

PENGARUH CAMPURAN PERTALITE DENGAN BIOETANOL NIRA SIWALAN (BORASSUS FLABELLIFER LINNAEUS) TERHADAP KADAR EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR YAMAHA AEROX 2019 155CC

Syairozy Ismatullah

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: syairozy.19078@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: muhaji61@unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan kendaraan bermotor di Indonesia selalu meningkat setiap tahun sehingga mengakibatkan penggunaan bahan bakar fosil meningkat. Hal ini memiliki dampak terhadap pencemaran udara dan menjadi masalah yang serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Permasalahan seperti ini perlu peran dari setiap negara untuk menemukan energi alternatif *renewable* sebagai campuran bahan bakar fosil. Bioetanol adalah bahan bakar alternatif yang dipakai sebagai campuran bahan bakar fosil. Tujuan dalam penelitian ini adalah menganalisis pengaruh pertalite (E0) dan campuran pertalite dengan bioetanol nira siwalan (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60) di sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc terhadap kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), karbon dioksida (CO₂) dan oksigen (O₂). Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental. Penelitian ini menggunakan sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc sesuai standar industri. Bahan bakar yang digunakan yaitu pertalite (E0) dan campuran pertalite dengan bioetanol nira siwalan (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60). Uji kadar emisi gas buang (O₂, CO, CO₂, HC) berpedoman pada SNI 19-7118.3-2005 dengan metode kecepatan berubah dari stasioner (kondisi idle) sampai putaran tinggi (1500 rpm-8500 rpm). Analisis data yang digunakan penelitian ini yaitu metode deskriptif kuantitatif. Hasil pengujian emisi gas buang mendapatkan campuran terbaik yaitu bahan bakar E50 dengan rata-rata penurunan kadar emisi CO sebesar 32%, kadar emisi HC sebesar 31%, kadar emisi CO₂ mengalami kenaikan sebesar 31%, sedangkan pada kadar emisi O₂ bahan bakar terbaik adalah E10 dengan rata-rata penurunan sebesar 20%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa campuran pertalite dengan bioetanol nira siwalan (E50) dapat menurunkan kadar emisi gas buang CO, HC, O₂ dan menaikkan kadar emisi gas buang CO₂ dibanding bahan bakar pertalite murni (E0).

Kata Kunci: bioetanol, pertalite, biopertalite, nira siwalan, emisi gas buang

Abstract

The improvement of mechanized vehicles in Indonesia generally builds consistently bringing about expanded utilization of petroleum products. This affects air contamination and is a difficult issue for the climate and human wellbeing. Issues like this require the job of each and every country to track down sustainable elective energy as a combination of petroleum products. Bioethanol is an elective fuel utilized as a combination of non-renewable energy sources. The point of this examination is to break down the impact of pertalite (E0) and a combination of pertalite with bioethanol palm sap (E10, E20, E30, E40, E50 and E60) on the 2019 Yamaha Aerox 155cc motorbike on the degrees of carbon monoxide (CO) exhaust discharges, hydrocarbons (HC), carbon dioxide (CO₂) and oxygen (O₂). The research using is experimental research. This research utilizes a 2019 Yamaha Aerox 155cc motorbike as per industry standard. The fuel utilized is pertalite (E0) and a combination of pertalite and siwalan palm sap bioethanol (E10, E20, E30, E40, E50 and E60). Testing fumes gas outflow levels (O₂, CO, CO₂, HC) is directed by SNI 19-7118.3-2005 utilizing the speed change technique from fixed (inactive condition) to fast (1500 rpm-8500 rpm). The data analysis used in this research is a quantitative descriptive method. The fumes gas emission test results showed that the best blend was E50 fuel with a typical decrease in CO discharge levels of 32%, HC outflow levels of 31%, CO₂ discharge levels expanded by 31%, while for O₂ emanation levels the best fuel was E10, with a typical abatement of 20%. So it tends to be inferred that the combination of pertalite with Siwalan palm sap bioethanol (E50) can lessen CO, HC, O₂ fumes gas emanation levels and increment CO₂ fumes gas outflow levels contrasted with unadulterated pertalite fuel (E0).

Keywords: bioethanol, pertalite, biopertalite, siwalan palm, exhaust gas emission

PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui (*non renewable*). Minyak bumi berasal dari fosil hewan dan tumbuhan yang terendap selama berjuta-juta tahun yang lalu. Minyak bumi terus dicari dan diambil untuk memenuhi kebutuhan bakar bakar akibatnya persediaan minyak bumi menurun (Tama & Winarno, 2020). Menurut badan pusat statistika (2020) perkembangan kendaraan bermotor khususnya sepeda motor di Indonesia terus menerus meningkat setiap

tahunnya, menyebabkan permintaan minyak bumi meningkat, sementara persediaan minyak bumi menipis dan harga bahan bakar akan semakin mahal. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor juga tidak didampingi teknologi ramah lingkungan maka akan berdampak pada pencemaran udara karena emisi gas buang hasil pembakaran kendaraan bermotor (Abdullah & Marsudi, 2014).

Emisi dari kendaraan bermotor yang memiliki pengaruh terhadap pencemaran udara ialah karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), oksida nitrogen (NO_x)

serta pertikel padat (Kristanto, 2015). Pelepasan gas berbahaya ke atmosfer dari kendaraan bermotor seperti karbon dioksida (CO₂), oksida nitrogen (NO_x), hidrokarbon (HC) serta logam seperti timbal (Pb) dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia.

Oleh karena itu dibutuhkan bahan bakar alternatif sebagai campuran bahan bakar fosil atau mengurangi jumlah pemakaian energi bahan bakar fosil serta mengurangi emisi gas buang, salah satunya adalah bioetanol. Bioetanol adalah bahan bakar alternatif yang dipakai sebagai campuran bahan bakar fosil dan digunakan pada mesin pembakaran dalam (Sebayang, *et al.*, 2017). Menggabungkan bioetanol dengan mesin bensin berbahan bakar fosil dapat membantu memperpanjang umur pasokan bahan bakar, menjamin pembakaran bahan keamanan yang lebih dalam pasokan bahan bakar, bakar lebih efisien dan mengeluarkan sedikit gas hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO) (Sergio & Anderson, 2014). Tujuan dari penambahan bioetanol pada bahan bakar sebagai berikut (1) penambahan oktan yang dapat meningkatkan angka oktan sehingga meningkatkan efisiensi bahan bakar dan mesin serta penurunan emisi gas buang, (2) mengandung oksigen sehingga dapat menyempurnakan pembakaran dan meminimalkan pencemaran udara akibat dari proses pembakaran dan (3) *fuel extender* yaitu mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang semakin berkurang ketersediaannya akibat dari meningkatnya kebutuhan bahan bakar fosil (Temalaru, dkk., 2016).

Pemakaian campuran bahan bakar alternatif (bioetanol) dengan bahan bakar fosil telah dilakukan beberapa peneliti sebelumnya antara lain: hasil penelitian Wibowo, *et al.* (2019) menggunakan campuran bensin premium, pertamax, pertamax turbo dengan bioetanol (E5, E10, E15, E20) emisi CO mengalami penurunan rata-rata 9,3% pada campuran E5-E20. Emisi CO₂ mengalami kenaikan 0,38% pada campuran E5-E20. Emisi HC mengalami penurunan rata-rata 15,16% pada campuran E5-E20. Emisi NO_x mengalami fluktuatif karena terjadinya pembakaran tidak ideal. Emisi O₂ mengalami penurunan 0,5% pada campuran E5-E20. Selanjutnya hasil penelitian dari Firdaus (2019) menggunakan bahan bakar pertalite (E0) dan campuran bahan bakar pertalite dengan etanol (E25, E35, E45, E55) emisi CO mengalami penurunan 48,9% pada campuran E55, akan tetapi emisi HC mengalami kenaikan pada campuran E55. Hal ini terjadi akibat kadar air pada campuran E55 meningkat. Emisi CO₂ mengalami penurunan 53,6% pada campuran E55. Emisi O₂ mengalami kenaikan signifikan pada campuran E55. Hal ini terjadi kadar oksigen pada etanol lebih tinggi dibanding dengan pertalite. Kemudian penelitian dari Sholeq & Susila, (2019) menggunakan campuran premium (RON 88) dengan bioetanol dari ampas tebu (E5, E10, E15 dan E20) menunjukkan bahwa campuran E15 menghasilkan emisi gas buang terbaik kadar emisi CO sebesar 2,30% pada 8000 rpm, kadar emisi CO₂ sebesar 11% pada 9000 rpm, kadar emisi HC 85 ppm pada 8000 rpm dan kadar O₂ 3,33% pada 9000 rpm. Berikut juga hasil penelitian Sakthivel, *et al.* (2020) menggunakan bensin murni (E0) dan campuran bensin dengan etanol (E10, E20, E30, E40, E50) juga menunjukkan pengujian emisi gas CO pada campuran E50 mengalami penurunan 39% di banding dengan bensin

murni (E0). Emisi HC mengalami fluktuatif karena kurangnya udara pada ruang bakar dan temperatur pada saat pengujian mengalami penurunan (suhu rendah). Emisi NO_x pada campuran E50 mengalami penurunan 73% dibanding dengan bensin murni (E0). Penelitian lain dengan hasil penelitian yang sama yaitu Dhande, *et al.* (2021) menggunakan campuran bensin dengan bioetanol dari limbah buah delima (E10, E15, E20 dan E25) menyebutkan emisi NO_x mengalami penurunan 30% pada campuran E10, akan tetapi semakin naik pada campuran E15-E25 melebihi bensin murni, hal ini karena terjadinya stokiometri. Emisi CO₂ mengalami fluktuatif karena meningkatnya kadar bioetanol pada bahan bakar. Emisi CO mengalami penurunan rata-rata 60,4% pada campuran E15-E25 akan tetapi naik pada campuran E10 melebihi bensin murni. Hal ini karena terjadinya pembakaran yang tidak sempurna. Emisi HC mengalami penurunan 15,8% pada campuran E10-E25. Hasil penelitian dari Mohammed, *et al.* (2021) menggunakan campuran bahan bakar bensin murni (E0) dan campuran bahan bakar bensin dengan etanol (E10, E20, E30, E40) menyebutkan pada campuran E30 emisi CO mengalami penurunan 26,33% dibanding dengan bensin murni. Emisi CO₂ pada campuran E40 mengalami penurunan 25% dibanding dengan bensin murni. Emisi HC pada campuran E40 mengalami penurunan 31,05% dibanding dengan bensin murni dan NO_x pada campuran E40 mengalami penurunan 20,91% dibanding dengan bensin murni. Selain itu hasil penelitian dari Samawa, dkk. (2022) menggunakan bensin pertamax (E0) dan campuran pertamax dengan bioetanol (E5, E10 dan E15) pengujian emisi gas buang CO dan CO₂ pada campuran bahan bakar E5 mengalami kenaikan dibanding dengan bensin pertamax murni (E0) kemudian pada campuran E10 dan E15 emisi CO mengalami penurunan rata-rata 11,53% dibanding dengan bensin murni. Emisi CO₂ mengalami kenaikan rata-rata 34,75%, emisi HC mengalami penurunan 59,93% pada campuran E15 dan O₂ mengalami penurunan rata-rata 1,32% pada campuran E5-E15. Penelitian lain yang dilakukan oleh Syaka, dkk. (2022) menggunakan bahan bakar premium (E0) dan campuran bahan bakar premium dengan bioetanol (E10, E20) menunjukkan emisi CO pada campuran E20 mengalami penurunan 57,5% dibanding dengan bensin murni. Emisi CO₂ pada campuran E20 mengalami penurunan 25% dibanding dengan bensin murni. Emisi O₂ pada campuran E20 mengalami penurunan 29,4% dibanding dengan bensin murni. Emisi HC pada campuran E20 mengalami penurunan 58,3% dibanding dengan bensin murni.

Peneliti tertarik menggunakan bioetanol nira siwalan sebagai bahan penelitian berdasarkan latar belakang dan informasi yang diberikan di atas yang didukung oleh penelitian sebelumnya. penelitian ini dilakukan secara payung dengan pembagian tema pengujian kinerja, emisi gas buang, titik nyala api, serta produksi dan sifat bioetanol. Penelitian mengambil tema emisi gas buang dengan judul "Pengaruh Campuran Pertalite dengan Bioetanol Nira Siwalan (*Borassus Flabellifer* Linnaeus) Terhadap Tingkat

Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Yamaha Aerox 155cc Tahun 2019”

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Penelitian eksperimental merupakan penelitian untuk menentukan sebab dan akibat dari faktor-faktor yang berhubungan. Penelitian ini membandingkan kadar emisi gas buang yang dihasilkan sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc menggunakan bahan bakar pentalite (E0) dan campuran bahan bakar pentalite dengan bioetanol (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60).

Tempat dan Waktu Pengambilan Data

- Tempat penelitian ini dilaksanakan di Uji KIR Wiyung Surabaya untuk memperoleh hasil uji kadar emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc..
- Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 2 Mei-11 Juli 2023, setelah proposal skripsi diseminarkan dan disetujui oleh dewan penguji hingga data dan analisis yang diperlukan lengkap.

Variabel Penelitian

1. Definisi Operasional Variabel

Menurut Sugiyono (2013) definisi operasional variabel adalah kualitas atau nilai seseorang, obyek atau kegiatan variasi tertentu yang dipilih oleh peneliti untuk diteliti dan disimpulkan. Adapun variabel operasional variabel dalam penelitian ini yaitu bahan bakar pentalite (E0), campuran pentalite dengan bioetanol (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60), kadar emisi gas buang yang berbahaya (CO dan HC) dan akibat dari pembakaran menghasilkan kadar emisi gas buang yang lain (O₂ dan CO₂).

2. Variabel Bebas

Menurus Prasetyo, dkk. (2020) variabel bebas adalah suatu yang dapat menyebabkan perubahan dalam suatu peristiwa yang memiliki dampak pada variabel terikat. Variabel bebas penelitian ini yaitu bahan bakar pentalite (E0) dan campuran pentalite dengan bioetanol (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60).

3. Variabel Terikat

Menurut Preasetyo, dkk. (2020) variabel terikat adalah hasil dari suatu peristiwa yang disebabkan oleh variabel bebas. Variabel ini biasa disebut juga objek penelitian. Variabel terikat penelitian ini yaitu kadar emisi gas buang pada sepeda motor Yamaha Aerox 2015 155cc (O₂, CO, HC, CO₂).

4. Variabel Kontrol

Menurut Prasetyo, dkk. (2020) variabel kontrol adalah variabel yang dapat dikontrol sehingga variabel

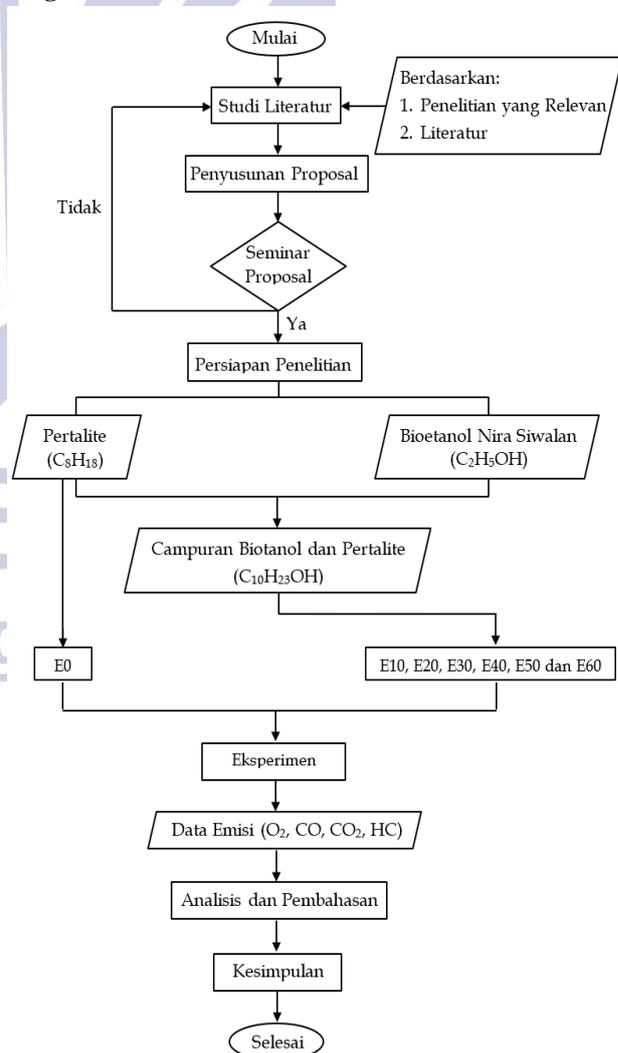
bebas dan variabel terikat tidak terpengaruh oleh faktor luar yang tidak dilakukan penelitian. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

- a. Putaran mesin stasioner yaitu 1500 rpm sampai 8500 rpm pada mesin Yamaha Aerox 2019 155cc.
- b. Temperature lingkungan ketika akan dilakukan pengujian yaitu 25-40°C
- c. Kelembaban udara yaitu 30%-90% RH
- d. Temperature minyak pelumas 60-70°C
- e. Pentalite (E0) dan campuran pentalite dengan bioetanol (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60).
- f. Mesin sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc

Standar Pengujian

Data penelitian yang akurat harus didasarkan pada standarisasi pengujian. Pengujian kadar emisi gas buang dilakukan dengan standar SNI 19-7118.3-2005L dengan metode kecepatan berubah dari stasioner (idle) sampai putaran tinggi (1500 rpm-8500 rpm).

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Alat, Bahan dan Instrumen Penelitian

1. Alat Penelitian
 - a. Blower
2. Bahan Penelitian
 - a. Sepeda Motor Yamaha Aerox 2019 155cc
 - b. Bioetanol dari Nira Siwalan
 - c. Peralite
3. Instrumen Penelitian
 - a. RPM Counter
 - b. Oil Temperature Meter
 - c. Exhaust Gas Analyzer



Gambar 2. Alat dan Instrumen Penelitian

Prosedur Penelitian

1. Prosedur Pesiapan
 - a. Menyiapkan kendaraan (sudah di tune up) yang akan diuji yaitu sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc.
 - b. Menyiapkan bahan bakar pertalite dan campuran pertalite dengan bioetanol.
 - c. Menyiapkan dan menghidupkan alat *exhaust gas analyzer* yang telah memenuhi standar pengujian.
 - d. Memasukkan gas probe kedalam knalpot minimal 30 cm.
 - e. Menyiapkan dan menyalakan blower kemudian hadapkan pada mesin.
2. Prosedur Pengambilan Data
 - a. Menghidupkan mesin sepeda motor dan tunggu hingga temperatur mesin 60°C-70°C atau sesuai standar manufaktur industri.
 - b. Mencatat temperatur lingkungan.
 - c. Melakukan pembebanan mesin saat kondisi stasioner yaitu putaran idle 1500 rpm.
 - d. Menunggu sekitar ± 20 detik hingga data dari alat *exhaust gas analyzer* stabil.
 - e. Kemudian mencetak hasil uji dari *exhaust gas analyzer* berupa konsentrasi emisi O₂, CO, CO₂ (% vol) dan HC (ppm) yang terukur dari alat uji.
 - f. Menaikkan putaran mesin sampai 2500 rpm, kemudian tunggu kembali ± 20 detik hingga data dari alat *exhaust gas analyzer* stabil.

g. Melakukan pengujian kembali hingga putaran mesin sampai 8500 rpm, kemudian menunggu kembali ± 20 detik hingga data dari alat *exhaust gas analyzer* stabil.

h. Melakukan pengambilan data sebanyak 3x untuk masing-masing kondisi dari stasioner sampai putaran tinggi (1500 rpm-8500rpm).

3. Akhir Pengujian

Setelah selesai melakukan pengujian, diamkan mesin di putaran idle kemudian matikan mesin sepeda motor dan alat uji yang digunakan.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan penelitian ini yaitu metode deskriptif kuantitatif. Deskriptif kuantitatif digunakan untuk menganalisis data emisi gas buang dalam bentuk tabel (didalamnya termasuk hasil dan presentase perubahan), selanjutnya dikonversikan dalam bentuk grafik garis untuk mempermudah analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian emisi gas buang menggunakan bahan bakar pertalite (E0) dan campuran pertalite dengan bioetanol nira siwalan (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60) dilaksanakan di Uji KIR Wiyung Surabaya



Gambar 3. Bahan Bakar E0, E10, E20, E30, E40, E50 dan E60

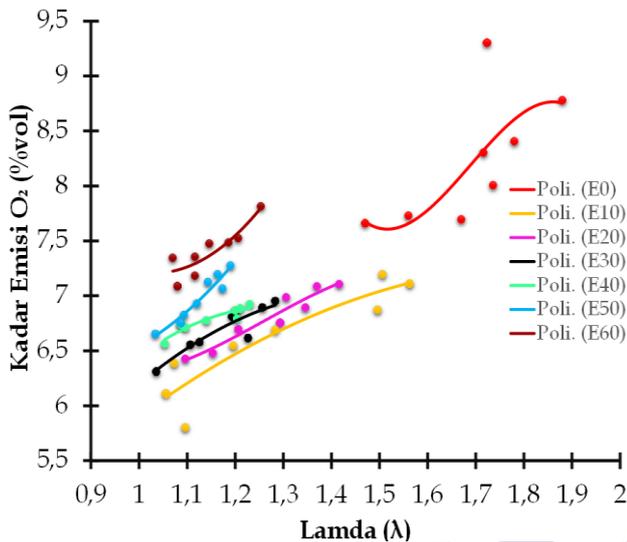
Pengujian kadar emisi gas buang menggunakan 7 variabel yang akan diuji emisi gas buang O₂, CO, CO₂ (% vol), HC (ppm).

Kadar Emisi Gas Buang Oksigen (O₂)

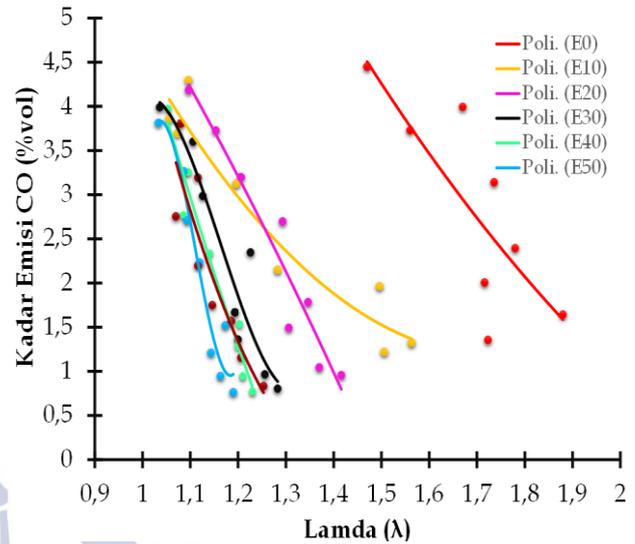
Hasil pengujian kadar emisi gas buang oksigen (O₂) pada lamda (λ) yang terjadi di sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc dapat dilihat pada tabel dan gambar grafik berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Emisi O₂ (% vol)

No.	RPM	O ₂ (% vol)													
		λ	E0	λ	E10	λ	E20	λ	E30	λ	E40	λ	E50	λ	E60
1	1500	1,723	9,303	1,506	7,196	1,416	7,106	1,283	6,956	1,23	6,923	1,19	7,276	1,2533	7,813
2	2500	1,88	8,78	1,563	7,113	1,37	7,086	1,256	6,893	1,21	6,886	1,163	7,196	1,206	7,526
3	3500	1,716	8,303	1,496	6,873	1,306	6,986	1,2	6,863	1,2	6,866	1,143	7,126	1,186	7,486
4	4500	1,78	8,406	1,283	6,69	1,346	6,893	1,193	6,813	1,203	6,793	1,173	7,066	1,146	7,476
5	5500	1,736	8,006	1,196	6,546	1,293	6,756	1,226	6,616	1,14	6,776	1,12	6,93	1,116	7,356
6	6500	1,56	7,73	1,073	6,386	1,206	6,696	1,126	6,58	1,086	6,743	1,093	6,826	1,07	7,346
7	7500	1,67	7,696	1,056	6,113	1,153	6,48	1,106	6,556	1,096	6,71	1,086	6,753	1,116	7,183
8	8500	1,47	7,663	1,096	5,803	1,096	6,426	1,036	6,313	1,053	6,563	1,033	6,656	1,08	7,09
Rata-Rata		1,6919	8,236	1,2836	6,59	1,273	6,804	1,1783	6,699	1,152	6,783	1,125	6,979	1,1467	7,41



Gambar 4. Grafik Emisi O₂ dengan λ



Gambar 5. Grafik Emisi CO dengan λ

Gambar 4 menunjukkan kadar emisi gas buang oksigen (O_2) yang dihasilkan dari pembakaran mesin sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc dengan menggunakan pertalite (E0) dan campuran pertalite dengan bioetanol nira siwalan (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60). Pembakaran dikatakan sempurna jika oksigen habis terbakar selama proses pembakaran sehingga menghasilkan senyawa CO_2 dan H_2O . Pada kondisi idle (1500 rpm) penurunan kadar emisi gas buang oksigen (O_2) tertinggi adalah campuran E40 yaitu 26% sebesar 6,923%vol dibanding dengan bahan bakar pertalite, hal ini dikarenakan setting tune up kendaraan saat putaran stasioner lamdanya terlalu tinggi, sedangkan pada putaran 8500 rpm penurunan kadar emisi gas buang oksigen (O_2) tertinggi adalah campuran E10 dengan penurunan 24% sebesar 5,803%vol, Hal ini disebabkan ketika mesin berputar lebih cepat, pembakaran akan berlangsung lebih cepat dan menghasilkan kadar emisi gas buang O_2 yang lebih sedikit karena habis terbakar.

Kadar Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO)

Hasil pengujian kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada lamda (λ) yang terjadi di sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc dapat dilihat pada tabel dan gambar grafik berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Emisi CO (% vol)

No.	RPM	CO (%vol)													
		λ	E0	λ	E10	λ	E20	λ	E30	λ	E40	λ	E50	λ	E60
1	1500	1,723	1,356	1,506	1,22	1,416	0,9567	1,283	0,803	1,23	0,767	1,19	0,76	1,253	0,833
2	2500	1,88	1,643	1,563	1,326	1,37	1,0433	1,256	0,966	1,21	0,943	1,163	0,95	1,206	1,156
3	3500	1,716	2,006	1,496	1,963	1,306	1,4933	1,2	1,36	1,2	1,28	1,143	1,21	1,186	1,566
4	4500	1,78	2,393	1,283	2,15	1,347	1,7833	1,193	1,666	1,203	1,533	1,173	1,52	1,146	1,75
5	5500	1,736	3,14	1,196	3,123	1,293	2,696	1,226	2,346	1,14	2,333	1,12	2,23	1,116	2,196
6	6500	1,56	3,73	1,073	3,696	1,206	3,2	1,126	2,986	1,086	2,767	1,093	2,71	1,07	2,753
7	7500	1,67	3,993	1,056	3,86	1,153	3,726	1,106	3,6	1,096	3,253	1,086	3,26	1,116	3,193
8	8500	1,47	4,446	1,096	4,296	1,097	4,186	1,036	3,99	1,053	3,977	1,033	3,81	1,08	3,803
Rata-Rata		1,692	2,839	1,284	2,704	1,273	2,3856	1,178	2,215	1,152	2,107	1,125	2,06	1,147	2,156

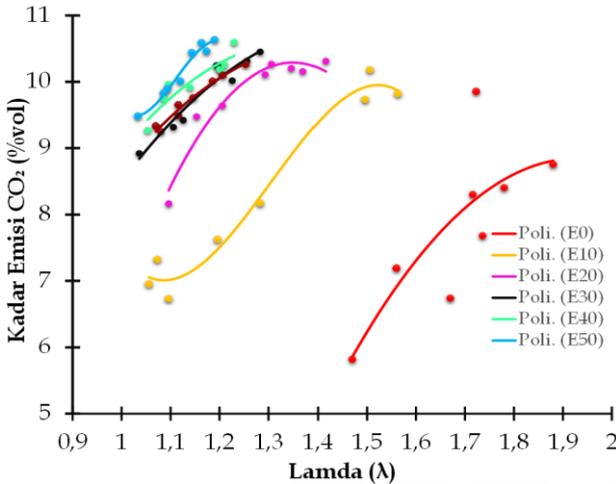
Gambar 5 menunjukkan kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) yang dihasilkan dari pembakaran mesin sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc dengan menggunakan pertalite (E0) dan campuran pertalite dengan bioetanol nira siwalan (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60). Pada putaran idle (1500 rpm) penurunan kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) tertinggi adalah campuran E50 yaitu 44% sebesar 0,763%vol dibanding dengan bahan bakar pertalite murni, sedangkan pada putaran 8500 rpm penurunan kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) tertinggi adalah campuran E50 yaitu 14% sebesar 3,813%vol dibanding dengan bahan bakar murni pertalite, hal ini dikarenakan bahan bakar dan udara mendekati stokiometri sehingga pembakarannya mendekati sempurna dan bertambahnya oksigen pada bahan bakar hasil dari campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol memperbaiki kualitas bahan bakar. Hal ini didukung oleh penelitian dari Temalaru, dkk. (2016) menggunakan campuran premium dengan bioetanol buah lontar terhadap emisi gas buang sepeda motor 4 langkah 125cc Suzuki Shogun-SP (E0, E10, E15, E20) menunjukkan bahan bakar premium (E0) menghasilkan emisi karbon monoksida (CO) lebih tinggi dibanding dengan campuran premium dengan buah lontar (E10, E15, E20), hal ini dikarenakan AFR terlalu kaya sehingga pembakarannya sempurna. Campuran E60 menghasilkan emisi karbon monoksida (CO) yang lebih tinggi dibanding campuran E50 dan E40, hal ini dikarenakan pembakaran dan kinerja mesin tidak teratur.

Kadar Emisi Gas Buang Karbon Dioksida (CO₂)

Hasil pengujian kadar emisi gas buang karbon dioksida (CO₂) pada lamda (λ) yang terjadi di sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc dapat dilihat pada tabel dan gambar grafik berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Emisi CO₂ (%vol)

No.	RPM	CO ₂ (%vol)													
		λ	E0	λ	E10	λ	E20	λ	E30	λ	E40	λ	E50	λ	E60
1	1500	1,723	9,856	1,506	10,18	1,416	10,31	1,283	10,45	1,23	10,59	1,19	10,6	1,253	10,26
2	2500	1,88	8,756	1,563	9,826	1,37	10,156	1,256	10,31	1,21	10,26	1,163	10,6	1,206	10,1
3	3500	1,716	8,303	1,496	9,733	1,306	10,266	1,2	10,25	1,2	10,19	1,143	10,4	1,186	10,01
4	4500	1,78	8,406	1,283	8,173	1,346	10,2	1,193	10,24	1,203	10,17	1,173	10,5	1,146	9,76
5	5500	1,736	7,68	1,196	7,626	1,293	10,11	1,226	10,02	1,14	9,913	1,12	10	1,116	9,65
6	6500	1,56	7,19	1,073	7,326	1,206	9,64	1,126	9,42	1,086	9,743	1,093	9,89	1,07	9,33
7	7500	1,67	6,74	1,056	6,956	1,153	9,476	1,106	9,316	1,096	9,963	1,086	9,83	1,116	9,49
8	8500	1,47	5,82	1,096	6,733	1,096	8,163	1,036	8,92	1,053	9,266	1,033	9,49	1,08	9,25
Rata-Rata		1,692	7,844	1,284	8,319	1,273	9,7901	1,178	9,865	1,152	10,01	1,125	10,2	1,147	9,731



Gambar 6. Grafik Emisi CO₂ dengan λ

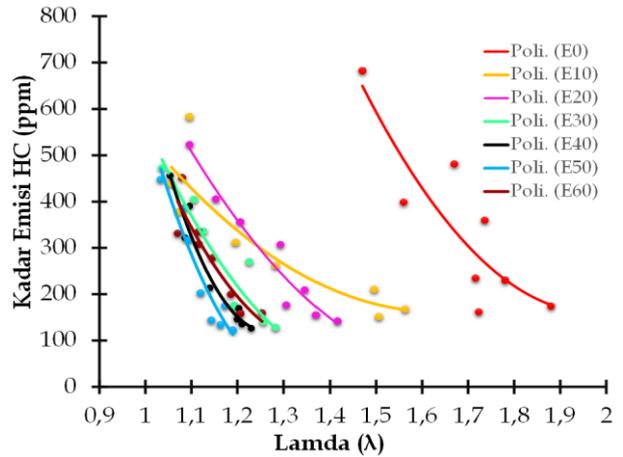
Gambar 6 menunjukkan kadar emisi gas buang karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan dari pembakaran mesin sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc dengan menggunakan pertalite (E0) dan campuran pertalite dengan bioetanol nira siwalan (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60). Pada putaran 1500 rpm kenaikan kadar emisi gas buang karbon dioksida (CO₂) tertinggi adalah campuran E50 yaitu 8% sebesar 10,633% vol, sedangkan pada putaran 8500 rpm kenaikan kadar emisi gas buang karbon dioksida (CO₂) tertinggi adalah campuran E50 yaitu 63% sebesar 9,486% vol, hal ini dikarenakan bahan bakar dan udara mendekati stokiometri sehingga pembakarannya mendekati sempurna. Bioetanol mengandung oksigen yang tinggi sehingga emisi CO dan O₂ mengikat dan menghasilkan kadar emisi gas buang karbon dioksida (CO₂).

Kadar Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC)

Hasil pengujian kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) pada lamda (λ) yang terjadi di sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc dapat dilihat pada tabel dan gambar grafik berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Emisi HC (ppm)

No.	RPM	HC (ppm)													
		λ	E0	λ	E10	λ	E20	λ	E30	λ	E40	λ	E50	λ	E60
1	1500	1,723	161,6	1,506	151,6	1,416	142	1,283	128,3	1,23	126,6	1,19	122	1,253	159,6
2	2500	1,88	174	1,563	167,6	1,37	155	1,256	140,3	1,21	135,6	1,163	134	1,206	158,6
3	3500	1,716	234,6	1,496	210,3	1,306	176,33	1,2	154,6	1,2	146	1,143	144	1,186	199,6
4	4500	1,78	230,3	1,283	261,6	1,346	209	1,193	175,3	1,203	169,6	1,173	175	1,146	278,3
5	5500	1,736	359,6	1,196	312	1,293	307	1,226	270	1,14	213,6	1,12	203	1,116	308
6	6500	1,56	398,6	1,073	378,3	1,206	356,33	1,126	336	1,086	322	1,093	318	1,07	331,3
7	7500	1,67	481	1,056	439	1,153	405,6	1,106	404,6	1,096	390,6	1,086	386	1,116	335,3
8	8500	1,47	682,6	1,096	583,6	1,096	523	1,036	472,3	1,053	456	1,033	448	1,08	452
Rata-Rata		1,692	340,3	1,284	313	1,273	284,28	1,178	260,2	1,152	245	1,125	241	1,147	277,9



Gambar 7. Grafik Emisi HC dengan λ

Gambar 7 menunjukkan kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) yang dihasilkan dari pembakaran mesin sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc dengan menggunakan pertalite (E0) dan campuran pertalite dengan bioetanol nira siwalan (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60). Pada putaran idle (1500 rpm) penurunan kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) tertinggi adalah campuran E50 yaitu 24% sebesar 1,233 ppm, sedangkan pada putaran 8500 rpm penurunan kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) tertinggi adalah campuran E50 yaitu 34% sebesar 447,6 ppm, hal ini dikarenakan bioetanol mengandung oksigen yang tinggi sehingga bahan bakar dan udara mendekati stokiometri sehingga mendekati pembakaran sempurna. Hal ini didukung oleh penelitian Temalaru, dkk. (2016) menggunakan campuran premium dengan bioetanol buah lontar terhadap emisi gas buang sepeda motor 4 langkah 125cc Suzuki Shogun-SP (E0, E10, E15, E20) menunjukkan bahan bakar premium (E0) menghasilkan emisi hidrokarbon (HC) lebih tinggi dibanding dengan campuran premium dengan bioetanol buah lontar (E10, E15, E20) hal ini dikarenakan AFR yang terlalu kaya sehingga pembakaran sempurna. Hal ini juga didukung oleh penelitian dari Suryanto dan Muhaji (2023) eksperimen pengaruh campuran pertalite dengan bioetanol dari nira siwalan terhadap unjuk kerja mesin Yamaha Aerox 155cc 2019 juga menunjukkan torsi meningkat 27,80% pada E50 dibanding dengan bahan bakar pertalite murni (E0), akan tetapi menurun 14,62% pada campuran E60, daya meningkat 51,89% pada E50 akan tetapi menurun 27,29% pada E60 dan lebih baik dari pada bahan bakar pertalite murni (E0). Campuran E60 menghasilkan kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) yang lebih tinggi dibanding campuran E50, hal ini dikarenakan rasio kompresi sudah mengalami penurunan yaitu menjadi 10,38:1 sehingga bahan bakar masuk kedalam ruang bakar tidak sempurna.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan dari pembakaran bahan bakar pertalite (E0) dan campuran pertalite dengan bioetanol nira siwalan (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60) terhadap kadar emisi gas buang sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc dapat diambil kesimpulan hasil pengujian kadar emisi gas buang O₂, CO, HC menggunakan bahan bakar campuran pertalite dengan bioetanol nira siwalan (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60) menunjukkan penurunan jika dibanding dengan bahan bakar pertalite murni, sedangkan hasil pengujian kadar emisi gas buang CO₂ menunjukkan peningkatan jika dibanding dengan bahan bakar pertalite murni. Campuran terbaik hasil pengujian kadar emisi gas buang CO, HC dan CO₂ adalah campuran E50, hasil uji emisi gas buang CO didapatkan penurunan rata-rata sebesar 31%, hasil uji emisi gas buang HC didapatkan penurunan rata-rata sebesar 29%, hasil uji emisi gas buang CO₂ didapatkan kenaikan rata-rata sebesar 32%, sedangkan hasil uji emisi gas buang O₂ campuran terbaik adalah E10 dengan penurunan rata-rata sebesar 20%.

Saran

Berdasarkan serangkaian eksperimen dan analisis data maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

- Hendaknya menggunakan mesin uji terbaru sehingga pada campuran E60 tidak naik dibanding dengan campuran E20 sampai E50.
- Presentase campuran bioetanol disesuaikan dengan mesin dan karakteristik bahan bakar, maka penulis menyarankan campuran bioetanol E50 sebagai bahan bakar sepeda motor Yamaha Aerox 2019 155cc.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah & Marsudi (2014). Uji Emisi Penggunaan Bioetanol dari Limbah Permen Blaster Pop Sebagai Campuran Premium pada Sepeda Motor Honda Supra X 125 Tahun 2012, *Jurnal Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya*, 03(02), 332-341.

Badan Pusat Statistik. (2020). Perkembangan Jumlah Kendaraan Menurut Jenis Unit. <https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/jumlahkendaraan-bermotor.html>

Dhande, D.Y., Nazaruddin, S., & Kiran, B.D (2021). Study on Combustion, Performance and Exhaust Emissions of Bioethanol Gasoline Blended Spark Ignition Engine, *Jurnal Heliyon*, 7(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06380>

Firdaus, S.N. (2019). Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Bakar (Ethanol-Pertalite) terhadap performansi pada Sepeda Motor Matic Vario 125cc Putaran terhadap Torsi. *Simposium Nasional RAPI XVIII*, 398-403. ISSN 1412-9612.

Kristanto. (2015). *Motor Bakar Torak*. Yogyakarta. Penerbit Andi

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(February), 100891. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.100891>

Prasetyo, A.R., Kaloeti, D. V. S., Rahmandani, A., Salma., & Ariati, J. (2020). *Buku Ajar Metodologi Penelitian Eksperimen*. Kota Semarang.

Sakthivel, P., Subramanian, K. A., & Mathai, R. (2020). Eksperimental Study on Unregulated Emission Characteristics of a Two-Wheeler with Ethanol-Gasoline Blends (E0 to E50). *Fuel*, 262(October 2019), 116504. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116504>

Samawa, J., Nely, A., M & Mokh, H., B. (2022). Pengaruh Variasi Campuran Bioetanol dan Pertamina terhadap Performa Motor Sport 4 Langkah 150cc Injeksi. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*. 6(2), 35-40. <https://doi.org/10.32528/jp.v6i2.6091>

Sebayang, A. H., Masjuki, H. H., Ong, H. C., Dharma, S., Silitonga, A. S., Kusumo, F., & Milano, J. (2017). Prediction of Engine Performance and Emissions with Manihot Glaziovii Bioethanol-Gasoline Blended Using Extreme Learning Machine. *Fuel*, 210(March), 914-921. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.08.102>

Sergio Manzetti, & Anderson Otto. (2014). A Review Of Emission Products from Bioethanol and its Blends with Gasoline. *Background for New Guidelines for Emission Control, Fuel*, (2015), 293-301, 140. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2014.09.101>

Sholeq, Z. I., & Susila, I.W. (2019). Analisa Kinerja Mesin dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Berbahan Bakar Campuran Bioetanol dari Ampas Tebu dan Premium. *Jurnal Teknik Mesin*, 07(03), 121-126.

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Suryanto & Muhaji (2023). Studi Eksperimen Pengaruh Campuran Peralite dengan Bioetanol nira Siwalan (Borassus Flabellifer Linnaeus) Terhadap Unjuk Kerja Mesin Yamaha Aerox 2019, *Jurnal Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya*, 11(02), 135-140.

Syaka, D., Wayan Sugita, I., & Raiza Mahendra, C. (2022). Pengaruh Pencampuran Bioethanol Sebagai Bahan Bakar Terhadap Performa Mesin dan Emisi Gas Buang Pada Motor Bensin Empat Langkah Satu Silinder. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 7(1), 47-55. ISSN 2622-5565.

Tama & Winarno (2020). Pengaruh Campuran Bioetanol Destilasi Molase Tebu dengan Peralite Terhadap Performa, Konsumsi Bahan Bakar dan Gas Buang Motor Bensin 125cc, *Automotive Science and Education Journal, Universitas Negeri Semarang*.

Temalaru, S.E.P., Adoe, D.G.H., Tarigan, B.V, Mesin, J.T., & Cendana, U.N. (2016) Pengaruh Penambahan Bioetanol Buah Lontar Terhadap Nilai Kalor Premium dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Langkah 125cc. *Jurnal Teknik Mesin UNDANA*, 03(01), 9-16.

Wibowo, C.S., Sugiarto, B., Zikra, A., Budi, A., Mulya, T., & Muchar, M. (2019). The effect of bioethanol-varying gasoline blends on performance and emission of SI engine 150 CC. AIP Conference Proceedings, 2062(Januari 2019).
<https://doi.org/10.1063/1.5086567>

