`

PENGARUH CAMPURAN BIOETANOL DENGAN BAHAN BAKAR FOSIL TERHADAP EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)
pada Program Studi Teknik Lingkungan



Disusun Oleh:
Muhammad Ubaidillah
NIM. 09040522064

Dosen Pembimbing:
Dr. Erry Ika Rhofita, S.TP., M.P.
Vera Arida, M.Sc.

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
202

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir oleh:

Nama	: Muhammad Ubaidillah
NIM	: 09040522064
Judul Tugas Akhir	: Pengaruh Campuran Bioetanol dengan Bahan Bakar Fosil terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan,

Surabaya, 19 Juni 2026

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Dr. Erry Ika Rhofita, M.P.	**Vera Arida, M.Sc.**
NIP. 198709022014032004	NIP. 199003192020122017

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas akhir oleh:

Nama : Muhammad Ubaidillah

NIM : 09040522064

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Campuran Bioetanol dengan Bahan Bakar Fosil terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor

Telah dipertahankan di depan tim penguji Skripsi

Di Surabaya, 19 Juni 2026

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji I	Penguji II
Dr. Erry Ika Rhofita, M.P.	Vera Arida, M.Sc.
NIP. 198709022014032004	NIP. 199003192020122017
Penguji III	**Penguji IV**
Nihlatul Falasifah, M.T.	Nadinda Aisyah K., M.T.
NIP. 199307272020122030	NIP. 199606272025052005

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.

NIP. 196507312000031002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ubaidillah

NIM : 09040522064

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2022

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiasi dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "PENGARUH CAMPURAN BIOETANOL DENGAN BAHAN BAKAR FOSIL TERHADAP EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR". Apabila suatu nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 19 Juni 2026

Yang Menyatakan,



(Muhammad Ubaidillah)

NIM. 09040522064

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama	: MUHAMMAD UBAIDILLAH
NIM	: 090040522064
Fakultas/Jurusan	: SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address	: ubaidillahmhmd@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:
☑ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul:

PENGARUH CAMPURAN BIOETANOL DENGAN BAHAN BAKAR FOSIL TERHADAP EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Juni 2026

Penulis

(Muhammad Ubaidillah)

`

ABSTRAK

Pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar campuran telah banyak diteliti, namun pengaruhnya terhadap emisi gas buang pada bahan bakar dengan nilai oktan berbeda masih menunjukkan variasi hasil. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan bioetanol terhadap emisi karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan karbon dioksida (CO_2) pada sepeda motor bensin empat langkah 125 cc yang menggunakan Pertalite (RON 90) dan Pertamax (RON 92). Penelitian eksperimen ini menggunakan rancangan faktorial 2×3 dengan variasi konsentrasi bioetanol BE0%, BE17,5%, dan BE35%. Pengujian emisi dilakukan pada putaran mesin sekitar 5000 rpm menggunakan exhaust gas analyzer. Data dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi bioetanol cenderung menurunkan emisi CO pada kedua jenis bahan bakar. Pada campuran berbasis Pertamax, emisi CO menurun dari 2,18% menjadi 0,08%, sedangkan emisi HC menurun dari 628 ppm menjadi 300 ppm pada BE17,5%. Variasi konsentrasi bioetanol berpengaruh signifikan terhadap emisi HC pada campuran Pertalite dan Pertamax ($p=0,039$), sedangkan perbedaan signifikan emisi CO dan CO_2 hanya ditemukan pada campuran berbasis Pertamax ($p<0,05$). Seluruh nilai emisi CO dan HC masih berada di bawah baku mutu emisi yang berlaku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bioetanol memengaruhi emisi gas buang kendaraan bermotor pada kondisi pengujian yang digunakan.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Kata kunci: bioetanol, emisi gas buang, karbon monoksida, hidrokarbon, karbon dioksida.

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

`

ABSTRACT

Bioethanol has been widely investigated as a gasoline blending component; however, its effects on exhaust emissions in fuels with different octane ratings remain inconsistent across studies. This study aimed to analyze the effect of bioethanol addition on carbon monoxide (CO), hydrocarbon (HC), and carbon dioxide (CO_2) emissions from a 125 cc four-stroke gasoline motorcycle fueled with Pertalite (RON 90) and Pertamax (RON 92). An experimental approach employing a 2×3 factorial design was applied, with bioethanol concentrations of BE0%, BE17.5%, and BE35%. Emission measurements were conducted at an engine speed of approximately 5000 rpm using an exhaust gas analyzer. Data were analyzed using the Kruskal–Wallis test at a 5% significance level. The results showed that increasing bioethanol concentration tended to reduce CO emissions in both fuel types. In the Pertamax-based blends, CO emissions decreased from 2.18% to 0.08%, while HC emissions decreased from 628 ppm to 300 ppm at BE17.5. Bioethanol concentration had a significant effect on HC emissions in both Pertalite and Pertamax blends ($p = 0.039$), whereas significant differences in CO and CO_2 emissions were observed only in the Pertamax-based blends ($p < 0.05$). All measured CO and HC emissions remained below the applicable emission standards. The findings indicate that bioethanol addition influences motorcycle exhaust emissions under the tested operating conditions.

***Keywords**: bioethanol, exhaust gas emissions, carbon monoxide, hydrocarbons, carbon dioxide*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

`

DAFTAR ISI

MOTTO i

ABSTRAK ii

ABSTRACT iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR GAMBAR viii

BAB I 1

PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 6

1.3 Tujuan Penelitian 6

1.4 Manfaat Penelitian 7

1.5 Batasan Penelitian 7

BAB II 9

KAJIAN PUSTAKA 9

2.1 Energi 9

2.2 Motor Bakar Bensin 9

2.3 Mesin Bensin 4 Langkah 10

2.4 Bahan Bakar Bensin 11

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

2.5 Bioetanol 11
2.5.1 Sifat Fisik dan Pengaruh Bioetanol terhadap Emisi 12
2.6 Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 14
2.7 Faktor yang Mempengaruhi Emisi Gas Buang 17
2.8 Baku Mutu Emisi Gas Buang 19
2.9 Uji *Analysis of Variance* (ANOVA) 20
2.10 Uji Nonparametrik Kruskal-Wallis 22
2.11 Integrasi Keislaman 22
2.12 Penelitian Terdahulu 23
BAB III 27
METODE PENELITIAN 27
3.1 Desain Penelitian 27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian 27
3.3 Rancangan Penelitian 27
3.4 Alat dan Bahan Penelitian 28
3.5 Varibel Penelitian 33
3.6 Ringkasan Variabel 36
3.7 Kerangka Penelitian 37
3.8 Tahapan Penelitian 38
3.9 Prosedur Penelitian 40
3.10 Analisis Data 42

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A
http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

3.11Uji Nonparametrik Kruskal-Wallis 44

BAB IV 46

HASIL DAN PEMBAHASAN 46

4.1 Pengaruh Campuran Bioetanol dan Bahan Bakar Fosil terhadap Emisi CO 47

4.2 Pengaruh Campuran Bioetanol dan Bahan Bakar Fosil terhadap Emisi HC 50

4.3 Pengaruh Campuran Bioetanol dan Bahan Bakar Fosil terhadap Emisi CO_2 ... 54

BAB V 59

KESIMPULAN DAN SARAN 59

DAFTAR PUSTAKA 61

Lampiran 1. *Certificate of Analysis* (CoA) Bioetanol *Fuel Grade* 64

Lampiran 2 . Surat Izin Penelitian 65

Lampiran 3. Pencatatan Hasil Pengujian 67

Lampiran 4. Tabulasi Data Emisi dan Rasio Udara-Bahan Bakar 73

Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian 75

Lampiran 6. Data Mean Rank Kruskal-Wallis 83

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

`

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Fisik Bioetanol 12

Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Bakar Pertamax 18

Tabel 2. 3 Spesifikasi Bahan Bakar Pertalite 18

Tabel 2. 4 Baku Mutu Emisi Gas Buang (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 8 Tahun 2023) 20

Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu 24

Tabel 3. 1 Kombinasi Perlakuan 28

Tabel 3. 2 Spesifikasi Kendaraan Uji 30

Tabel 3. 3 Spesifikasi Exhaust Gas Analyzer 30

Tabel 3. 4 Spesifikasi Tachometer I-Max 31

Tabel 3. 5 jumlah Kebutuhan Bahan 32

Tabel 3. 6 Ringkasan Variabel 37

Tabel 3. 7 Tabel Chi-Square 45

Tabel 4. 1 Hasil Uji Kruskal-Wallis Emisi CO 49

Tabel 4. 2 Hasil Uji Kruskal-Wallis Emisi HC 53

Tabel 4. 3 Hasil Uji Kruskal-Wallis Emisi CO2 57

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

`

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kerangka Pikir Penelitian 37

Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian 39

Gambar 4. 1 Grafik Hasil Pengujian Emisi CO 47

Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian Emisi HC 51

Gambar 4. 3 Grafik Hasil Pengujian Emisi CO2 55

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA

Abdulloh, M. (2014). Uji Emisi Penggunaan Bioetanol Dari Limbah Permen Blaster Pop Sebagai Campuran Premium Pada Sepeda Motor Honda Supra X 125 Tahun 2012. 3(2).

Aprilyanti, S., & Suryani, F. (2020). Pengaruh Penambahan Bioetanol Dari Mahkota Nanas Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Motor 4 Langkah. 9.

Corder, G. W. (2014). Nonparametric Statistics: A Step-By-Step Approach. Wiley.

Fernndez-Prez, X., Igartua, A., Nevshupa, R., Zabala, P., Zabala, B., Luther, R., Gili, F., & Genovesio, C. (2013). Innovative "Green" Tribological Solutions For Clean Small Engines. Dalam J. Gegner (Ed.), Tribology—Fundamentals And Advancements. Intech. Https://Doi.Org/10.5772/55836

Geng, P., Hu, X., & Lin, X. (2025). Effects Of Oxygen Enrichment And Air Humidification On The Combustion And Emissions Of The Biodiesel Marine Diesel Engine. Journal Of Marine Science And Engineering, 13(2), 271. Https://Doi.Org/10.3390/Jmse13020271

Ghozali, I. (2018). Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program Ibm Spss (9 Ed.). Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

Heshbon Co., Ltd. (2017). Exhaust Gas Analyzer—Hg-520 / 4-Gas. Heshbon. Https://En.Heshbon.Com/Pro_Mon/1913

Heywood, J. (2019). Internal Combustion Engine Fundamentals 2e (2nd Edition). Mcgraw-Hill Education.

Ismatullah, S., & Muhaji. (2023). Pengaruh Campuran Pertalite Dengan Bioetanol Nira Siwalan (Borassus Flabellifer Linnaeus) Terhadap Kadar Emisi Gas Buang Sepeda Motor Yamaha Aerox 2019 155cc.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A
http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

12.

Kimlorik, R. (2023). Exploring Physical And Chemical Properties Of Hydrocarbons. Journal Of Chemistry And Applied Chemical Engineering, 2023. Https://Www.Scitechnol.Com/Peer-Review/Exploring-Physical-And-Chemical-Properties-Of-Hydrocarbons-F1c8.Php?Article_Id=24195

Macfarland, T. W. (2012). Two-Way Analysis Of Variance. Springer New York. Https://Doi.Org/10.1007/978-1-4614-2134-4

Mohammed, M. K., Balla, H. H., Al-Dulaimi, Z. M. H., Kareem, Z. S., & Al-Zuhairy, M. S. (2021). Effect Of Ethanol-Gasoline Blends On Si Engine Performance And Emissions. Case Studies In Thermal Engineering, 25, 100891. Https://Doi.Org/10.1016/J.Csite.2021.100891

Ncbi. (2026a). Carbon Dioxide. Pubchem. Https://Pubchem.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Compound/280

Ncbi. (2026b). Carbon Monoxide. Pubchem. Https://Pubchem.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Compound/281

Prasetiyo, D. H. T., Muhammad, A., Baihaqi, M. A., Abdillah, H., & Supraptiningsih, L. K. (2022). Pengaruh Nilai Ron Pada Bahan Bakar Jenis Bensin Terhadap Emisi Gas Buang. Cermin: Jurnal Penelitian, 6(2), 561. Https://Doi.Org/10.36841/Cermin_Unars.V6i2.2446

Speight, J. G. (2011). Combustion Of Hydrocarbons. Dalam Handbook Of Industrial Hydrocarbon Processes (Hlm. 355–393). Elsevier. Https://Doi.Org/10.1016/B978-0-7506-8632-7.10010-6

Waluyo, B., & Purnomo, B. C. (2022). Exhaust Gas Emissions Of Homogeneous Gasoline-Methanol-(Ethanol) Blends. Automotive Experiences, 5(2), 173–181. Https://Doi.Org/10.31603/Ae.6599

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A
http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

Winoko, Y. A., Walid, A., Rozaq, M., & Anugrah, A. (2025). The Effect Of Using A Mixture Of Gasoline And Food-Grade Bioethanol On Motorcycle Exhaust Gas-Emissions. Journal Of Mechanical Engineering, 02(04).

World Health Organization. (2025). Who Air Quality, Energy And Health: Science And Policy Summaries [Pdf]. World Health Organization. Https://Www.Who.Int/Publications/M?Healthtopics=Dad28089-7534-4298-838f-4e1fbd046054

Yusri, I. M., Mamat, R., Azmi, W. H., Najafi, G., Sidik, N. A. C., & Awad, O. I. (2016). Experimental Investigation Of Combustion, Emissions And Thermal Balance Of Secondary Butyl Alcohol-Gasoline Blends In A Spark Ignition Engine. Energy Conversion And Management, 123, 1–14. Https://Doi.Org/10.1016/J.Enconman.2016.05.082

Zhang, X., Geng, C., Ming, Z., Liu, H., Cui, Y., Jin, C., & Liu, L. (2023). Optical Characterization Of Ethanol Spray Flame On A Constant Volume Combustion Chamber. Fuel Processing Technology, 250, 107928. Https://Doi.Org/10.1016/J.Fuproc.2023.107928

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/