

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH CAMPURAN PERTALITE DENGAN BIOETANOL DARI KULIT PISANG RAJA (*MUSA PARADISIACA*) TERHADAP KADAR GAS BUANG SEPEDA MOTOR HONDA VARIO 125CC TAHUN 2021

Slamet Fauzy

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: slametfauzy.19050@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: muhaji61@unesa.ac.id

Abstrak

Di zaman modern ini, jumlah transportasi di seluruh dunia, terutama kendaraan bermotor di Indonesia, terus meningkat, menyebabkan tingginya tingkat emisi gas buang. Kondisi ini mendorong perlunya bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pencarian bahan bakar alternatif yang memiliki sifat serupa dengan bensin namun dengan emisi gas buang yang lebih rendah, seperti bioetanol yang berasal dari bahan nabati. Harapannya, penggunaan bioetanol dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan dan dapat menjadi pengganti atau campuran dari bahan bakar fosil. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak penggunaan campuran pertalite dengan bioetanol dari kulit pisang raja terhadap emisi gas buang pada sepeda motor Honda Vario 125cc tahun 2021, dengan jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental. Bahan bakar yang digunakan mencakup pertalite (E0) dan campuran bioetanol dari kulit pisang raja (*Musa Paradisiaca*) (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70). Pengujian dilakukan untuk mengukur emisi gas buang seperti O₂, CO₂, CO, dan HC, dengan mengikuti pedoman SNI 19-7118.3-2005 untuk kondisi idle, dan dilanjutkan dengan pengujian eksperimental pada berbagai putaran mesin (2500rpm-8500rpm) dengan interval 1000rpm. Analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Hasil uji emisi gas buang dari campuran bahan bakar pertalite dan bioetanol dari kulit pisang raja menunjukkan bahwa kadar gas buang O₂ paling rendah tercatat pada lamda 0,94 dengan tingkat sebesar 0,86% volume. Sementara itu, kadar gas buang CO₂ mencapai puncaknya pada lamda 1,03 dengan tingkat sebesar 14,49% volume. Kadar gas buang CO terendah terdeteksi pada lamda 1,10 dengan tingkat sebesar 0,64% volume. Sedangkan kadar gas buang HC yang terendah dicatat pada lamda 1,11 dengan nilai sebesar 176 ppm. Dari temuan ini, dapat disimpulkan bahwa campuran bahan bakar E50 menunjukkan tingkat emisi terbaik, dengan penurunan rata-rata kadar emisi CO sebesar 30,43% dan HC sebesar 30,82%. Sementara itu, kenaikan terbesar terjadi pada kadar gas buang CO₂ sebesar 11,42%, dan penurunan terkecil pada kadar O₂ sebesar 2,32% jika dibandingkan dengan pertalite murni.

Kata Kunci: kulit pisang raja, bioetanol, biopertalite, kadar gas buang

Abstract

*In this modern era, the amount of transportation in the world, especially motorized vehicles in Indonesia, is increasing, which results in high exhaust gas levels, so environmentally friendly fuel is needed. Therefore, alternative fuels are needed whose characteristics are similar to gasoline fuel and have low exhaust gas levels, namely vegetable fuels or bioethanol. It is hoped that the use of bioethanol can replace or be a mixture of fossil fuels and reduce environmental pollution. The aim of this research is to analyze the effect of using a mixture of pertalite and bioethanol from plantain peels on exhaust gas levels on the 2021 Honda Vario 125cc motorbike. This type of research is experimental research. The fuel used is pertalite (E0) and a mixture of bioethanol from plantain peel (*Musa Paradisiaca*) (E10, E20, E30, E40, E50, E60, and E70). Exhaust gas levels tested include: O₂, CO₂, CO, and HC. Testing of engine exhaust gas levels is guided by SNI 19-7118.3-2005 (idle conditions) and is continued with experimental testing starting at engine speed (2500rpm-8500rpm) with a range of 1000rpm. Data analysis uses quantitative descriptive methods. The results of exhaust gas emission testing of a mixture of pertalite fuel and plantain peel bioethanol showed that the lowest O₂ exhaust gas content was at lambda 0.94, amounting to 0.86% vol. The highest CO₂ gas content was at lambda 1.03 at 14.49%vol. The lowest CO exhaust gas content at lambda 1.10 was 0.64%vol. The lowest HC exhaust gas level was 1.11 at 176 ppm. So, it can be concluded that the best emission levels are in the E50 fuel mixture with the highest average reduction in CO emission levels of 30.43% and HC at 30.82%, while the highest increase in CO₂ exhaust gas levels is 11.42% and O₂ the lowest was 2.32% in the E10 mixture when compared to pure pertalite.*

Keywords: plantain peel, bioethanol, biopertalite, exhaust gas levels.

PENDAHULUAN

Pemanasan global disebabkan oleh kenaikan emisi CO₂ akibat penggunaan bahan bakar fosil pada kendaraan di sektor industri dan transportasi yang terus meningkat setiap tahun. Penggunaan dan pengeksploasian secara terus-menerus akan membuat bahan bakar tersebut habis,

sedangkan permintaan akan bahan bakar terus meningkat seiring berjalannya waktu. Meningkatnya permintaan tersebut karena banyaknya pengguna kendaraan bermotor. Menurut data dari Badan Pusat Statistik Indonesia (2022), terjadi peningkatan jumlah kendaraan bermotor dari 136.137.451 unit pada tahun 2020 menjadi 148.212.865 unit pada tahun 2022. Pertumbuhan yang cukup signifikan

ini telah mengakibatkan penurunan cadangan minyak bumi. Menurut informasi yang diterbitkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, diperkirakan cadangan minyak bumi di Indonesia hanya akan mencukupi untuk 9,5 tahun ke depan. Saat ini, jumlah cadangan yang telah terbukti mencapai 2,44 miliar barel, sementara data tentang cadangan yang belum terbukti juga mencapai jumlah yang sama, yaitu 2,44 miliar barel (Kementrian ESDM, 2021).

Menurut Delucchi (2003), Pembakaran bahan bakar bensin merupakan salah satu sumber utama polusi udara. Dampak dari pembakaran tersebut menghasilkan gas CO₂ yang membuat kualitas udara menurun dan menyebabkan efek gas rumah kaca. Sedangkan menurut Martinez, *et al* (2014), sumber utama polusi udara berasal dari motor bensin, polusi udara yang dihasilkan adalah senyawa nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC). Kualitas udara yang buruk juga dapat mengakibatkan penyakit terutama gangguan pada sistem pernafasan seperti: radang selaput saluran bronkus (*Bronchitis*), radang paru-paru (*Pneumonia*), radang saluran udara (*Asthma*) dan lainnya (Tan, 2014).

Melihat dari hal itu perlu solusi untuk mengurangi emisi gas buang salah satunya yaitu meningkatkan kualitas bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan pastinya dapat diperbarui sehingga dapat menggantikan penggunaan minyak bumi. Hal ini diwujudkan oleh pemerintah yang tertuang pada Peraturan Presiden Indonesia No. 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional.

Salah satu peluang yang menjanjikan untuk produksi bioetanol adalah kulit pisang, yang merupakan buah yang umum di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (2021), produksi pisang di Indonesia mengalami peningkatan dari 8,18 juta ton pada 2020 menjadi 8,74 juta ton pada 2021. Penggunaan limbah kulit pisang sebagai sumber bioetanol menarik karena mengandung sekitar 59% karbohidrat, 0,9% protein kasar, 1,7% lemak kasar, dan 31,7% serat kasar, serta mengandung berbagai mineral seperti potassium 78,1%, kalsium 19,2%, besi 24,3%, dan mangan 24,3% (Anhwange, 2008). Beberapa jenis pisang yang digunakan adalah pisang raja (*Musa Paradisiaca*), yang memiliki kandungan pati resisten pada kulitnya sekitar 30,66%, serta jenis-jenis lain seperti pisang tanduk (29,60%), pisang ambon (29,37%), pisang kepok kuning (27,70%), pisang kepok manado (27,21%), dan pisang nangka (26,28%) (Musita, 2009).

Penelitian ini termasuk penelitian kelompok atau penelitian payung yang terbentuk dari empat bagian meliputi proses pembuatan bioetanol, nyala api, kinerja mesin, dan kadar gas buang maka penulis tertarik menjadi bagian dalam penelitian ini dengan fokus penelitian mengenai pegujian kadar gas buang dengan judul 'Studi Eksperimen Pengaruh Campuran Peralite dengan Bioetanol dari Kulit Pisang Raja (*Musa Paradisiaca*) terhadap Kadar Gas Buang Sepeda Motor Honda Vario 125cc Tahun 2021.

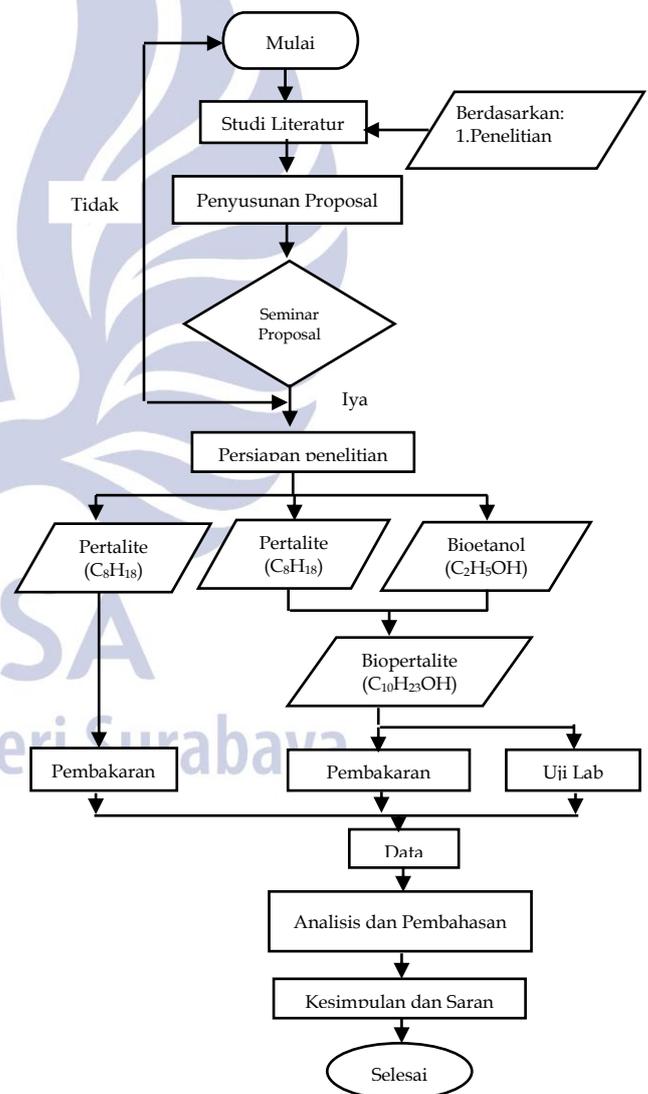
METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian dengan jenis eksperimen dengan membandingkan kadar gas buang pada sepeda motor bensin 4 stroke yang diproduksi oleh kelompok standar yaitu memakai pertalite sebagai bahan bakar murni dan kelompok eksperimental yaitu menggunakan campuran bahan bakar pertalite dan bioetanol kulit pisang raja

Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat penelitian
Penelitian berlangsung di lokasi Pengujian KIR Wiyung Surabaya untuk pengujian kadar gas buang pada sepeda motor honda vario 125cc tahun 2021
- Waktu penelitian
Waktu penelitian untuk pengujian kadar gas buang kendaraan dilakukan setelah proses pembuatan dan pengujian karakteristik bioetanol.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas
Dalam penelitian ini, variabel bebas yang digunakan adalah pertalite murni E0 dan berbagai variasi campuran bahan bakar antara pertalite murni dan bioetanol (E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70) dengan maksud untuk mencapai tingkat emisi gas buang yang minimal.
- Variabel Terikat
Variabel terikat pada penelitian ini yaitu kadar gas buang (O₂, CO₂, CO, dan HC,) pada sepeda motor Honda Vario 125cc Tahun 2021
- Variabel Kontrol
 - Sepeda Motor Honda Vario 125cc Tahun 2021 dengan rasio kompresi 11:1
 - Putaran mesin yang stasioner (1500rpm), sampai 8500rpm pada mesin 4 langkah.
 - Temperatur mesin saat bekerja 75°C-80°C.
 - Proses pencampuran bahan bakar dilakukan menggunakan hot plate magnetic stirrer.

Rangkaian Peralatan dan Instrumen Penelitian



Gambar 2. Rangkaian peralatan dan instrumen Keterangan:

- 1) Blower
- 2) Sepeda motor Honda vario 125cc tahun 2021
- 3) Gas Analyzer (diketahui O₂, CO₂, HC, dan CO)
- 4) Oil Temperature Meter
- 5) Tachometer

Prosedur Pengujian

- Persiapan Pengujian Kadar Gas Buang
 1. Melakukan penyetelan pada sepeda motor dan menutup sistem SASS (*Secondary Air Supply System*) agar mendapatkan gas buang hasil pembakaran.
 2. Menaikkan standar tengah sepeda motor
 3. Memasukkan gas probe pada knalpot.
 4. Menyumbat lubang knalpot dengan menggunakan kain untuk menghindari penetrasi udara ke dalam sistem pembuangan
 5. Menyiapkan instrumen pengukur emisi kendaraan yang telah sesuai dengan ketentuan.
 6. Menjepitkan instrumen tachometer pada bagian kabel busi.

7. Menghidupkan blower dan dihadapkan pada mesin kendaraan
8. Menyiapkan bahan bakar pertalite (E0) dan campuran bioetanol (E10, E20, E30, E40, E50, E60)
- Pengujian Kadar Gas Buang
 1. Menghidupkan mesin kendaraan sampai tempertur 75-80°C.
 2. Memasukkan gas probe ke dalam knalpot minimal 30 cm.
 3. Menghidupkan gas analyzer sesuai prosedur.
 4. Memosisikan akselerator pada posisi stasioner atau pada putaran idle.
 5. Melakukan pengujian dimulai dari 2500rpm-8500rpm.
 6. Menunggu data pada gas analyzer hingga stabil ± 20 detik.
 7. Mencetak data uji emisi gas berisi informasi tentang kadar O₂, CO, CO₂ (%vol), HC (ppm), dan nilai λ yang terdeteksi oleh perangkat uji.
 8. Mengulangi langkah 3-8 pada putaran 2500 rpm hingga 8500 rpm dengan selisih 1000 rpm pada setiap bahan bakar dan campuran (E0,E10,E20,,E30,E40,E50, E60, dan E70).
 9. Pengujian yang dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap kelompok bahan bakar

Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode kuantitatif digunakan pada penggambaran data yang didapatkan dari hasil pengujian akan ditampilkan dengan tabel. Kemudian seluruh data akan dianalisis untuk dibandingkan dan ditarik kesimpulan perbedaan emisi gas buang dari mesin yang menggunakan pertalite murni dengan emisi gas buang dari mesin menggunakan bahan bakar biopertalite.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencampuran Bahan Bakar

Pencampuran bahan bakar pertalite dan bioetanol kulit pisang raja dilakukan di Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Universitas Negeri Surabaya dengan menggunakan magnetic stirrer agar kedua bahan bakar menjadi homogen.

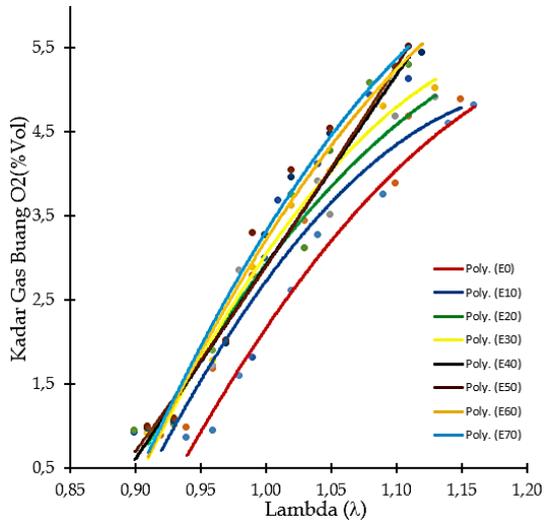


Gambar 3. Bahan Bakar Pertalite dan Campuran Bioetanol

Kadar Gas Buang Oksigen

Tabel 1. Hasil uji kadar gas buang O₂

E0		E10		E20		E30		E40		E50		E60		E70	
λ	O ₂														
1,16	4,81	1,15	4,88	1,13	4,90	1,13	5,01	1,11	5,12	1,11	5,29	1,12	5,43	1,11	5,51
1,14	4,59	1,11	4,67	1,10	4,68	1,09	4,80	1,08	4,93	1,08	5,07	1,10	5,26	1,10	5,27
1,09	3,75	1,10	3,88	1,04	3,91	1,05	4,02	1,04	4,11	1,05	4,27	1,05	4,47	1,05	4,53
1,04	3,27	1,03	3,43	1,05	3,51	1,02	3,62	1,01	3,68	1,02	3,75	1,02	3,95	1,02	4,04
1,02	2,60	0,99	2,78	0,98	2,84	0,99	2,88	1,00	2,99	1,03	3,11	1,00	3,27	0,99	3,29
0,98	1,59	0,96	1,68	0,96	1,71	0,96	1,77	0,99	1,81	0,96	1,89	0,97	1,98	0,97	2,01
0,96	0,94	0,94	0,97	0,92	0,98	0,93	1,00	0,93	1,02	0,93	1,04	0,93	1,05	0,93	1,09
0,94	0,86	0,92	0,88	0,91	0,90	0,91	0,91	0,90	0,91	0,90	0,94	0,91	0,96	0,91	0,99



Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Gas Buang O₂ terhadap Lambda

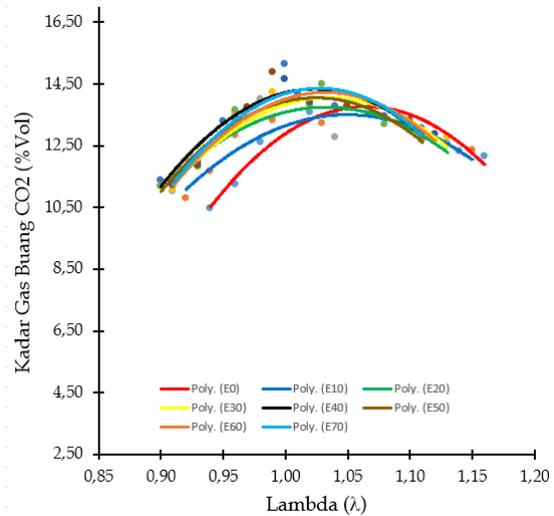
Pada gambar 4 di atas menunjukkan hasil pengujian kadar gas buang dari kelompok standar (E0) dengan kelompok eksperimen (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70), sehingga campuran terbaik terdapat pada E10 jika dilihat dari presentase perubahan kadar gas buang ($\Delta 1$). Hasil kadar gas buang oksigen (O₂) yang terendah sebanyak 0,86 % vol pada pemakaian bahan bakar E0 pada putaran mesin 8500 rpm dan pada saat lambda 0,94. Jika dibandingkan dengan hasil kadar gas buang bahan bakar pertalite kenaikan terendah sebesar 2,32% dengan rata rata kenaikan terendah sebesar 3,71% pada campuran E10.

Kenaikan kadar gas buang oksigen ini terjadi karena bioetanol memiliki kandungan oksigen yang masuk kedalam ruang bakar seiring bertambahnya campuran bioetanol dalam bahan. Kadar gas buang oksigen yang tinggi pada saat lambda (λ) tinggi terjadi karena pada saat lambda tinggi campuran udara dan bahan bakar menjadi kurus dengan memiliki kandungan oksigen yang berlebih sehingga kandungan oksigen yang tidak bereaksi akan ikut keluar. Pada saat lambda rendah kadar gas buang oksigen menjadi sangat rendah, hal ini disebabkan campuran bahan bakar menjadi lebih gemuk sehingga pada putaran yang tinggi, pembakaran yang terjadi semakin cepat dan semakin kecil kadar gas buang O₂ yang dihasilkan.

Kadar Gas Buang Karbon Dioksida

Tabel 2. Hasil uji kadar gas buang CO₂

E0		E10		E20		E30		E40		E50		E60		E70	
λ	CO ₂														
1,16	12,15	1,15	12,35	1,13	12,56	1,13	12,76	1,11	13,05	1,11	12,80	1,12	12,86	1,11	12,91
1,14	12,32	1,11	12,67	1,10	13,01	1,09	13,21	1,08	13,46	1,08	13,18	1,10	13,22	1,10	13,30
1,09	13,49	1,10	12,98	1,04	12,75	1,05	13,69	1,04	13,77	1,05	13,71	1,05	13,73	1,05	13,76
1,04	13,52	1,03	13,22	1,05	13,69	1,02	13,75	1,01	14,19	1,02	13,84	1,02	13,89	1,02	13,95
1,02	13,57	0,99	13,30	0,98	14,01	0,99	14,21	1,00	15,12	1,03	14,49	1,00	14,64	0,99	14,87
0,98	12,61	0,96	12,84	0,96	13,52	0,96	13,57	0,95	13,28	0,96	13,64	0,97	13,60	0,97	13,74
0,96	11,25	0,94	11,65	0,92	11,76	0,93	11,80	0,93	11,99	0,93	11,83	0,93	11,87	0,93	11,92
0,94	10,45	0,92	10,77	0,91	11,02	0,91	11,07	0,90	11,38	0,90	11,16	0,91	11,20	0,91	11,29



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Gas Buang CO₂ terhadap Lambda

Pada gambar 5 menunjukkan hasil pengujian kadar gas buang dari kelompok standar (E0) dengan kelompok eksperimen (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70), sehingga campuran terbaik terdapat pada E50 jika dilihat dari presentase perubahan kadar gas buang ($\Delta 5$). Hasil kadar gas buang karbon dioksida (CO₂) yang tertinggi sebanyak 14,49% vol pada pemakaian bahan bakar E50 pada putaran mesin 5500 rpm dan pada saat lambda 1,03. Jika dibandingkan dengan hasil kadar gas buang bahan bakar pertalite kenaikan tertinggi sebesar 11,42% dengan rata rata kenaikan tertinggi sebesar 6,98% pada campuran E50. Hal ini menunjukkan bioetanol dapat membantu menyempurnakan bahan bakar sehingga bahan bakar memiliki cukup oksigen untuk membakar habis bahan bakar dan membentuk gas buang CO₂.

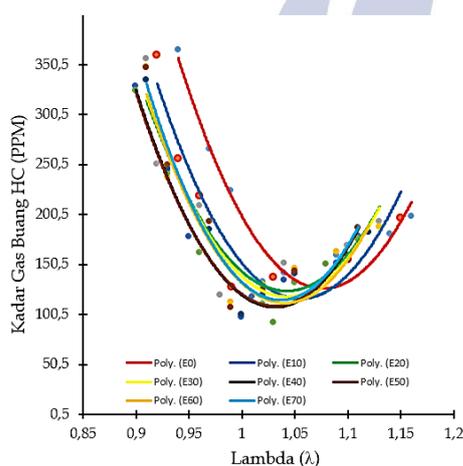
Kadar gas buang karbon dioksida rendah pada saat lamda (λ) tinggi terjadi karena pada saat lambda rendah campuran bahan bakar dan udara menjadi lebih kurus dengan kurangnya bahan bakar sehingga terjadi lambatnya rambatan api sehingga sebagian bahan bakar tidak terbakar menjadi CO₂. Kemudian pada saat lambda ideal kadar gas buang CO₂ tinggi, hal ini disebabkan pada saat lambda ideal campuran bahan bakar dan udara stoikiometri sehingga udara memiliki cukup oksigen untuk bereaksi dengan bahan bakar menjadi CO₂. Pada saat lambda rendah

kadar gas buang karbon dioksida menjadi rendah, hal ini disebabkan campuran bahan bakar menjauhi stoikiometri ($\lambda < 1$) dan menjadi lebih gemuk sehingga proses pembakaran yang terjadi secara tidak sempurna kekurangan O₂ sehingga setelah terjadinya proses pembakaran terbentuk kadar HC dan CO meningkat sedangkan kadar CO₂ menurun.

Kadar Gas Buang Hidro Karbon

Tabel 3. Hasil uji kadar gas buang HC

E0		E10		E20		E30		E40		E50		E60		E70	
λ	HC														
1,16	199	1,15	197	1,13	193	1,13	188	1,11	179	1,11	176	1,12	183	1,11	187
1,14	181	1,11	177	1,10	169	1,09	163	1,09	152	1,08	151	1,10	154	1,10	160
1,09	160	1,10	156	1,04	152	1,05	146	1,04	135	1,05	132	1,05	141	1,05	144
1,04	142	1,03	138	1,05	133	1,02	130	1,01	118	1,02	111	1,02	120	1,02	125
1,02	133	0,99	128	0,98	120	0,99	113	1,00	98	1,03	92	1,00	100	0,99	107
0,99	224	0,96	219	0,96	209	0,96	196	0,95	178	0,96	162	0,97	185	0,97	193
0,97	266	0,94	257	0,92	251	0,93	238	0,93	245	0,93	241	0,93	246	0,93	250
0,94	365	0,92	360	0,91	356	0,91	348	0,90	329	0,90	324	0,91	335	0,91	347



Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Gas Buang HC terhadap Lambda

Pada gambar 6 di atas menunjukkan hasil pengujian kadar gas buang dari kelompok standar (E0) dengan kelompok eksperimen (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70), sehingga campuran terbaik terdapat pada E50 jika dilihat dari presentase perubahan kadar gas buang ($\Delta\lambda$). Hasil kadar gas buang hidrokarbon (HC) yang terendah sebanyak 92 ppm pada pemakaian bahan bakar E50 pada putaran mesin 5500 rpm dan pada saat lambda 1,03. Jika dibandingkan dengan hasil kadar gas buang bahan bakar pertalite penurunan tertinggi sebesar 30,82% dengan rata rata penurunan tertinggi sebesar 16,48% pada campuran bahan bakar E50. Hal ini menunjukkan penambahan bioetanol membantu menyempurnakan proses pembakaran sehingga bahan bakar dapat habis terbakar dan mengurangi gas buang HC.

Kadar gas buang hidrokarbon tinggi pada saat lambda (λ) tinggi terjadi karena campuran bahan bakar dan udara memiliki lebih sedikit bahan bakar sehingga terjadi lambatnya rambatan api yang menyebabkan bahan bakar

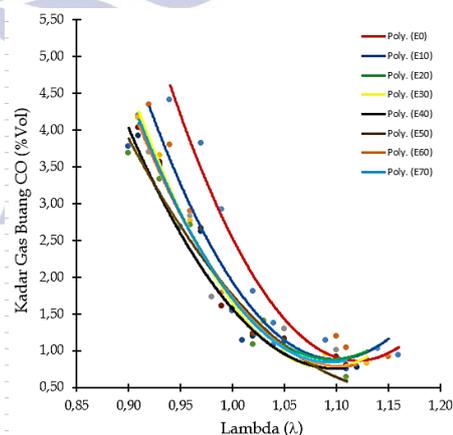
tidak terbakar semua. Pada saat lambda ideal kadar gas buang HC menjadi rendah, hal ini terjadi pada saat lambda ideal campuran.bahan bakar udara stoikiometri sehingga bahan bakar dapat habis terbakar. Pada saat lambda rendah kadar gas buang hidrokarbon menjadi sangat tinggi, hal ini disebabkan campuran bahan bakar menjauhi stoikiometri ($\lambda < 1$) dan menjadi lebih gemuk sehingga proses pembakaran yang terjadi secara tidak sempurna kekurangan O₂ sehingga setelah terjadinya proses pembakaran terbentuk kadar HC dan CO meningkat sedangkan kadar CO₂ menurun

Pada . rentang kecepatan mesin 5500 hingga 8500 rpm, terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada emisi gas buang HC. Hal ini disebabkan oleh kelimpahan campuran bahan bakar dan udara, di mana bahan bakar tidak memiliki oksigen yang cukup untuk terbakar sepenuhnya. Selain itu, pada putaran mesin yang tinggi, adanya tumpang tindih besar antara pembukaan katup menyebabkan sebagian bahan bakar yang belum terbakar ikut terdorong keluar melalui katup buang oleh campuran bahan bakar dan udara yang masuk melalui katup masuk.

Kadar Gas Buang Karbon Monoksida

Tabel 3. Hasil uji kadar gas buang CO

E0		E10		E20		E30		E40		E50		E60		E70	
λ	CO														
1,16	0,94	1,15	0,92	1,13	0,88	1,13	0,83	1,11	0,75	1,11	0,64	1,12	0,77	1,11	0,81
1,14	1,03	1,11	1,04	1,10	1,00	1,09	0,95	1,09	0,86	1,08	0,81	1,10	0,88	1,10	0,92
1,09	1,14	1,10	1,19	1,04	1,11	1,05	0,98	1,04	1,07	1,05	1,05	1,05	1,12	1,05	1,16
1,04	1,37	1,03	1,39	1,05	1,29	1,02	1,24	1,01	1,14	1,02	1,08	1,02	1,19	1,02	1,23
1,02	1,80	0,99	1,78	0,98	1,73	0,99	1,60	1,00	1,54	1,03	1,40	1,00	1,57	0,99	1,61
0,99	2,92	0,96	2,90	0,96	2,83	0,96	2,76	0,95	2,68	0,96	2,71	0,97	2,62	0,97	2,66
0,97	3,82	0,94	3,80	0,92	3,69	0,93	3,65	0,93	3,48	0,93	3,33	0,93	3,53	0,93	3,56
0,94	4,41	0,92	4,34	0,91	4,19	0,91	4,16	0,90	3,77	0,90	3,68	0,91	3,92	0,91	4,03



Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Gas Buang CO terhadap Lambda

Pada gambar 7 di atas menunjukkan hasil pengujian kadar gas buang dari kelompok standar (E0) dengan kelompok eksperimen (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70), sehingga campuran terbaik terdapat pada E50 jika dilihat dari presentase perubahan kadar gas buang ($\Delta\lambda$). Hasil kadar gas buang karbon monoksida (CO) yang terendah sebanyak 0,66 % Vol pada pemakaian bahan bakar

E50 pada putaran mesin 1500 rpm dan pada saat lambda 1,11. Jika dibandingkan dengan hasil kadar gas buang bahan bakar pertalite penurunan tertinggi sebesar 30,43% dengan rata-rata penurunan tertinggi sebesar 17,12% pada campuran bahan bakar E50. Hal ini menunjukkan penambahan bioetanol memperbaiki kualitas bahan bakar sehingga bahan bakar memiliki cukup oksigen untuk bereaksi sempurna dalam proses pembakaran dan meminimalisir kadar gas buang CO. Hal ini terjadi karena bioetanol membantu bahan bakar mencukupi kandungan oksigen untuk bereaksi sehingga dapat meminimalisir kadar gas buang CO.

Peningkatan rata-rata emisi gas buang CO pada campuran bahan bakar E70 dibandingkan dengan campuran bahan bakar E50 disebabkan oleh nilai oktan yang berlebih pada bahan bakar E70, sehingga menyulitkan proses pembakaran dan menyebabkan sebagian bahan bakar keluar bersamaan *overlapping* katup.

Kadar gas buang karbon monoksida rendah pada saat lambda (λ) tinggi terjadi karena pada saat lambda rendah campuran udara dan bahan bakar menjadi lebih kurus sehingga campuran udara dan bahan bakar mengandung oksigen yang cukup untuk bereaksi sempurna dengan bahan bakar. Pada saat lambda rendah kadar gas buang karbon monoksida menjadi sangat tinggi, hal ini disebabkan campuran udara dan bahan bakar menjadi lebih gemuk karena campuran udara dan bahan bakar memiliki kandungan oksigen yang minim sehingga terjadi pembakaran yang kurang sempurna dan terjadinya *overlapping* yang besar pada saat putaran tinggi sempurna dengan bahan bakar. Pada saat lambda rendah kadar gas buang karbon monoksida menjadi sangat tinggi, hal ini disebabkan campuran udara dan bahan bakar menjadi lebih gemuk karena campuran udara dan bahan bakar memiliki kandungan oksigen yang minim sehingga proses pembakaran yang terjadi secara tidak sempurna kekurangan O₂ sehingga setelah terjadinya proses pembakaran terbentuk kadar HC dan CO meningkat sedangkan kadar CO₂ menurun.

PENUTUP

Simpulan

Hasil Uji kadar gas buang CO dan HC dengan menggunakan campuran bahan bakar pertalite dan bioetanol dari kulit pisang raja (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70) menunjukkan penurunan dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar pertalite murni. Di sisi lain, kadar gas buang CO₂ dan O₂ ketika menggunakan campuran bahan bakar pertalite dan bioetanol dari kulit pisang raja (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70) menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar pertalite murni. Campuran terbaik berdasarkan hasil uji kadar gas buang CO, HC, dan CO₂

adalah campuran E50, dengan penurunan terbesar pada kadar gas buang CO sebesar 30,43%, penurunan terbesar pada kadar gas buang HC sebesar 30,82%, dan kenaikan terbesar pada kadar gas buang CO₂ sebesar 11,42%. Sementara itu, pada hasil uji kadar gas buang O₂, campuran terbaik adalah E10, dengan peningkatan terendah sebesar 2,32%.

Saran

- Hendaknya pada saat pengujian putaran gas pada throttle dilakukan secara stabil agar data pengujian yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan pengujian yang lain.
- Penggunaan Konsentrasi bioetanol yang digunakan pada campuran hendaknya disesuaikan dengan kondisi mesin kalau bisa mesin keluaranterbaru.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhwange, B. A. (2008). Chemical Composition of Musa sapientum (Banana) Peels. *Journal of Food Technology*, 6(6), 263–266.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2021). Produksi Tanaman Buah-buahan 2021. (online). (<https://www.bps.go.id/indikator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html>).
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2022). Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Provinsi dan Jenis kendaraan (Unit). (Online). (https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data_pub/0000/api_pub/V2w4dFkwdFNLNU5mSE95Und2UDRMQT09/da_10/1).
- Delucchi, Mark. (2003). A Lifecycle Emissions Model (LEM): Lifecycle Emissions from Transportation Fuels, Motor Vehicles, Transportation Modes, Electricity Use, Heating and Cooking Fuels, and Materials. Institute of Transportation Studies, UC Davis.
- Musita, N. (2009). Kajian Kandungan dan Karakteristik Pati Resisten Dari Berbagai Varietas Pisang. *Jurnal Teknologi Industri Dan Hasil Pertanian*, 14(1), 68–79
- Tan, Z. (2014). *Air Pollution dan Greenhouse Gases: From Basic Concepts to Engineering Applications for Air Emission Control*. Singapore: Springer.
- Kementrian Energi Dan Sumber Daya Mineral. (2021). Cadangan Minyak Indonesia Tersedia Untuk 9,5 Tahun Mendatang. (Online). (<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/menteri-esdm-cadangan-minyak-indonesia-tersedia-untuk-95-tahun-dan-cadangan-gas-199-tahun>)