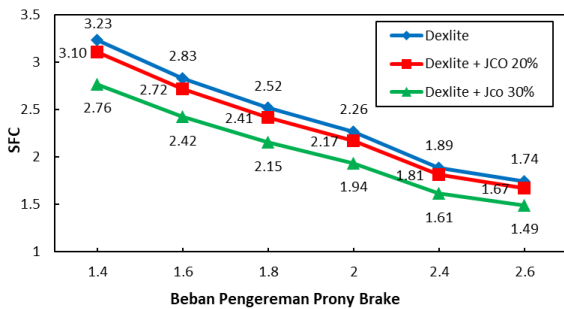
GAMBAR 3. Pengaruh Beban Pengereman Terhadap SFC pada 1000 RPM

Gambar 3 berikut merupakan grafik konsumsi bahan bakar, atau biasa dikenal dengan specific fuel consumption (SFC) yang dihasilkan mesin dari ketiga variasi BBM yang telah diuji dengan kecepatan putaran mesin 1000 RPM. Grafik memberikan gambaran bahwa semakin besar beban dari pengereman Prony Brake, maka akan semakin kecil konsumsi BBM yang terpakai (SFC menurun). Pada BBM tipe Dexlite murni, didapatkan hasil pada beban pengereman 1,4 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 0,3937 L/kW.jam. Kemudian, pada beban pengereman 1,6 kg, konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 0,3446 L/kW.jam. Pada beban pengereman 1,8 kg, konsumsi BBM yang diproduksi adalah sebesar 0,3063 L/kW.jam. Kemudian, pada beban pengereman 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg memiliki konsumsi bahan bakar berturut-turut sebesar 0,2757 L/kW.jam, 0,2297 L/kW.jam, 0,2121 L/kW.jam.

Pada bahan bakar campuran Dexlite + JCO 20% didapatkan hasil pada beban pengereman 1,4 kg, menghasilkan konsumsi bahan bakar sebesar 3,4361 L/kW.jam. Kemudian, pada beban pengereman 1,6 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 3,0071 L/kW.jam. Pada beban pengereman 1,8 kg, menghasilkan konsumsi bahan bakar sebesar 2,6731 L/kW.jam. Kemudian pada beban pengereman 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg memiliki konsumsi bahan bakar berturut-turut sebesar

2,4032 L/kW.jam 2,0049 L/kW.jam, 1,8506 L/kW.jam

Pada bahan bakar campuran Dexlite + JCO 30% didapatkan hasil pada beban pengereman 1,4 kg, menghasilkan konsumsi bahan bakar sebesar 3,1878 L/kW.jam. Kemudian, pada beban pengereman 1,6 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,7810 L/kW.jam. Pada beban pengereman 1,8 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,4800 L/kW.jam. Kemudian pada beban pengereman 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg memiliki konsumsi bahan bakar berturut-turut sebesar 2,2321 L/kW.jam, 1,8600 L/kW.jam, 1,7169 L/kW.jam.

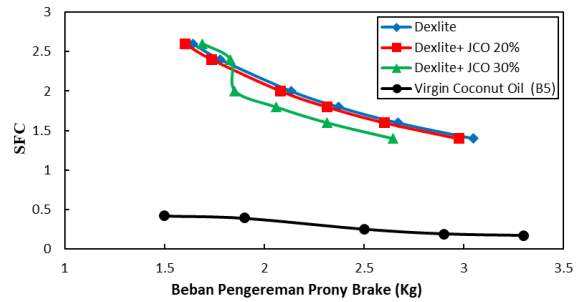


GAMBAR 4. Pengaruh Beban Pengereman Terhadap SFC pada 1400 RPM

Gambar 4 menunjukkan konsumsi BBM yang mampu diproduksi oleh mesin dari ketiga variasi bahan bakar yang telah diuji pada kecepatan putaran mesin 1400 RPM. Semakin besar beban pengereman Prony Brake yang diberikan, maka konsumsi BBM yang terpakai semakin kecil. Pada bahan bakar Dexlite tanpa campuran, didapatkan hasil pada beban pengereman 1,4 kg, menghasilkan konsumsi bahan bakar sebesar 3,2341 L/kW.jam. Kemudian, pada beban pengereman 1,6 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,8307 L/kW.jam. Pada beban pengereman 1,8 kg, dihasilkan konsumsi BBM sebesar 2,5161 L/kW.jam. Kemudian pada beban pengereman 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg memiliki konsumsi bahan bakar berturut-turut sebesar 2,2644 L/kW.jam., 1,8870 L/kW.jam., 1,7419 L/kW.jam.

Pada bahan bakar campuran Dexlite + JCO 20% didapatkan hasil pada beban pengereman 1,4 kg, menghasilkan konsumsi bahan bakar sebesar 3,1026 L/kW.jam. Kemudian, pada beban pengereman 1,6 kg, menghasilkan konsumsi BBM senilai 2,7155 L/kW.jam. Pada beban pengereman 1,8 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,4138 L/kW.jam. Kemudian pada beban pengereman 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg memiliki konsumsi bahan bakar berturut-turut sebesar 2,1723 L/kW.jam, 1,8103 L/kW.jam, 1,6710 L/kW.jam.

Pada bahan bakar campuran Dexlite + JCO 30% didapatkan hasil pada beban pengereman 1,4 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,7648 L/kW.jam. Kemudian, pada beban pengereman 1,6 kg, menghasilkan konsumsi bahan bakar sebesar 2,4199 L/kW.jam. Pada beban pengereman 1,8 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,1510 L/kW.jam. Kemudian pada beban pengereman 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg memiliki konsumsi bahan bakar berturut-turut sebesar 1,9359 L/kW.jam, 1,6132 L/kW.jam, 1,4891 L/kW.jam.



GAMBAR 5. Pengaruh Beban Pengereman Terhadap SFC pada 1700 RPM dan Perbandingannya dengan VCO B5

Konsumsi BBM yang dihasilkan oleh mesin dari ketiga variasi BBM yang telah diuji pada 1700 RPM ditunjukkan pada Gambar 5. Gambar 5 tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan beban pengereman Prony Brake akan menurunkan konsumsi BBM yang terpakai. Pada bahan bakar tipe Dexlite tanpa campuran, didapatkan hasil pada beban pengereman 1,4 kg, menghasilkan konsumsi bahan bakar sebesar 3,0493 L/kW.jam. Kemudian, pada beban pengereman 1,6 kg, menghasilkan konsumsi BBM senilai 2,6689 L/kW.jam. Pada beban pengereman 1,8 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,3724 L/kW.jam. Kemudian, untuk beban pengereman 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg memiliki konsumsi BBM berturut-turut sebesar 2,1351 L/kW.jam, 1,7793 L/kW.jam, 1,6424 L/kW.jam.

Pada bahan bakar campuran Dexlite + JCO 20% didapatkan hasil pada beban pengereman 1,4 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,9745 L/kW.jam. Pada beban pengereman 1,6 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,6034 L/kW.jam. Selanjutnya, pada beban pengereman 1,8 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,3141 L/kW.jam. Kemudian pada beban pengereman 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg memiliki konsumsi bahan bakar berturut-turut sebesar 2,0827 L/kW.jam, 1,7356 L/kW.jam, 1,6021 L/kW.jam.

Pada bahan bakar campuran Dexlite + JCO 30% didapatkan hasil pada beban pengereman 1,4 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,6452 L/kW.jam. Pada beban pengereman 1,6 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,3152 L/kW.jam. Pada beban pengereman 1,8 kg, menghasilkan konsumsi BBM sebesar 2,0579 L/kW.jam. Lalu, pada beban pengereman 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg memiliki konsumsi bahan bakar berturut-turut sebesar 1,8522 L/kW.jam, 1,8306 L/kW.jam, 1,6898 L/kW.jam.

Pada penelitian Yuliansyah pada tahun 2019, tren konsumsi BBM atau SFC yang dihasilkan pada diesel engine berbahan bakar Minyak Kelapa Murni (*Virgin Coconut Oil*), ditunjukkan bahwa semakin tinggi beban pengereman, maka semakin kecil konsumsi bahan bakar yang terpakai. Hal ini sesuai dengan penelitian Yuliansyah (2019) yang menunjukkan bahwa SFC yang dihasilkan oleh mesin diesel berbahan bakar minyak kelapa murni dengan rpm yang bertambah dengan beban pengereman yang di berikan, didapatkan hasil bahwa peningkatan beban pengereman secara langsung akan memperkecil SFC (hingga tercapai 0,25 Kg/Hp.jam), sedangkan pada pemakaian biodiesel dengan kecepatan putaran mesin yang sama menjadi 0,24 Kg/Hp.jam (Yuliansyah, 2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kinerja diesel engine menggunakan bahan bakar Dexlite murni dan campuran minyak jarak dengan variasi JCO 0%, JCO 20% dan JCO 30%, didapatkan data pengujian dan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai torsi dan Daya pada masing masing data setiap bahan bakar di dapat data yang sama, Hal ini di karnakan data putaran mesin dan gaya pengereman diatur tetap atau konstan. Pada pengujian ini data yang di cari adalah konsumsi bahan bakar atau SFC.
2. Nilai daya efektif yang dihasilkan dari ketiga variasi bahan bakar yang telah diuji tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan atau perbedaan yang jauh dari masing masing hasil percobaan setiap bahan bakar.
3. Berdasarkan hasil pengujian dapat di simpulkan bahwa Pada bahan bakar campuran Dexlite + JCO 20% didapatkan hasil pada beban pengereman 1,4 kg, menghasilkan SFC sebesar 2,9745 L/kW.jam. Pada beban pengereman 1,6 kg, dihasilkan SFC sebesar 2,6034 L/kW.jam. Pada beban pengereman 1,8

kg, dihasilkan SFC sebesar 2,3141 L/kW.jam. Pada beban pengereman 2 kg; 2,4 kg; dan 2,6 kg memiliki SFC berturut-turut sebesar 2,0827 L/kW.jam, 1,7356 L/kW.jam, 1,6021 L/kW.jam.

4. Berdasarkan hasil pengujian dapat di simpulkan bahwa campuran Dexlite dan Minyak jarak 20% pada putaran mesin 1700 rpm lebih efektif dan mampu meningkatkan kinerja mesin diesel, menghemat bahan bakar, berpengaruh juga pada Gas buang mesin diesel atau opasitas gas buang. Hal ini di buktikan pada data dan Grafik hubungan konsumsi bahan bakar atau SFC terhadap beban.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada DPPM (Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat) UMM yang bersedia memfasilitasi kegiatan riset ini berupa pendanaan melalui skema Penelitian dan Pengembangan Iptek (P2I) pada tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Abed, K. A., Gad, M. S., El Morsi, A. K., Sayed, M. M., & Elyazeed, S. A. 2019. Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions. *Egyptian journal of petroleum*, 28(2), 183-188.
- Basumatary, M., Biswas, A., Misra, R. D. J. S. E. T. & Assessments 2021. Experimental Verification Of Improved Performance Of Savonius Turbine With A Combined Lift And Drag Based Blade Profile For Ultra-Low Head River Application. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 44, 100999.
- Bow, Y. & Moulita, R. Temperature Effect On The Biodiesel Quality From Waste Cooking Oil By Induction Heating. *Journal Of Physics: Conference Series*, 2020. Iop Publishing, 012003.
- Haq, A., Adeel, S., Khan, A., Rana, Q. U. A., Khan, M. A. N., Rafiq, M., Ishfaq, M., Khan, S., Shah, A. A. & Hasan, F. J. B. R. 2020. Screening Of Lipase-Producing Bacteria And Optimization Of Lipase-Mediated Biodiesel Production From *Jatropha Curcas* Seed Oil Using Whole Cell Approach. *BioEnergy Research*, 13, 1280-1296.
- Hoang, A., Noor, M., Pham, X. J. I. J. O. A. & Engineering, M. 2018. Comparative Analysis

- On Performance And Emission Characteristic Of Diesel Engine Fueled With Heated Coconut Oil And Diesel Fuel. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 15(1), 5110-5125.
- Hoang, A. T. & Le, A. T. J. B. R. J. 2019. Trilateral Correlation Of Spray Characteristics, Combustion Parameters, And Deposit Formation In The Injector Hole Of A Diesel Engine Running On Preheated Jatropa Oil And Fossil Diesel Fuel. *Biofuel Research Journal*, 6(1), 909-919.
- Kumar, V. & Saluja, R. K. J. F. 2020. The Effect Of Operating Parameters On Performance And Emissions Of Di Diesel Engine Fuelled With Jatropa Biodiesel. *Fuel*, 278, 118256.
- Kurniawati, D., Setyawan, T. A. & Soegiharto, A. F. H. 2018. Produksi Biobriket Berbahan Kulit Biji Jarak Dengan Perakat Tetes Tebu.
- Maftuchah, M., Reswari, H. A., Fauzan, A., Kurniawati, D., Aisyah, I. S., Septia, E. D. & Zainudin, A. J. J. I. I. 2020. Tingkat Produksi Biji, Kualitas Crude Jatropa Oil Dan Biodiesel Jatropa Curcas Sebagai Sumber Biofuels. *Jurnal Ilmiah INOVASI*, 20 (3), 45-50.
- Masripan, N. A., Salim, M. A., Omar, G., Mansor, M. R., Saad, A. M., Hamid, N. A., Syakir, M. I., Dai, F. J. I. J. O. N. & Materials 2020. Vegetable Oil As Bio-Lubricant And Natural Additive In Lubrication: A Review. *International Journal of Nanoelectronics & Materials*, 13, 161-176.
- Nursal, R. S., Khalid, A., Abdullah, I. S., Jaat, N., Darlis, N. & Koten, H. J. F. 2021. Autoignition Behavior And Emission Of Biodiesel From Palm Oil, Waste Cooking Oil, Tyre Pyrolysis Oil, Algae And Jatropa. *Fuel*, 306, 121695.
- Purnayasa, K. A., Ngurah Putu Putra Wiratmaja, I Gede 2022. Studi Literatur: Pengembangan Biogasoline Dengan Pemanfaatan Arak Bali Sebagai Bahan Bakar Kendaraan Ramah Lingkungan. *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 3, 59-64.
- Rajagukguk, K. 2020. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Menggunakan Reaktor Biogas Portabel. *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 1(2), 63-71.
- Reswari, H. A., Fauzan, A., Kurniawati, D., Aisyah, I. S., Septia, E. D. & Zainudin, A. Produktivitas Biji Jarak Pagar Sebagai Penghasil Bidesel Dan Kandungan Free Fatty Acid Dalam Crude Jatropa Oil. Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (Sentrinov), 2020. 1192-1199.
- Rezania, S., Oryani, B., Park, J., Hashemi, B., Yadav, K. K., Kwon, E. E., Hur, J., Cho, J. J. E. C. & Management 2019. Review On Transesterification Of Non-Edible Sources For Biodiesel Production With A Focus On Economic Aspects, Fuel Properties And By-Product Applications. *Energy Conversion and Management*, 201, 112155.
- Sanjaya, F. L. J. A. J. O. M. E. & Science 2020. Efek Kandungan Minyak Jarak Pada Bahan Bakar Solar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Jelaga Mesin Diesel. *Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science*, 1(1), 31-34.
- Syarifudin, S. J. N. J. M. E. 2020. Daya Dan Konsumsi Bahan Bakar Mesin Diesel Injeksi Langsung Berbahan Bakar Solar-Minyak Jarak. *Nozzle: Journal Mechanical Engineering*, 9(1), 22-24.
- Takase, M., Kipkoech, R. & Essandoh, P. K. J. F. C. 2021. A Comprehensive Review Of Energy Scenario And Sustainable Energy In Kenya. *Fuel Communication*, 7, 100015.
- Verma, R., Sharma, D. K. & Bisen, P. S. J. C. A. E. 2019. Determination Of Free Fatty Acid Composition In Jatropa Crude Oil And Suitability As Biodiesel Feedstock. *Current Alternative Energy*, 3(1), 1-16.
- Wahyudi, W., Sarip, S., Sudarja, S. & Suhatno, H. J. J. 2019. Unjuk Kerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Biodiesel Jarak Dan Biodiesel Jelantah. *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, 3, 36-41.
- Winaya, A. & Zainudin, A. J. E. R. 2020. The Identification of Osmoprotectant Compounds From Jatropa Curcas Linn. Plant For Natural Drought Stress Tolerance. *Energy Reports*, 6, 626-630.
- Yuliansyah, B. Achievement Analysis Of One Cylinder Diesel Engine Using Virgin Coconut Oil Biodiesel. *Journal Of Physics: Conference Series*, 2019. Iop Publishing, 012034.
- Zainudin, A., Ikhwan, A., Winaya, A., Purnama, A. & Sudarmo, H. J. E. R. 2020. The Potential Of Physic Nut (Jatropa Curcas Linn.) Hybrid Plant As A Source Of Biodiesel At Different Planting Location For Dry Land Utilization. *Energy Reports*, 6, 921-926.