

KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH CAMPURAN BIOETANOL DARI MOLASSE PADA BAHAN BAKAR GASOLINE TERHADAP EMISI GAS BUANG YANG DIHASILKAN

Muhammad risky¹, Drajat Indah Mawarni^{2*}
e-mail:¹muhammadrisky047@gmail.com,²drajatindah74@gmail.com

ABSTRACT

Bioethanol is an alcohol compound that comes from the fermentation process of carbohydrate compounds using the help of the microbe *saccaromyces cereviceae*. Bioethanol production from plants containing cellulose, including molasses, is carried out through the conversion process of lignocellulose into cellulose using several methods, namely: physical, chemical and biological hydrolysis. Molasses which comes from the Gendis Multi Manis Jepon Blora Sugar Factory, Central Java, is a by-product of the sugar processing industry which still contains sugar and organic acids. The molasses produced has a fairly high sucrose content in molasses, around 48-55% so it can be used as a good raw material for making ethanol. The results of tests carried out using a mixture of Bioethanol with Peralite fuel have an influence on exhaust gas emissions by increasing the bioethanol mixture. produces different values of CO, HC, CO₂, O₂. The highest CO value in pure peralite fuel is 7.79% and the lowest CO value is in the 30% Bioethanol mixture, namely with a CO value of 0.27%. The highest HC value in pure peralite fuel is 7.31 ppm and the HC value the lowest was in the 10% Bioethanol mixture, namely 1.52 ppm. The highest CO₂ value was in the 30% Bioethanol mixture, namely 9.00% and the lowest CO₂ value was in the 10% Bioethanol mixture, namely with a CO₂ value of 2.30%. Furthermore, the highest O₂ value was in the 30% Bioethanol mixture, namely 14.46% and the lowest O₂ value was in the 10% Bioethanol mixture, namely with an O₂ value of 3.46%.

Keywords: Bioethanol, Molasse, Peralite

INTISARI

Bioetanol adalah salah satu senyawa alkohol yang berasal dari proses fermentasi senyawa karbohidrat dengan menggunakan bantuan mikroba *saccaromyces cereviceae*. Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung selulosa termasuk diantaranya adalah molasses, dilakukan melalui proses konversi lignoselulosa menjadi selulosa dengan beberapa metode yaitu; hydrolysis fisik, kimia, dan biologi. Molasses yang berasal dari Pabrik Gula Gendis Multi Manis Jepon Blora Jawa Tengah merupakan produk sampingan dari industri pengolahan gula yang masih mengandung gula dan asam-asam organik. Molasses yang dihasilkan mempunyai kandungan sukrosa dalam molasse cukup tinggi, berkisar 48-55% sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku yang baik untuk pembuatan etanol Hasil uji yang dilakukan dengan menggunakan campuran Bioetanol dengan bahan bakar peralite memiliki pengaruh terhadap emisi gas buang adalah dengan bertambahnya campuran bioetanol menghasilkan nilai CO, HC, CO₂, O₂, yang berbeda-beda. Nilai CO tertinggi pada bahan bakar peralite murni yaitu sebesar 7,79% dan nilai CO terendah pada campuran Bioetanol 30% yaitu dengan nilai CO sebesar 0,27%, Nilai HC tertinggi pada bahan bakar peralite murni yaitu sebesar 7,31 ppm dan nilai HC terendah pada campuran Bioetanol 10% yaitu sebesar 1,52 ppm. Nilai CO₂ tertinggi pada campuran Bioetanol 30% yaitu sebesar 9,00% dan nilai CO₂ terendah pada campuran Bioetanol 10% yaitu dengan nilai CO₂ sebesar 2,30%. Selanjutnya untuk Nilai O₂ tertinggi pada campuran Bioetanol 30% yaitu sebesar 14,46% dan nilai O₂ terendah pada campuran Bioetanol 10% yaitu dengan nilai O₂ sebesar 3,46%.

Kata kunci: Bioetanol, Tetes tebu, Peralite

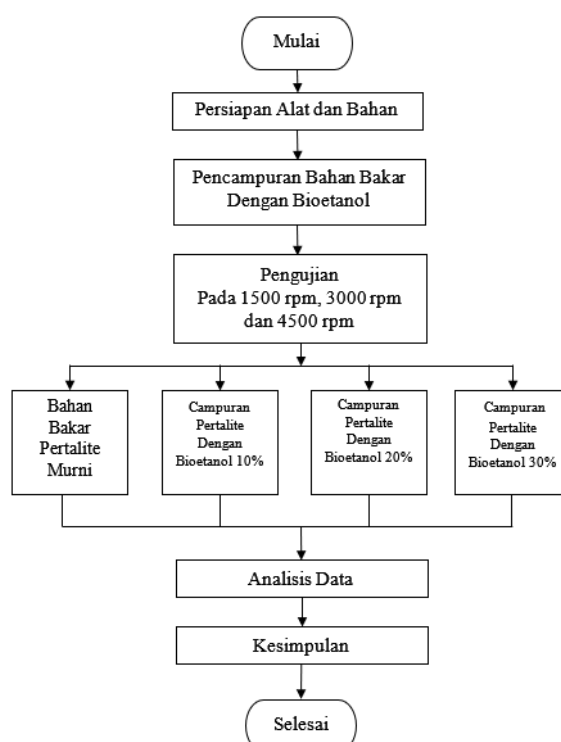
1. PENDAHULUAN

Setiap tahun, populasi manusia dan kegiatan ekonomi semakin berkembang, yang menyebabkan peningkatan konsumsi energi. Salah satu sumber energi utama yang digunakan dalam kegiatan manusia adalah bahan bakar fosil, seperti bensin dan diesel. Namun, penggunaan bahan bakar fosil ini berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca, terutama CO₂, yang berperan dalam pemanasan global (Friedlingstein et al., 2014). Proses pembakaran bahan bakar fosil sering kali tidak sempurna, menghasilkan berbagai gas berbahaya seperti CO, NO_x, SO₂, dan partikulat lainnya yang mencemari udara dan berbahaya bagi kesehatan manusia (Cao et al., 2008, Tartakovsky dan Sheintuch, 2018). Sebagai upaya untuk mengurangi dampak negatif ini, penggunaan bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan, seperti bioetanol, semakin populer. Bioetanol dapat diperoleh dari berbagai sumber,

termasuk limbah pertanian seperti molase (tetes tebu) (Siahaan, 2021, Arif, et al., 2016, Efendi, et al., 2022). Molase adalah hasil sampingan dari produksi gula tebu, yang mengandung gula yang cukup tinggi dan dapat difermentasi menjadi etanol (Rossi et al., 2021, Mayasri, 2023). Penggunaan bioetanol sebagai aditif bahan bakar dapat meningkatkan angka oktan, mengurangi emisi CO dan NOx, dan memberikan solusi untuk pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil (Kemal et al., 2014). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh campuran bioetanol dari molase terhadap emisi gas buang yang dihasilkan pada pembakaran bahan bakar gasoline. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengeksplorasi potensi molase sebagai bahan baku untuk produksi bioetanol yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi pada pengembangan energi terbarukan yang berbasis pada limbah pertanian (Amin, et al., 2019). Hipotesis dalam penelitian ini adalah bahwa campuran bioetanol yang dihasilkan dari molase dapat memperbaiki emisi gas buang dari pembakaran bahan bakar gasoline. Hal ini didasarkan pada fakta bahwa bioetanol memiliki potensi untuk mengurangi emisi CO dan NOx, yang merupakan polutan utama dalam gas buang kendaraan bermotor (Kemal et al., 2014, Likhanov dan Lopatin, 2020). Bioetanol yang dihasilkan dari sumber terbarukan, seperti tanaman tebu, memiliki sejumlah keuntungan, terutama dalam konteks pengurangan emisi gas rumah kaca. Salah satu sumber utama bioetanol adalah molase, limbah dari produksi gula tebu, yang memiliki kandungan gula tinggi yang dapat difermentasi menjadi etanol menggunakan mikroorganisme seperti *Saccharomyces cerevisiae* (Juwita, 2012). Proses fermentasi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk konsentrasi gula, pH, dan temperatur, yang mempengaruhi hasil produksi etanol (Fifendy et al., 2013; Anggraini et al., 2017). Penerapan bioetanol dalam bahan bakar dapat memberikan manfaat ekologis, di antaranya mengurangi emisi karbon dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Penggunaan alkohol seperti etanol dalam campuran bahan bakar dapat menurunkan emisi CO dan NOx, meskipun dapat meningkatkan emisi CO₂ (Kemal et al., 2014). Selain itu, etanol dapat meningkatkan angka oktan bahan bakar, yang berkontribusi pada pembakaran yang lebih efisien (Likhanov dan Lopatin, 2020). Studi oleh Manochio et al. (2017) juga menunjukkan bahwa etanol dapat menjadi sumber energi alternatif yang efektif, terutama dalam konteks industri energi yang lebih berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen laboratorium dengan menggunakan mesin uji emisi untuk menganalisis gas buang yang dihasilkan dari campuran bioetanol dengan gasoline. Bioetanol akan dihasilkan melalui proses fermentasi molase menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai mikroorganisme utama. Proses fermentasi akan dilakukan dalam berbagai kondisi pH dan waktu untuk memperoleh etanol dengan kadar tertinggi. Setelah bioetanol siap, campuran bahan bakar dengan persentase etanol yang berbeda akan diuji emisi gas buangnya pada mesin uji emisi kendaraan bermotor. Parameter emisi yang akan diukur meliputi CO, NOx, CO₂, dan partikulat. Adapun diagram alir pelaksanaan penelitian disajikan pada Gambar 1.

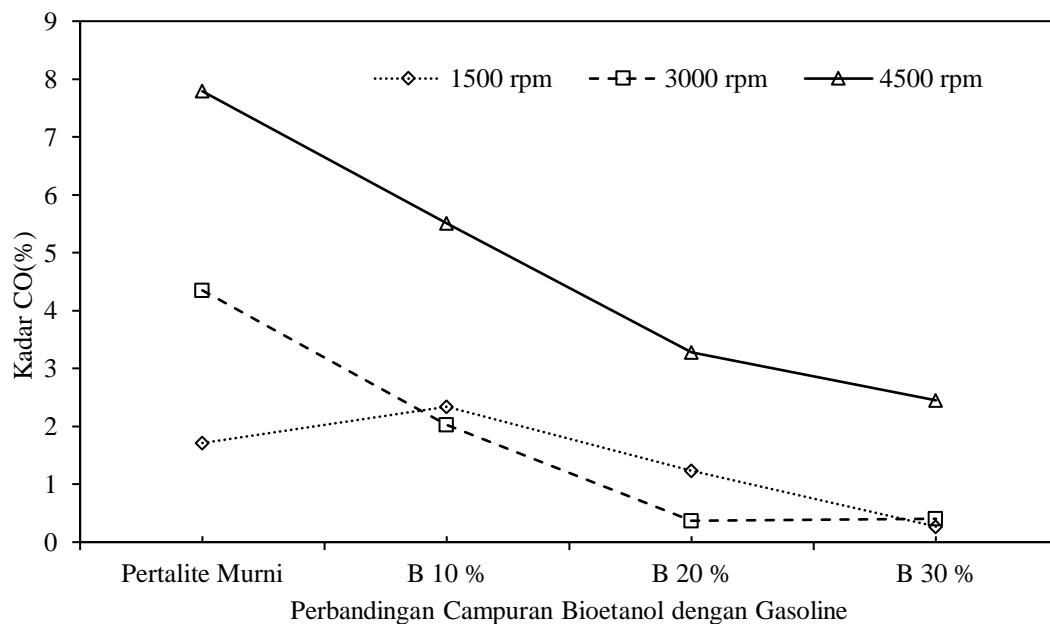


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut : Menyiapkan bahan bakar pertalite murni dan bahan bakar campuran B10, B20, B30; Melakukan pengujian pertama menggunakan pertalite murni; Menunggu kira-kira 5 menit agar mesin panas dan putaran mesin menjadi stedy atau idle; Siapkan gas analyzer; Tekan switch ON pada alat gas analyzer sehingga display akan menyala; Masukkan stik sensor pengukur sampel gas buang (Sampling probe) saluran pembuangan gas buang sepeda motor (knalpot); Pengujian pertama kecepatan sepeda motor adalah 1500 rpm dan pengujian kedua kecepatan sepeda motor 3000 rpm dan pengujian ketiga kecepatan sepeda motor 4500 rpm; Kemudian tekan ENT/MEAS, tunggu sampai angka yang tertera pada display stabil; Setelah stabil tekan HOLD 2 kali untuk mencetak hasil pengukuran kadar emisi gas buang; Setelah memperoleh data, kemudian dilanjutkan dengan penggantian bahan bakar untuk variasi campuran bioetanol 10%, 20%, 30%. Data hasil pengujian akan dilakukan analisis data.

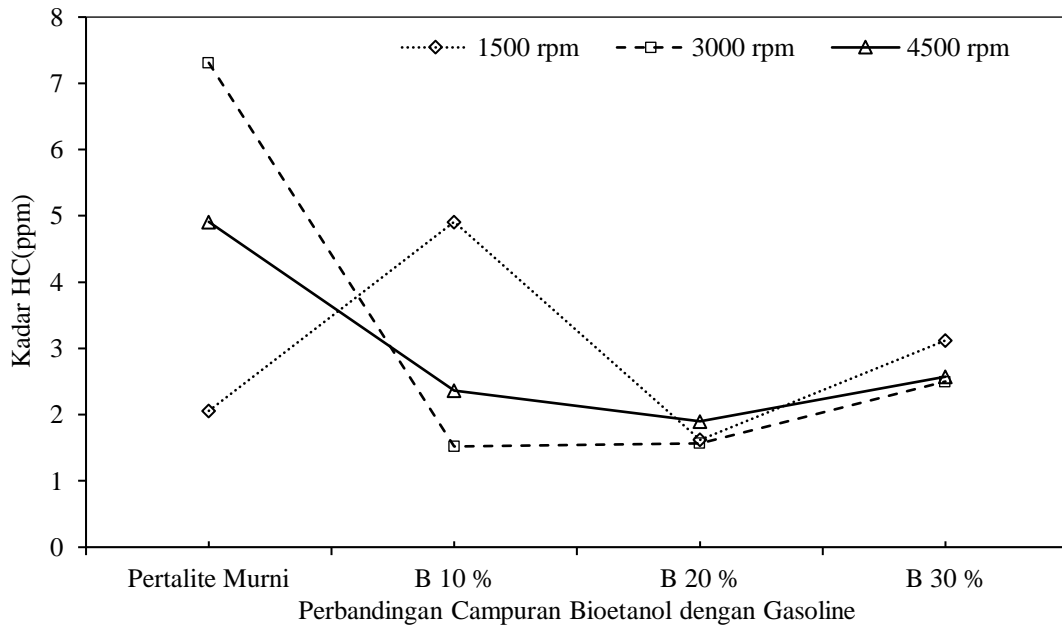
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan dituangkan dalam Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5 berikut. Gambar 2. menunjukkan perbandingan kadar CO terhadap campuran bahan bakar dengan berbagai putaran mesin.



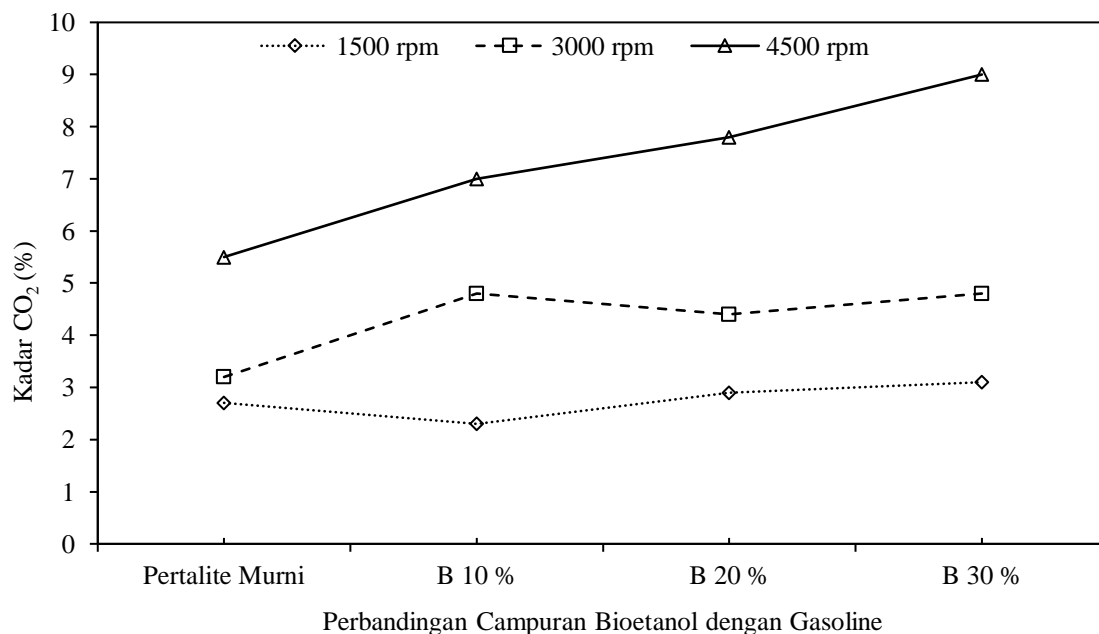
Gambar 2. Grafik perbandingan Kadar CO terhadap Campuran Bahan Bakar dengan Putaran Mesin

Gambar 2. menunjukkan kadar emisi gas buang CO dengan campuran Bioetanol dan bahan bakar pertalite. Dengan perbedaan putaran mesin kadar emisi gas buang CO menghasilkan nilai yang berbeda. Pada putaran mesin 1500 rpm nilai kadar CO tertinggi dihasilkan oleh campuran Bioetanol 10% yaitu sebesar 2,34%, dan terendah dihasilkan pada campuran Bioetanol 30% sebesar 0,27%. Pada putaran mesin 3000 rpm nilai kadar CO tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar pertalite murni yaitu sebesar 4,35%, dan terendah dihasilkan pada campuran Bioetanol 20% sebesar 0,37%. Pada putaran mesin 4500 rpm nilai kadar CO tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar pertalite murni yaitu sebesar 7,79%, dan terendah dihasilkan pada campuran Bioetanol 30% sebesar 2,45%. Kandungan emisi gas buang CO menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Melihat trendline diatas, diketahui bahwa semakin bertambahnya campuran Bioetanol mampu menghasilkan pembakaran yang sempurna sehingga nilai kadar CO yang dihasilkan menjadi rendah.



Gambar 3. Grafik perbandingan Kadar HC terhadap Campuran Bahan Bakar dengan Putaran Mesin

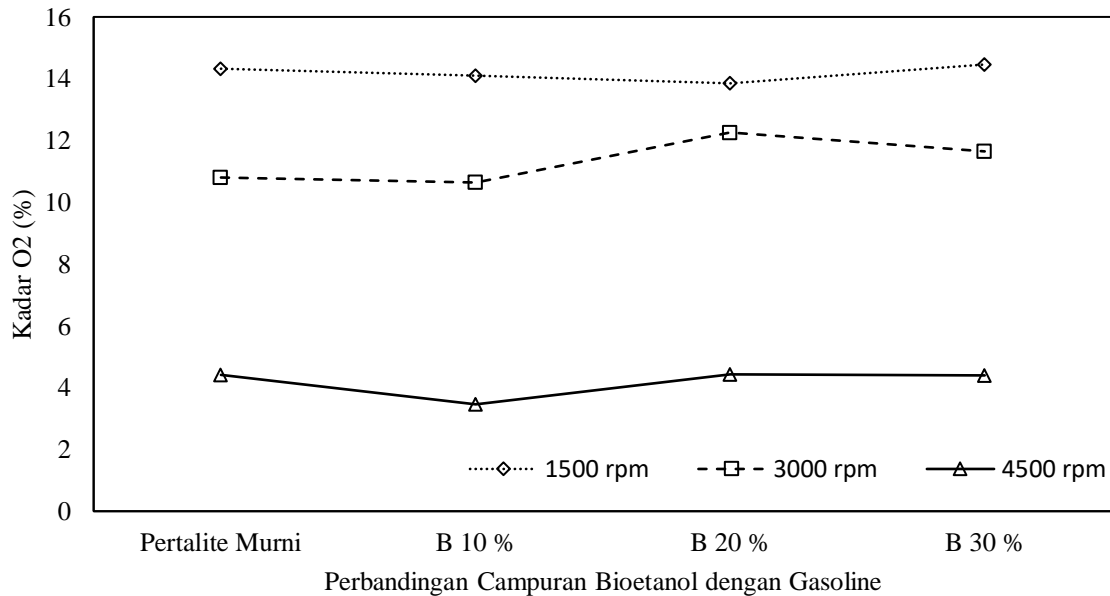
Gambar 3. menunjukkan kadar emisi gas buang HC dengan campuran Bioetanol dan bahan bakar pertalite. Pada putaran 1500, 3000, dan 4500 rpm kandungan emisi gas buang HC menghasilkan nilai yang berbeda-beda, pada putaran mesin 1500 rpm nilai kadar HC tertinggi dihasilkan oleh campuran Bioetanol 10% yaitu sebesar 4,91 ppm, dan terendah dihasilkan oleh campuran Bioetanol 20% sebesar 1,90 ppm. Pada putaran mesin 3000 rpm nilai kadar HC tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar pertalite murni yaitu sebesar 7,31 ppm, dan terendah dihasilkan oleh campuran Bioetanol 10% yaitu sebesar 1,52 ppm. Pada putaran mesin 4500 rpm nilai kadar HC tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar pertalite murni yaitu sebesar 4,91 ppm, dan terendah dihasilkan pada campuran Bioetanol 20% sebesar 1,90 ppm, kandungan emisi gas buang HC menghasilkan nilai yang berbeda-beda, diketahui bahwa semakin bertambahnya campuran Bioetanol mampu menghasilkan pembakaran yang sempurna sehingga nilai kadar HC yang dihasilkan menjadi rendah.



Gambar 4. Grafik perbandingan Kadar CO₂ Terhadap Campuran Bahan Bakar Dengan Putaran Mesin

Gambar 4. menunjukkan kadar emisi gas buang CO₂ dengan campuran Bioetanol dan bahan bakar pertalite. Dengan perbedaan putaran mesin kadar emisi gas buang CO₂ menghasilkan nilai yang berbeda. Pada putaran

mesin 1500 rpm nilai kadar CO₂ tertinggi dihasilkan oleh campuran Bioetanol 30% yaitu sebesar 3,10%, dan terendah dihasilkan pada campuran Bioetanol 10% sebesar 2,30%. Pada putaran mesin 3000 rpm nilai kadar CO₂ tertinggi dihasilkan oleh kedua campuran Bioetanol 10% dan Bioetanol 30% yaitu sebesar 4,80%, dan terendah dihasilkan bahan bakar pertalite murni sebesar 3,20%. Pada putaran mesin 4500 rpm nilai kadar CO₂ tertinggi dihasilkan oleh campuran Bioetanol 30% yaitu sebesar 9,00%, dan terendah dihasilkan oleh bahan bakar pertalite murni sebesar 5,50%. Kandungan emisi gas buang CO₂ menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Melihat trendline diatas, diketahui bahwa semakin bertambahnya campuran Bioetanol menghasilkan nilai kadar CO₂ yang dihasilkan menjadi meningkat.



Gambar 5. Grafik perbandingan Kadar CO₂ Terhadap Campuran Bahan Bakar Dengan Putaran Mesin

Gambar 5. menunjukkan kadar emisi gas buang O₂ dengan campuran Bioetanol dan bahan bakar pertalite. Dengan perbedaan putaran mesin kadar emisi gas buang O₂ menghasilkan nilai yang berbeda. Pada putaran mesin 1500 rpm nilai kadar O₂ tertinggi dihasilkan oleh campuran Bioetanol 30% yaitu sebesar 14,46%, dan terendah dihasilkan pada campuran Bioetanol 20% sebesar 13,85%. Pada putaran mesin 3000 rpm nilai kadar O₂ tertinggi dihasilkan oleh campuran Bioetanol 20% yaitu sebesar 12,26%, dan terendah dihasilkan campuran Bioetanol 10% sebesar 10,64%. Pada putaran mesin 4500 rpm nilai kadar O₂ tertinggi dihasilkan oleh campuran Bioetanol 20% yaitu sebesar 4,43%, dan terendah dihasilkan oleh campuran Bioetanol 10% sebesar 3,46%. Kandungan emisi gas buang O₂ menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Melihat *trendline* diatas, diketahui bahwa semakin bertambahnya campuran Bioetanol menghasilkan nilai kadar O₂ yang dihasilkan menjadi meningkat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan campuran Bioetanol dengan bahan bakar Pertalite memiliki pengaruh terhadap emisi gas buang yaitu sebagai berikut: Nilai hasil uji emisi menunjukkan bahwa dengan bertambahnya campuran bioetanol menghasilkan nilai CO, HC, CO₂, O₂, yang berbeda-beda. Nilai CO tertinggi pada bahan bakar pertalite murni yaitu sebesar 7,79% dan nilai CO terendah pada campuran Bioetanol 30% yaitu sebesar 0,27%, Nilai HC tertinggi pada bahan bakar pertalite murni yaitu sebesar 7,31 ppm dan nilai HC terendah pada campuran Bioetanol 10% yaitu sebesar 1,52 ppm. Nilai CO₂ tertinggi pada campuran Bioetanol 30% yaitu sebesar 9,00% dan nilai CO₂ terendah pada campuran Bioetanol 10% yaitu dengan nilai CO₂ sebesar 2,30%. Selanjutnya untuk Nilai O₂ tertinggi pada campuran Bioetanol 30% yaitu sebesar 14,46% dan nilai O₂ terendah pada campuran Bioetanol 10% yaitu dengan nilai O₂ sebesar 3,46%.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrah, M. (2019). Strategi Pengembangan Industri Hilir Pabrik Gula. *Buletin Utama Teknik*, 14(2), 136–139. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/avatara/article/view/48129/40181> (N.d.). Retrieved from <https://www.gendhismultimanis.com/brand-kami/molasses/>
- Amin, M. C., Taufiq, A. J., dan Kurniawan, I. H. (2019). Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Pembangkit Listrik Biomassa di PG. Sragi Pekalongan. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.30595/jrre.v1i1.4922>
- Angraini, S. A., Yuniningsih, S., dan Sota, M. M. (2017). Pengaruh pH terhadap Kualitas Produk Etanol dari Molasses Melalui Proses Fermentasi. *Reka Buana*, 2(2), 99–105.
- Arif, A. Bin, Diyono, W., Budiyanti, A., dan Richana, N. (2016). Analisis Rancangan Faktorial Tiga Faktor Untuk Optimalisasi Produksi Bioetanol Dari Molasses Tebu. *Informatika Pertanian*, 25(1), 145. <https://doi.org/10.21082/ip.v25n1.2016.p145-154>
- Cao, G., Zhang, X., Gong, S., dan Zheng, F. (2008). Investigation on emission factors of particulate matter and gaseous pollutants from crop residue burning. *Journal of Environmental Science*, 20, 50–55. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)60007-8](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)60007-8)
- Efendi, Y.A., Sutanto, R., Rachmanto, T. (2022). Pengaruh Waktu Fermentasi dan Persentase Ragi Terhadap Hasil Akhir Kadar dan Volume Etanol Pada Molase Sebagai Bahan bakar Kompor Bioetanol. *Dinamika Teknik Mesin*, vol 2 (6), 1-7.
- Fifendy, M., Irdawati, dan Eldini. (2013). Pengaruh Pemanfaatan Molase terhadap Jumlah Mikroba dan Ketebal Nata pada teh Kombucha. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 67–72.
- Friedlingstein, P., Andrew, R. M., Rogelj, J., Peters, G. P., Canadell, J. G., Knutti, R., Luderer, G., Raupach, M. R., Schaeffer, M., Vuuren, D. P. V., dan Quéré, C. L. (2014). Persistent growth of CO₂ emissions and implications for reaching climate targets. *Nature Geoscience*, 7(10), 709–715. <https://doi.org/10.1038/ngeo2248>
- Juwita, R. (2012). *Studi produksi alkohol dari tetes tebu (Saccharum officinarum L) selama Proses Fermentasi*. Skripsi. <https://core.ac.uk/download/pdf/25487002.pdf>
- Kemal, M., Sayin, C., dan Canakci, M. (2014). The Effect of Different Alcohol Fuels on the Performance, Emission and Combustion Characteristics of a Gasoline Engine. *Fuel*, 115, 901–906. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.09.020>
- Likhanov, V. A., dan Lopatin, O. P. (2020). Development of Environmentally Friendly Alcohol-Fuel Emulsions for Diesel Engines. *Journal of Physics: Conference Series*, 1515(4), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1515/4/042019>
- Mayasri, A. (2023). Fermentasi Molase Dari Tetes Tebu Sebagai Alternatif Bahan Bakar Terbarukan. *Lantanida Journal*, Vol. 11 (1), 1-106.
- Rossi, L. M., Gallo, J. M. R., Mattoso, L. H. C., Buckeridge, M. S., Licence, P., dan Allen, D. T. (2021). Ethanol from Sugarcane and the Brazilian Biomass-Based Energy and Chemicals Sector. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 9(12), 4293–4295. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c01678>
- Siahaan, B.M.D. (2022). *Pra-Rancangan Pabrik Bioetanol Dari Tetes Tebu (Molase) Melalui Fermentasi Kapasitas 30.000 Ton/Tahun: Pemurnian Produk Melalui Proses Dehidrasi Dengan Metode Adsorpsi Molecular Sieve (Ms)*. Skripsi. <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/51162>
- Tartakovsky, L., dan Sheintuch, M. (2018). Fuel Reforming in Internal Combustion Engines. *Progress in Energy and Combustion Science*, 67, 88–114. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2018.02.003>