

PENGARUH PENAMBAHAN BIOETANOL TERHADAP KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR BIOPERTALITE SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Mochamad Diva Rama Adiono Putra

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: mochamaddiva.21024@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: muhaji61@unesa.ac.id

Abstrak

Mayoritas transportasi saat ini masih menggunakan mesin pembakaran dalam, sehingga permintaan BBM (bahan bakar minyak) terus meningkat. Namun, menipisnya cadangan BBM dan dampak lingkungannya mendorong pencarian bahan bakar alternatif. Bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan untuk mengganti BBM salah satunya adalah bioetanol. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik (densitas, viskositas, nilai kalor dan nilai oktan) bahan bakar dengan campuran bioetanol dari nira sorgum (E20, E25, E30, E35, E40, dan E45). Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan variasi bahan bakar pertalite (E0) dan biopertalite (E20, E25, E30, E35, E40, dan E45). Pengujian karakteristik bahan bakar mengacu pada standar ASTM (densitas D1298, viskositas D445, dan nilai kalor D240). Hasil dari uji karakteristik (densitas dan viskositas) bahan bakar semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi bioetanol, namun nilai kalor semakin menurun.

Kata Kunci: bioetanol, nira sorgum, pertalite, biopertalite

Abstract

The majority of transportation today still uses internal combustion engines, so the demand for fuel oil continues to increase. However, dwindling fuel oil reserves and their environmental impact have prompted the search for alternative fuels. One renewable and environmentally friendly alternative fuel to replace fuel oil is bioethanol. The objective of this study is to analyze the characteristics (density, viscosity, calorific value, and octane rating) of fuel blended with bioethanol from sorghum molasses (E20, E25, E30, E35, E40, and E45). This study is an experimental study with variations in Pertalite fuel (E0) and biopertalite (E20, E25, E30, E35, E40, and E45). The fuel characteristic tests were conducted in accordance with ASTM standards (density D1298, viscosity D445, and calorific value D240). The results of the fuel characteristic tests (density and viscosity) showed an increase as the bioethanol concentration increased, while the calorific value decreased.

Keywords: bioethanol, sorghum sap, pertalite, biopertalite

PENDAHULUAN

Saat ini, 86% konsumsi energi dunia berasal dari sumber fosil seperti minyak, gas alam, dan batu bara, dengan minyak sebagai sumber energi utama sektor transportasi yang menjadi bagian terbesar dalam konsumsi energi primer dunia (Yelbey dan Ciniviz, 2020). Hal ini terjadi, karena meskipun kendaraan bermesin listrik berkembang pesat, kendaraan dengan mesin pembakaran dalam masih mendominasi (Ye *et al.*, 2023). Akibatnya, timbul masalah seperti meningkatnya polusi di lingkungan hidup dan berkurangnya cadangan bahan bakar fosil (Wibowo *et al.*, 2019). Ditambah lagi dengan peningkatan jumlah kendaraan bermotor, seperti contoh peningkatan jumlah sepeda motor dalam satu tahun di Indonesia, dari 120.042.298 unit pada 2021 menjadi 125.305.332 unit pada tahun 2022 (Badan Pusat Statistik, 2024). Oleh karena itu, riset akan bahan bakar alternatif dan energi terbarukan semakin intensif dilakukan (Tibaquirá *et al.*, 2018). Pengembangan bahan bakar alternatif menjadi salah satu tujuan utama untuk mengatasi ketergantungan dan dampak dari bahan bakar fosil serta meningkatkan efisiensi energi untuk kebutuhan di masa depan (Hassan *et al.*, 2024).

Dari semua jenis energi terbarukan yang ada, bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang paling umum digunakan untuk transportasi (Gu *et al.*, 2012). Banyaknya penggunaan bioetanol pada transportasi tidak lepas dari beberapa keunggulan seperti peningkatan performa pada mesin kendaraan dan penurunan kadar emisi pada gas buang (Badrawada dan Susastriawan, 2019). Secara kimiawi, bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang molekulnya sama dengan etanol (C_2H_5OH), hanya saja, etanol dihasilkan dari bahan petrokimia melalui proses hidrasi katalitik, sedangkan bioetanol didapat dari bahan biologis melalui proses fermentasi (Yelbey dan Ciniviz, 2020).

Bahan baku yang berpotensi untuk menghasilkan bioetanol adalah nira sorgum (Anglani, 1998). Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor Linnaeus Moench*) memiliki banyak manfaat, selain bijinya dapat digunakan untuk bahan pangan serta batang dan daunnya sebagai pakan ternak, cairan dari batangnya (nira) dapat diolah menjadi bioetanol (Reddy *et al.*, 2005). Selain itu, nira sorgum mengandung kadar gula yang hampir sama dengan nira tebu yaitu sebesar 13,6-18,4%, sedangkan nira tebu memiliki kadar gula sebesar 12-19% (Suryaningsih, 2014).

Penelitian (Sugiarto *et al.*, 2020) tentang campuran bioetanol 30% dan 40% pada bensin dengan oktan 88, 92, dan 98. Hasil pengujian menunjukkan nilai oktan meningkat seiring bertambahnya kadar bioetanol dengan nilai oktan tertinggi pada campuran bahan bakar ron 98 dan bioetanol dengan kadar 40 persen yaitu sebesar 107,4.

Penelitian (Kim *et al.*, 2020) tentang pengaruh penggunaan campuran bensin dan etanol dengan kadar campuran (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% dan 100%) pada sistem pengkabutan bahan bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa densitas dan viskositas meningkat seiring bertambahnya kadar etanol, selain itu, ukuran droplet campuran bahan bakar ketika diinjeksikan meningkat juga seiring bertambahnya kadar etanol.

(Wibowo *et al.*, 2020) melakukan penelitian pengaruh campuran bahan bakar etanol dengan bensin ron 92 yaitu E40, E50 dan E60 terhadap karakteristik dan performa mesin motor 4 langkah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin bertambahnya kadar bioetanol densitas dan nilai oktan semakin meningkat dengan hasil tertinggi pada E60 dengan densitas dan nilai oktan sebesar 781,2 kg/m³ dan 108,62.

Penelitian (Purwanto dan Muhaji, 2024) tentang penggunaan bahan bakar campuran bioetanol dari kulit pisang raja dan pertalite (E20, E25, E30, E35, E40 dan E45). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada densitas dan viskositas campuran bahan bakar seiring bertambahnya kadar bioetanol dengan nilai densitas dan viskositas tertinggi pada E70 sebesar 782,8 kg/m³ dan 0,967 mPa.s. Sedangkan nilai kalornya menurun seiring bertambahnya kadar bioetanol dengan nilai kalor terendah pada E70 yaitu sebesar 4154 cal/gram.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik (densitas, viskositas, dan nilai kalor) bahan bakar pertalite (E0) dan biopertalite dari nira sorgum (E20, E25, E30, E35, E40, dan E45).

METODE

1. Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan menganalisis pengaruh penggunaan bahan bakar standar berupa pertalite (E0) dan bahan bakar eksperimen berupa biopertalite dari nira sorgum (E20, E25, E30, E35, E40, dan E45) terhadap performa mesin sepeda motor Honda Vario 125cc tahun 2019.

2. Waktu dan Tempat Penelitian

a. Waktu Penelitian

Pengujian karakteristik bahan bakar dilakukan setelah proses pembuatan bioetanol dari nira sorgum selesai dilakukan.

b. Tempat Penelitian

- Pengujian karakteristik densitas bahan bakar pertalite dan biopertalite dari nira sorgum dilakukan di Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas, Universitas Negeri Surabaya.
- Pengujian karakteristik viskositas dan nilai kalor bahan bakar pertalite dan biopertalite

dari nira sorgum dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Universitas Brawijaya.

3. Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas

- Pertalite (E0)
- Biopertalite E20 (20% etanol dan 80% pertalite)
- Biopertalite E25 (25% etanol dan 75% pertalite)
- Biopertalite E30 (30% etanol dan 70% pertalite)
- Biopertalite E35 (35% etanol dan 65% pertalite)
- Biopertalite E40 (40% etanol dan 60% pertalite)
- Biopertalite E45 (45% etanol dan 55% pertalite)

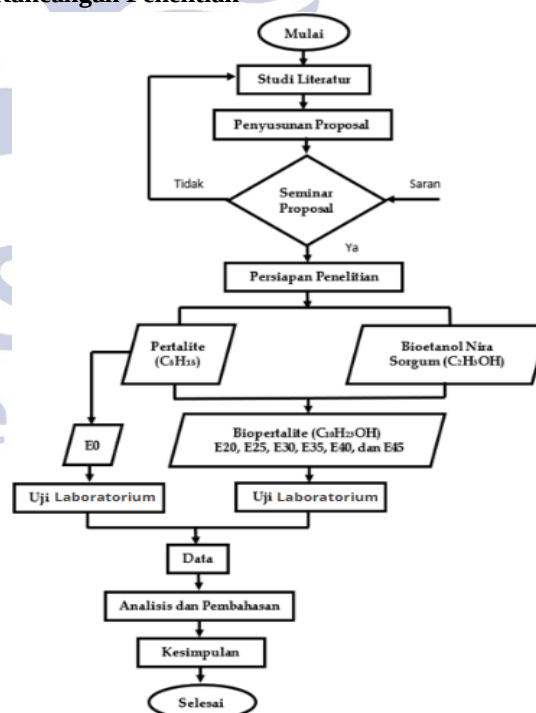
b. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini meliputi karakteristik bahan bakar (densitas, viskositas, dan nilai kalor).

c. Variabel Kontrol

- Bioetanol nira sorgum jenis galur memiliki kadar etanol sebesar 99,59%, densitas 0,7940 gr/cm³, viskositas 1,05 cSt, dan nilai kalor 5187 kkal/kg.
- Pencampuran bahan bakar menggunakan *hot plate magnetic stirrer* selama 10 menit.

4. Rancangan Penelitian



Gambar 1 Rancangan Penelitian

5. Alat dan Bahan

a. Alat

- 1) Gelas ukur
- 2) *Magnetic stirrer* dan *stir bar*

- 3) Botol sampel
- 4) Piknometer dan timbangan
- 5) Viskometer
- 6) *Bomb Calorimeter*



Gambar 2 Piknometer dan Timbangan



Gambar 3 Viskometer



Gambar 4 *Bomb Calorimeter*

b. Bahan

- 1) Pertalite (RON 90)
- 2) Bioetanol nira sorgum

6. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dalam penelitian ini meliputi proses persiapan, dan proses pengujian karakteristik bahan bakar pertalite (E0) dan biopertalite (E20, E25, E30, E35, E40, dan E45) dari nira sorgum.

a. Proses Persiapan

- 1) Mengukur volume pertalite dan bioetanol dari nira sorgum sesuai dengan rasio yang sudah ditentukan.
- 2) Menuangkan pertalite dan bioetanol dari nira sorgum kedalam erlenmeyer.
- 3) Memasukkan *stir bar* dan menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit.
- 4) Menyimpan setiap variasi campuran dalam botol sampel dan memberi label sesuai rasio campuran.

b. Proses Pengujian Densitas

- 1) Menghubungkan timbangan dengan sumber listrik.
- 2) Menekan tombol *power* untuk menyalakan timbangan
- 3) Menunggu hingga layar menunjukkan angka 0,00000 gr.

- 4) Meletakkan piknometer kosong di atas timbangan dan mencatat massanya.
- 5) Mengisi piknometer dengan sampel bahan bakar hingga penuh tanpa adanya gelembung udara.
- 6) Meletakkan kembali piknometer berisi sampel ke timbangan dan mencatat masa total.
- 7) Menghitung densitas menggunakan rumus $\rho = \text{massa/volume}$.
- 8) Mengulangi proses untuk setiap sampel sebanyak 3 kali.
- 9) Mematikan timbangan dan membersihkan piknometer.

c. Proses Pengujian Viskositas

- 1) Membuka penutup wadah air dan mengisi sebanyak 1,6 liter air.
- 2) Menutup kembali wadah air dan menuangkan sampel bahan bakar ke ruang sampel hingga menyentuh batas besi.
- 3) Menyalakan saklar pemanas dan termometer, kemudian mengaduk air hingga suhu mencapai 40°C.
- 4) Saat suhu sampel tepat 40°C, membuka bola penutup dan menyalakan *stopwatch*.
- 5) Menghentikan *stopwatch* saat volume 60 ml sampel telah terisi di gelas ukur/*viscoflash*.
- 6) Mencatat waktu alir yang diperoleh.
- 7) Mengulangi proses untuk setiap sampel sebanyak 3 kali.
- 8) Mengembalikan sisa sampel ke wadah asal dan menguras air melalui keran.
- 9) Membersihkan alat sebelum digunakan untuk sampel berikutnya.

d. Proses Pengujian Nilai Kalor

- 1) Menuangkan 2 liter air ke dalam wadah air dan memasukkannya ke dalam *bomb calorimeter*.
- 2) Menimbang 0,5 gram sampel dan meletakkannya di atas cawan pembakar.
- 3) Memotong kawat pemantik sepanjang 10 cm, kemudian dikaitkan pada kepala *vessel* dan menyentuh sampel.
- 4) Memasang kepala *vessel* dan menguncinya dengan rapat.
- 5) Mengisi *vessel* dengan oksigen bertekanan 40 atm selama 90 detik, lalu melepaskan selang perlahan.
- 6) Menempatkan *vessel* ke dalam wadah air menggunakan penjepit dan menyambungkan kabel pemantik.
- 7) Menutup *bomb calorimeter* dan menyalakan seluruh saklar (daya, pemantik, kipas).
- 8) Menunggu proses selama 6–10 menit, mencatat suhu awal.
- 9) Menekan tombol pemantik untuk pembakaran, kemudian menunggu kembali 6–10 menit.
- 10) Mencatat suhu akhir setelah pembakaran selesai.
- 11) Mengulangi proses untuk setiap sampel sebanyak 3 kali.
- 12) Melepas kabel, membuka *bomb calorimeter*, dan mengukur panjang kawat sisa.

- 13) Membuang sisa bahan bakar dan membersihkan seluruh peralatan.

7. Teknik Analisa Data

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif yaitu menganalisis hasil uji karakteristik bahan bakar campuran biopertalite sorgum yang disajikan dalam bentuk angka tabel, kemudian dikonversi ke dalam bentuk grafik. Selanjutnya, data yang ada di dalam tabel dan grafik dideskripsikan menjadi kalimat sederhana yang mudah dipahami, sehingga dapat diambil kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah sampel bahan bakar yang digunakan untuk pengujian karakteristik yang sebelumnya telah dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer*.



Gambar 5 Sampel Bahan Bakar

1. Karakteristik Bahan Bakar

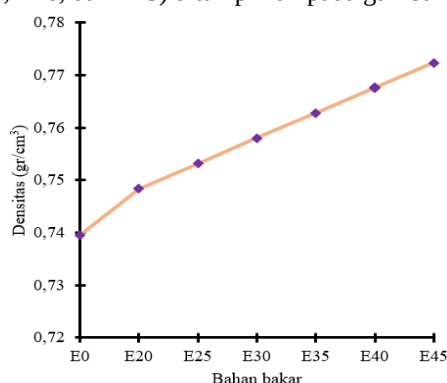
Pengujian karakteristik bahan bakar pertalite dan biopertalite dari nira sorgum meliputi densitas, viskositas dan nilai kalor. Hasil pengujian karakteristik bahan bakar ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Karakteristik Bahan Bakar Pertalite dan Biopertalite dari Nira Sorgum

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji Karakteristik Biopertalite Sorgum						
		E0	E20	E25	E30	E35	E40	E45
Densitas	gr/cm ³	0,7396	0,7484	0,7532	0,7580	0,7628	0,7676	0,7724
Viskositas	cSt	0,6523	0,6915	0,7013	0,7160	0,7257	0,7355	0,7550
Nilai Kalor	kal/gr	10554	9475	9210	8940	8673	8402	8135

a. Densitas

Hasil pengujian densitas bahan bakar pertalite (E0) dan biopertalite nira sorgum (E20, E25, E30, E35, E40, dan E45) ditampilkan pada gambar 6.

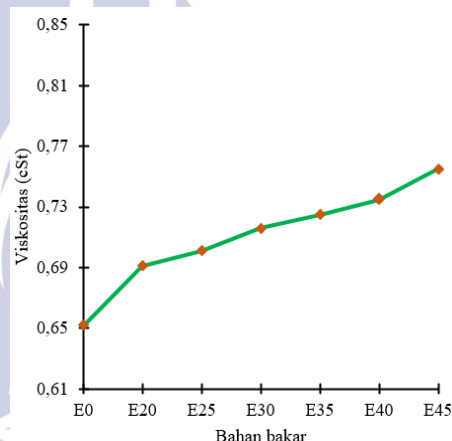


Gambar 6 Grafik Densitas

Berdasarkan tabel 1 dan gambar 6 didapatkan bahwa nilai densitas tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar E45 sedangkan nilai densitas terendah dihasilkan oleh E0. Nilai densitas semakin tinggi seiring bertambahnya kadar bioetanol pada campuran bahan bakar. Hal ini disebabkan densitas bioetanol lebih tinggi dibandingkan dengan pertalite, sehingga jika dicampurkan akan menghasilkan densitas yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian (Wibowo *et al.*, 2020) yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan densitas secara linier adalah ciri khas dari campuran pertalite dan bioetanol. Semakin tinggi densitas bahan bakar, maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin rendah dan proses pembakaran menjadi lebih sulit.

b. Viskositas

Hasil pengujian viskositas bahan bakar pertalite (E0) dan biopertalite nira sorgum (E20, E25, E30, E35, E40, dan E45) ditampilkan pada gambar 7.

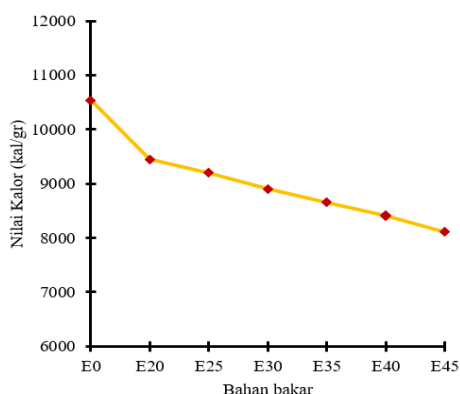


Gambar 7 Grafik Viskositas

Berdasarkan tabel 1 dan gambar 7 didapatkan bahwa nilai viskositas tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar E45 sedangkan nilai viskositas terendah dihasilkan oleh E0. Nilai viskositas semakin meningkat seiring bertambahnya kadar bioetanol pada campuran bahan bakar. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Ihtifazhuddin *et al.*, 2024) yang menyatakan bahwa adanya peningkatan viskositas seiring bertambahnya kadar bioetanol dalam campuran. Peningkatan ini disebabkan oleh viskositas bioetanol yang lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas pertalite, sehingga pencampuran keduanya menghasilkan viskositas yang lebih tinggi. Semakin besar viskositas bahan bakar, maka semakin sulit juga bahan bakar tersebut mengalir. Bahan bakar dengan viskositas yang terlalu rendah memiliki sifat pelumasan yang rendah juga, sehingga menimbulkan panas berlebih dan membuat performa mesin menurun.

c. Nilai Kalor

Hasil pengujian nilai kalor bahan bakar pertalite (E0) dan biopertalite nira sorgum (E20, E25, E30, E35, E40, dan E45) ditampilkan pada gambar 8.



Gambar 8 Grafik Nilai Kalor

Berdasarkan tabel 1 dan gambar 8 didapatkan bahwa nilai kalor tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar E0 sedangkan nilai kalor terendah dihasilkan oleh E45. Nilai kalor semakin rendah seiring bertambahnya kadar bioetanol pada campuran bahan bakar. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Kim *et al.*, 2024) yang mengatakan bahwa nilai kalor mengalami penurunan seiring dengan peningkatan kadar bioetanol terhadap campuran bahan bakar. Penurunan ini disebabkan karena kandungan karbon bioetanol lebih rendah dibandingkan dengan pertalite. Hal ini sejalan dengan penelitian (Muregi *et al.*, 2021) yang menyatakan kandungan karbon pada bensin murni sebesar 86% sedangkan bioetanol hanya 52,2%.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, dan pembahasan tentang pengaruh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol nira sorgum sebagai bahan bakar alternatif dapat disimpulkan bahwa:

- Karakteristik bahan bakar yang berupa densitas dan viskositas tertinggi dihasilkan oleh E45 sebesar 0,7724 gr/cm² dan 0,7550 cSt. Nilai kedua karakteristik tersebut semakin meningkat seiring bertambahnya kadar bioetanol pada bahan bakar. Akan tetapi, nilai kalor tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar E0 sebesar 10554 kal/gr dan semakin menurun dengan bertambahnya kadar bioetanol pada bahan bakar.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, dan pembahasan yang telah dilaksanakan, terdapat beberapa saran sebagai berikut:

- Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan variasi bioetanol dari bahan baku nabati lain sebagai perbandingan terhadap bioetanol dari nira sorgum.
- Penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh campuran aditif lain (seperti pelarut atau penstabil) guna memperbaiki nilai kalor atau menjaga viskositas dan performa pembakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anglani, C. 1998. "Sorghum carbohydrates—A review". *Plant foods for human nutrition*. Vol 52: pp. 77-83.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2024. *Basic Statistics of Indonesia*. Jakarta Pusat. Badan Pusat Statistik, Indonesia.
- Badrawada, I. G. G., and Susastriawan, A. A. P. 2019. "Influence of ethanol-gasoline blend on performance and emission of four-stroke spark ignition motorcycle". *Clean Technologies and Environmental Policy*. Vol. 21: pp. 1891-1896.
- Gu, X., Huang, Z., Cai, J., Gong, J., Wu, X., and Lee, C. F. 2012. "Emission characteristics of a spark-ignition engine fuelled with gasoline-n-butanol blends in combination with EGR". *Fuel*. Vol. 93: pp. 611-617.
- Hassan, Q., Viktor, P., Al-Musawi, T. J., Ali, B. M., Algburi, S., Alzoubi, H. M., ... and Jaszczur, M. 2024. "The renewable energy role in the global energy Transformations". *Renewable Energy Focus*. Vol. 48: pp. 100545.
- Ihtifazhuddin, F., Yerizam, M., and Yulianti, S. 2024. *Preparation of Bioethanol from Pineapple Peel Waste for Blending Pertalite into Alternative Fuel (Gasohol)*. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, Vol. 11(2), hal: 54-63.
- Kim, J. W., Park, J. U., Lee, T. H., and Kang, I. S. 2024. *Characteristics of exhaust emissions from MGO-bioethanol fuel blend using a combustion chamber*. *Advances in Mechanical Engineering*, Vol. 16(11), 16878132241298338.
- Kim, Y., Kim, W., Baek, S., and Lee, K. 2020. *Experimental study on the spray characteristics of ethanol gasoline blended fuel in a direct injection system*. *International Journal of Automotive Technology*, Vol. 21: pp. 555-561.
- Muregi, M. A., Abolarin, M. S., Okegbile, O. J., Eterigho, E. J., and Okokpujie, I. P. 2021. *Emission comparison of air-fuel mixtures for pure gasoline and bioethanol fuel blend (E20) combustion on sparking-ignition engine*. *Covenant Journal of Engineering Technology*.
- Purwanto, M., dan Muhaji, M. 2024. "Analisis Performa Mesin Sepeda Motor Honda Vario 125cc Berbahan Bakar Campuran Bioetanol Kulit Pisang Raja Dan Pertalite". *Jurnal Teknik Mesin*. Vol 12(02): Hal. 127-134.
- Purwanto, M., dan Muhaji, M. 2024. "Analisis Performa Mesin Sepeda Motor Honda Vario 125cc Berbahan Bakar Campuran Bioetanol Kulit Pisang Raja Dan

- Pertalite". *Jurnal Teknik Mesin*. Vol 12(02): hal. 127-134.
- Reddy, B. V., Ramesh, S., Reddy, P. S., Ramaiah, B., Salimath, M., and Kachapur, R. 2005. "Sweet sorghum-a potential alternate raw material for bio-ethanol and bio-energi". *International Sorghum and Millets Newsletter*. Vol 46. Pp. 79-86.
- Sugiarto, B., Maymuchar, M., Wibowo, C. S., Hargiyanto, R., and Krisnanto, H. 2020. "The effects of gasoline-bioethanol blends to the performance of an Otto engine". In *AIP Conference Proceedings*. Vol. 2255, No. 1. AIP Publishing.
- Suryaningsih, R. 2014. "Bioenergy plants in Indonesia: Sorghum for producing bioethanol as an alternative energy substitute of fossil fuels". *Energy Procedia*. Vol. 47: hal. 211-216.
- Tibaquirá, J. E., Huertas, J. I., Ospina, S., Quirama, L. F., and Niño, J. E. 2018. "The effect of using ethanol-gasoline blends on the mechanical, energy and environmental performance of in-use vehicles". *Energies*. Vol 11(1): hal. 221.
- Wibowo, C. S., Setiady, N. I., Masuku, M., Hamzah, A., Fedori, I., Nugroho, Y. S., and Sugiarto, B. 2020. "The Performance of a Spark Ignition Engine using 92 RON Gasoline with Varying Blends of Bioethanol (E40, E50, E60) Measured using a Dynamometer Test. *International Journal of Technology*". Vol 11(7).
- Wibowo, C. S., Sugiarto, B., Zikra, A., Budi, A., Mulya, T., and Muchar, M. 2019. "The effect of bioethanol-varying gasoline blends on performance and emission of SI engine 150 CC". In *AIP Conference Proceedings*. Vol. 2062: No. 1). AIP Publishing.
- Ye, Y., Hu, J., Zhang, Z., Zhong, W., Zhao, Z., and Zhang, J. 2023. "Effect of different ratios of gasoline-ethanol blend fuels on combustion enhancement and emission reduction in electronic fuel injection engine". *Polymers*. Vol. 15(19): pp. 3932.
- Yelbey, S., and Ciniviz, M. 2020. "Investigation of the effects of gasoline-bioethanol blends on engine performance and exhaust emissions in a spark ignition engine". *European Mechanical Science*. Vol. 4(2): pp. 65-71.