

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **V.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan bioetanol berpengaruh signifikan terhadap torsi kendaraan ( $p < 0,05$ ). Pada RON 90 (PL), campuran paling optimal adalah PL 15% dengan torsi puncak 132 Nm pada 5000 rpm (naik 1,5% dari PL 0% (130 Nm) dan 6,3% di bawah standar pabrikan (141 Nm)). Daya tertinggi diraih PL 0% (110 HP), sementara PL 15% mencapai 95 HP (turun 13,6%) dan PL 20% anjlok ke 62 HP (turun 43,6%). Pada RON 92 (PM), campuran PM 10% memberikan torsi tertinggi 87 Nm pada 3000 rpm (naik 1,2% dari PM 0% (86 Nm)). Daya tertinggi diraih bersama oleh PM 0% dan PM 15% sebesar 55 HP, namun PM 15% mencapainya lebih cepat pada 5000 rpm. Hasil ANOVA dua arah menunjukkan variasi campuran tidak berbeda signifikan terhadap rata-rata daya ( $p = 0,570$ ).
2. Jenis bahan bakar dan persentase bioetanol berpengaruh signifikan terhadap konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) ( $p < 0,05$ ). Efisiensi SFC terbaik pada putaran menengah dicapai oleh campuran 15% pada RON 90 (PL 15%) maupun RON 92 (PM 15%). Pada putaran rendah (2000 rpm) RON 90, PL 5% menjadi yang paling boros dengan nilai 0,1433 kg/kWh (naik 27,6% di atas PL 0%). Pada RON 92, SFC terendah absolut dicetak oleh PM 0% sebesar 0,061 kg/kWh pada 4000 rpm, namun PM 15% menunjukkan tren konsumsi paling stabil di seluruh putaran. Campuran kadar tinggi 20% tidak efektif karena memicu pemborosan akibat rendahnya nilai kalor bahan bakar.
3. Penambahan bioetanol berpengaruh sangat signifikan terhadap penurunan emisi CO dan HC ( $p < 0,001$ ). Pada RON 90, emisi tertinggi terdapat pada bensin murni PL 0% (CO 0,39%, HC 130 ppm); campuran PL 5% optimal menurunkan CO sebesar 35,9% (menjadi 0,25%) dan PL 10% optimal menurunkan HC sebesar 23,1% (menjadi 100 ppm). Pada RON 92, emisi puncak terjadi pada PM 0% (CO 0,35%, HC 125 ppm); campuran PM 10%

optimal memotong CO sebesar 11,4% (menjadi 0,31%) dan mereduksi HC sebesar 28% (menjadi 90 ppm). Seluruh variasi campuran RON 90 dan RON 92 tetap memenuhi standar ambang batas Peraturan Menteri LHK No. 8 Tahun 2023 (CO < 1% dan HC < 150 ppm).

## **V.2. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dapat dikembangkan dengan menggunakan jenis kendaraan atau mesin yang berbeda, sehingga hasil penelitian dapat dibandingkan dan memiliki cakupan yang lebih luas dalam penerapannya.
2. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk mengkaji pengaruh penggunaan campuran bioetanol terhadap kinerja mesin dalam jangka panjang, seperti keausan komponen, kestabilan sistem bahan bakar, serta potensi dampak terhadap umur mesin, sehingga dapat diketahui tingkat keamanan dan keandalan penggunaan bioetanol dalam penggunaan berkelanjutan.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji penggunaan jenis campuran bahan bakar alternatif lainnya, baik dengan variasi kadar bioetanol yang berbeda maupun kombinasi dengan bahan aditif atau biofuel lain, sehingga dapat diperoleh perbandingan yang lebih luas terkait pengaruhnya terhadap performa mesin, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N. R., Nawir, M. S. M. Z. A. M. I. M. M. R. M., & Hazim, S. (2015). *EFFECTS OF ETHANOL BLENDS ON GASOLINE ENGINE PERFORMANCE AND EXHAUST EMISSIONS*. *11*, 107–112.
- Agustian, A., Ariningsih, E., Gunawan, E., & Indraningsih, K. S. (2021). The study of bioenergy with molasses raw materials: Analysis of potential and problems in its development in East Java, Indonesia. *E3S Web of Conferences*, *232*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123204005>
- Agustina, N. Iaras. (2021). Article review: Comparison of octane booster additive for gasoline. *TEKNIKA: JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI*, 1–9.
- Amrullah, I., & Hambali, E. (2021). Bioethanol prospect from agricultural crops and its biomass in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *749*(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/749/1/012019>
- Arwin, A., Marali, A. M., Dwimas, H., & Yusrina, Y. Z. (2023). Pengaruh Komposisi Campuran Bahan Bakar Etanol Bensin Terhadap Temperatur Dan Lama Nyala Api Pada Pembakaran Droplet. *Sebatik*, *27*(1), 287–293. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v27i1.2281>
- Augusta, M., Lourenço, D. M., Eckert, J. J., Silva, L., Santiciolli, F. M., & Silva, L. C. A. (2023). Vehicle and twin-roller chassis dynamometer model considering slip tire interactions. *Mechanics Based Design of Structures and Machines*, *51*(11), 6166–6183. <https://doi.org/10.1080/15397734.2022.2038199>
- Badan Pusat Statistik. (2025). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit)*.
- Balat, M., Balat, H., & Öz, C. (2008). Progress in bioethanol processing. *Progress in Energy and Combustion Science*, *34*(5), 551–573. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2007.11.001>
- Bukar, A. ., Y.J, S., A.M, Y., & A.M, U. (2025). *Production and characterization of bioethanol from sugarcane molasses*. *11*(2).
- Deshmukh, M., & Pande, A. (2022). Effects of blending bioethanol with gasoline on spark-ignition engine – A review. *Journal of Integrated Science and*

*Technology*, 10(2), 87–99.

Deshpande, R. S., Kardekar, N., Ingle, P., Kadam, P., Biradar, A., Patil, P., & Thipse, S. S. (2024). *A Review on Performance and Emissions Measurements of Ethanol Blends for Gasoline Engines*. 72(10), 1139–1147. <https://doi.org/10.18311/jmmf/2024/45419>

Dewi, P. S., & Rasmiyana, R. (2025). Sugarcane Molasses: Composition, Challenges, and Utilization as an Economically Valuable Raw Material. *Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v4i1.4764>

Elfasakhany, A. (2023). *Comparative Analysis of the Engine Performance and*

Elshenawy, A. A., & Razik, S. M. A. (2023). *Modeling of combustion and emissions behavior on the effect of ethanol – gasoline blends in a four stroke SI engine*. 15(3), 1–16. <https://doi.org/10.1177/16878132231157178>

Endyani, I. D., & Putra, T. D. (2011). Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor. *Jurnal PROTON*, 3(1), 29–34.

Hermansyah, D., & Koto, R. D. (2024). *Study on the Impact of CDI Limiter and CDI Unlimiter Usage on Motorcycle Fuel Consumption and Exhaust Gas Emissions Kajian Dampak Penggunaan CDI Limiter dan CDI Unlimiter terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor*. 73–84.

Hermawan, I., Idris, M., Darianto, D., & Siahaan, M. Y. R. (2021). Kinerja Mesin Motor 4 Langkah dengan Bahan Bakar Campuran Bioetanol dan Pertamina. *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, 5(2), 202–210. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i2.5787>

Huang, W., Kinoshita, K., Abe, Y., Oguma, M., & Tanaka, K. (2024). *Investigation on Fuel Properties of Synthetic Gasoline-like Fuels*. 1–11.

Irawan, B., Winoko, Y. A., Puspitasari, E., & Dwiyono, T. (2021). Analysis of fuel pressure on the performance of motorcycle engine with ethanol fuel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1073(1), 012081. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1073/1/012081>

- Jorge, D., Torres, G., & Mendes, A. D. S. (2024). *Performance and emissions data of an internal combustion engine operating with different ethanol / water mixtures and compression ratios*. 54. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.110390>
- Kapasitas, D., Bowo, M. A., Androva, A., & Burhanuddin, A. (2022). *Akuntansi'45+Vol+3+no+1+Mei+2022+hal+153-158*. 24.
- Keputusan Menteri ESDM Nomor 245. K/MG. 01/MEM/2022. (2023). Keputusan Menteri ESDM Nomor 245. K/MG. 01/MEM/2022. *Accident Analysis and Prevention*, 183(2), 153–164.
- Khairul, S. A. M., Ainy, M. N., Faridah, A., Jamaludin, N. S., & Ab Rashid, N. K. M. (2022). THE PROXIMATE COMPOSITION AND METABOLITE PROFILING OF SUGARCANE (*Saccharum officinarum*) MOLASSES. *Malaysian Applied Biology*, 51(2), 63–68. <https://doi.org/10.55230/mabjournal.v51i2.2259>
- Khan, K. H., & Mia, S. (2023). *Experimental Investigation on Use of Ethanol-Gasoline Blend as Alternate Fuel on SI Engine Performance*. December, 1–6.
- KÜÇÜKSARIYILDIZ, H., ÇARMAN, K., & SABANCI, K. (2021). Prediction of Specific Fuel Consumption of 60 HP 2WD Tractor Using Artificial Neural Networks. *International Journal of Automotive Science and Technology*, 5(4), 436–444. <https://doi.org/10.30939/ijastech..1010318>
- Kumar, V., Jain, S. K., & Goyal, A. (2023). *Performance Analysis of Gasoline Engine with Different Ethanol Blends*. 9(2), 36–41. <https://doi.org/10.11648/j.ajme.20230902.12>
- Mara, I. M., Nuarsa, I. M., Alit, I. B., & Sayoga, I. M. A. (2019). Analisis emisi gas buang kendaraan berbahan bakar etanol. *Dinamika Teknik Mesin*, 9(1), 45. <https://doi.org/10.29303/dtm.v0i0.258>
- Ogunwole, E., Kunle-Alabi, O. T., Akindede, O. O., & Raji, Y. (2020). *Saccharum officinarum molasses adversely alters reproductive functions in male wistar rats*. *Toxicology Reports*, 7(January 2019), 345–352. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.02.005>
- Pakan, Y., & Fadli, E. R. (2021). Analisis Variasi Putaran Terhadap Torsi Dan Daya

- Pada Motor Diesel Satu Silinder. *Jurnal Voering*, 6(1), 33–38.  
<https://jurnal.poltekstpaul.ac.id/index.php/jurvoe/article/view/378/259>
- Palmonari, A., Cavallini, D., Sniffen, C. J., Fernandes, L., Holder, P., Fagioli, L., Fusaro, I., Biagi, G., Formigoni, A., & Mammi, L. (2020). Short communication: Characterization of molasses chemical composition. *Journal of Dairy Science*, 103(7), 6244–6249. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17644>
- Prasetyo, A. A. F., Margianto, M., & Robbi, N. (2022). *Analisis Pengaruh Campuran Ch3Oh Terhadap Bahan Langkah*. 139, 18–25.
- Relita Maizara, Zakianis, & Chairunnisa Athena Pelawi. (2024). Intervensi Pengurangan Polusi Udara dari Sumber Bergerak dan Tidak Bergerak Berbagai Negara di Dunia: Systematic Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 7(5), 1108–1119.  
<https://doi.org/10.56338/mppki.v7i5.4935>
- Rifa'i, A. F., Pamungkas, W. A., Setyawati, R. B., Setiawan, C. P., & Waluyo, J. (2022). Kajian Teknoekonomi Bioetanol Berbahan Molasses Sebagai Alternatif Substitusi BBM. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, 6(1), 61.  
<https://doi.org/10.20961/equilibrium.v6i1.63158>
- Rimkus, A., Mejeras, G., Pukalskas, S., & Nagurnas, S. (2023). *Research on Bioethanol/Gasoline Ratios and Engine Spark Ignition Control for Energy and Environmental Sustainability of Vehicles*.  
<https://doi.org/10.20944/preprints202312.2251.v1>
- Rimkus, A., Pukalskas, S., Mejeras, G., & Nagurnas, S. (2024). Impact of Bioethanol Concentration in Gasoline on SI Engine Sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 16(6). <https://doi.org/10.3390/su16062397>
- Rosdi, S. M., Fairusham, M., & Mamat, R. (2025). Case Studies in Chemical and Environmental Engineering Evaluation of engine performance and emissions using blends of gasoline , ethanol , and fusel oil. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 11(November 2024), 101065.  
<https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.101065>

- S/2017, K. M. dan G. B. N. 0486. K. (2017). Kepdirjen Minyak dan Gas Bumi No. 0486. K/DJM. S/2017. In *Jakarta*.
- Santoso, B., Gilang, B., & Danardono, D. (2015). *DINAMOMETER GENERATOR AC 10 KW PENGUKUR UNJUK KERJA MESIN SEPEDA MOTOR 100 CC. Snttm Xiv*, 7–8.
- Savitri, E. S. (2022). *Pengembangan Teknologi Smart Energy Melalui Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Bioethanol/Renewable Energy. 197410182003122020*.
- Sen, K. Y., Hussin, M. H., & Baidurah, S. (2019). Biosynthesis of poly(3-hydroxybutyrate) (PHB) by *Cupriavidus necator* from various pretreated molasses as carbon source. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 17, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.11.006>
- Septiningsih, D., Hariyanto, R., Widiarsa, F. A., & Ma, M. (2025). *Impact of Bioethanol and VCO Oil Additives on Power Output and Exhaust Gas Emissions in a 2-Stroke Gasoline Engine. 21*, 21–25. <https://doi.org/10.26905/jtmt.v21i1>
- Silbaqolbina, Y., & Najicha, F. U. (2022). Kebijakan Pemerintah Dalam Menaikkan Harga Bahan Bakar Minyak Serta Dampaknya Bagi Masyarakat. *Jurnal Syntax Fusion*, 2(6). <https://fusion.rifainstitute.com>
- Sitanggang, J. W., Sunarsih, E., Hasyim, H., Windusari, Y., Zulkarnain, M., & Novrikasari. (2024). *LITERATURE REVIEW: GAMBARAN RISIKO PAPARAN KARBON MONOKSIDA DAN NITROGEN DIOKSIDA PADA MASYARAKAT. 16*.
- Siti, F. S. (2022). Analisis Hasil Belajar Mahasiswa Universitas Potensi Utama Menggunakan Two Way Anova. *Journal of Mathematics Education and Science*, 8(1), 171–179.
- Sitorus, T. B., Siagian, J. A. R., & Christopel, B. (2020). Study on the performance of the Otto engine by using mixtures of gasoline-bioethanol of nira. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 725(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012015>
- Sivarethnamohan, R., Sujatha, S., Priya, S., Sankaran, Gafoor, A., & Rahman, Z. (2020). Impact of air pollution in health and socio-economic aspects: Review

- on future approach. *Materials Today: Proceedings*, 37(Part 2), 2725–2729.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.540>
- Suhartoyo. (2021). *PENGARUH PENAMBAHAN ETANOL DI BAHAN BAKAR TERHADAP PRESTASI MESIN 4 TAK. 6(2)*, 45–52.
- Sumarsono, Farros, N., Janna, R., Normakiah, Asyhari, R. S., & Istati, D. R. W. (2025). *Silase Daun Tebu Sebagai Pakan Ternak Unggulan Desa. 8(1)*, 12–22.
- Syahrizal, H., & Jailani, M. S. (2023). Jenis-Jenis penelitian dalam penelitian kuantitatif dan kualitatif (Types of research in quantitative and qualitative research). *QOSIM: Jurnal Pendidikan Sosial and Humaniora*, 1(1), 13–23.
- Szabó, Á. I. (2025). *Comprehensive Efficiency Analysis of Ethanol – Gasoline Blends in Spark Ignition Engines. 30*.
- Utomo, A. P. B., & Soedarmanto. (2024). Pengaruh Harga Bahan Bakar Dan Tarif Freight Muatan Batu Bara Terhadap Kinerja Muat Kapal Tugboat Dan Tongkang Pada Pt. Sarana Anugerah Samudra. *Jurnal Teknik Energi*, 9(1), 73–78.
- Wagino, W., Purwanto, W., Saputra, H. D., Putra, D. S., Indrawan, E., Rahim, B., & Koto, R. D. (2024). Eco-Friendly Motorcycle Technology: Examining the Impact of Banana Peel-Based Catalytic Converters on CO Emissions with Biogasoline Fuel. *E3S Web of Conferences*, 500.  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450003030>
- Winoko, Y. A., Setiawan, A., & Purwoko, P. (2022). Penggunaan Oktan Booster untuk Memperbaiki Kinerja Mesin Bensin 4 Langkah. *Jurnal Rekayasa Energi Dan Mekanika*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.26760/jrem.v2i1.1>
- Yohanes, P. (2016). *PENGARUH PENGGUNAAN AIR VENT TUBE TURBULANCE ( AVTT ) TERHADAP KINERJA MESIN MOTOR MATIK 4 LANGKAH. 12*, 155–164.
- Zastempowski, M., Kaszkowiak, J., Jablonicky, J., & Hujo, L. (2025). *EFFECT OF USING GASOLINE WITH BIOETHANOL ON POWER , TORQUE AND SELECTED EXHAUST GAS COMPONENTS: CASE STUDY OF A SMALL SPARK-IGNITION OUTBOARD ENGINE. 32(1)*, 95–102.

Zubaydah, A., Sabilah, A. Z., Sari, D. P., dan Hidayah, F. N. A. (2024). Mengurangi Emisi: Mendorong Transisi Ke Energi Bersih Untuk Mengatasi Polusi Udara. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, *04*(1), 11–21. <https://doi.org/10.52562/biochephy.v4i1.1062>