

ANALISIS EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR DENGAN BAHAN BAKAR CAMPURAN BIOETANOL UMBI BATANG PISANG RAJA (*MUSA PARADISIACA*) DAN PERTALITE

Rizky Dwi Kurnia

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: rizky.17050754024@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

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

Abstrak

Di era globalisasi ini semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor terutama pada transportasi di Indonesia, menyebabkan meningkatnya kebutuhan terhadap bahan bakar. Namun, penggunaan bahan bakar minyak bumi yang berlebihan menyebabkan pencemaran lingkungan. Untuk itu perlu adanya bahan bakar ramah lingkungan yaitu bahan bakar dari nabati atau bioetanol. Bioetanol merupakan sumber energi alternatif yang terbuat dari bahan yang mengandung karbohidrat atau glukosa, salah satunya yaitu umbi batang pohon pisang. Penggunaan bioetanol diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan kadar emisi gas buang pada kendaraan bermotor. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian ini menggunakan sepeda motor Honda Vario 150cc tahun 2019 yang diuji dengan bahan bakar campuran bioetanol umbi batang pisang raja dan pertalite (E0, E15, E25, E35, E45 dan E55). Standar uji karakteristik bioetanol dan campuran pertalite (viskositas ASTM D445, densitas ASTM D1298, nilai kalor ASTM D240, angka oktan ASTM D2699). Emisi gas yang diuji meliputi: O₂, CO, CO₂, dan HC. Pengujian emisi gas buang mesin berpedoman pada SNI 19-7118.3-2005, dengan metode kecepatan berubah yaitu mulai putaran idle sampai putaran tinggi (1500 rpm-9500 rpm). Analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Dalam penelitian ini didapatkan kadar emisi gas buang terbaik adalah bahan bakar E55, dengan kadar emisi O₂ tertinggi pada AFR 18,36 sebesar 7,88% vol., kadar emisi CO terendah pada AFR 18,36 sebesar 3,03% vol., kadar emisi CO₂ tertinggi pada AFR 15,13 sebesar 12,68% vol., dan kadar emisi HC terendah pada AFR 15,13 sebesar 75 ppm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa biopertalite yang menggunakan campuran bioetanol dari umbi batang pisang raja memiliki keunggulan kenaikan kadar emisi O₂ dan CO₂, dan penurunan kadar emisi CO dan HC jika dibandingkan dengan pertalite murni (E0).

Kata kunci: umbi pisang raja, bioetanol, emisi gas buang.

Abstract

In this era of globalization, the increasing number of motorized vehicles, especially in transportation in Indonesia, causes an increasing need for fuel. However, the excessive use of petroleum fuels causes environmental pollution. For this reason, it is necessary to have environmentally friendly fuels, namely fuel from vegetable or bioethanol. Bioethanol is an alternative energy source made from materials containing carbohydrates or glucose, one of which is banana tree trunk tubers. The use of bioethanol is expected to reduce environmental pollution. The purpose of this study was to analyze changes in exhaust emission levels in motor vehicles. This type of research is experimental research. This study used a Honda Vario 150cc motorcycle in 2019 which was tested with a mixture of bioethanol fuel from plantain stem tubers and pertalite (E0, E15, E25, E35, E45 and E55). Standard test characteristics of bioethanol and pertalite mixture (viscosity ASTM D445, density ASTM D1298, heating value ASTM D240, octane number ASTM D2699). Gas emissions tested include: O₂, CO, CO₂, and HC. Testing of engine exhaust emissions is guided by SNI 19-7118.3-2005, with the changing speed method starting from idle rotation to high speed (1500 rpm-9500 rpm). Data analysis used quantitative and qualitative descriptive methods. In this study, the best exhaust gas emission levels were E55 fuel, with the highest O₂ emission levels at AFR 18.36 at 7.88% vol., the lowest CO emission levels at AFR 18.36 at 3.03% vol., The highest CO₂ emission was at AFR 15.13 at 12.68% vol., and the lowest HC emission was at AFR 15.13 at 75 ppm. So it can be concluded that biopertalite using a mixture of bioethanol from plantain stem tubers has the advantage of increasing O₂ and CO₂ emission levels, and decreasing CO and HC emission levels when compared to pure pertalite (E0).

Keywords: plantain tubers, bioethanol, exhaust emissions.

PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak bumi merupakan energi yang tidak dapat diperbarui. Minyak bumi berasal dari fosil tumbuhan dan hewan yang terkubur jutaan tahun lalu dan menjadi

endapan batu secara terus-menerus, yang kemudian dengan tekanan dan temperatur tinggi akhirnya menjadi zat organik berupa hidrokarbon. Minyak bumi dapat diambil melalui proses pengeboran dan hasil olahannya dipergunakan pada berbagai kebutuhan hidup manusia, salah satunya sebagai

bahan bakar kendaraan bermotor. Di Indonesia, energi minyak bumi masih energi terbesar yang dibutuhkan, yang bahkan cadangannya semakin menipis dan mengharuskan pemerintah untuk impor karena konsumsinya yang terus meningkat (Fitriyatus, 2018).

Peningkatan konsumsi bahan bakar minyak bumi didominasi oleh permintaan dari sektor transportasi. Menurut Badan Pusat Statistika (2019), perkembangan jumlah kendaraan bermotor pada tahun 2018 adalah sebesar 126.508.776 unit dan pada 2019 menjadi 133.617.012 unit, dan bahkan menjadi 136.137.451 pada 2020. Meningkatnya perkembangan jumlah kendaraan bermotor ini menyebabkan angka permintaan bahan bakar minyak bumi meningkat, sementara di sisi lain ketersediaan sumber energi minyak bumi semakin menipis. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia menyebutkan bahwa cadangan minyak bumi di Indonesia sebesar 3,3 miliar barel yang bila dibandingkan dengan cadangan minyak dunia, hanya setara dengan 0,2 persen (Kementerian ESDM, 2018).

Selain kesediannya yang menipis, minyak bumi sebagai bahan bakar kerap kali menghasilkan pembakaran yang menyebabkan polusi udara. Menurut Kementerian LHK (2021), 80% sumber polusi udara terbesar berasal dari polusi udara luar ruangan yaitu kendaraan bermotor, diikuti dengan polusi akibat industri pada urutan kedua, dan domestik produk pada urutan ketiga. Pembakaran bahan bakar fosil minyak bumi ini memberikan dampak negatif terhadap lingkungan seperti penurunan kualitas udara dan efek gas rumah kaca yang timbul akibat gas CO₂ hasil pembakaran minyak bumi (Prasetyo, 2018).

Dari paparan permasalahan di atas, sudah saatnya bagi Indonesia untuk mengembangkan energi alternatif yang dapat diperbarui sebagai pengganti bahan bakar fosil. Hal ini disikapi oleh pemerintah melalui Peraturan Presiden Indonesia No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional bahwa Kebijakan Energi Nasional bertujuan untuk mengarahkan upaya-upaya dalam mewujudkan keamanan pasokan energi dalam negeri. Pada peraturan tersebut juga disebutkan dukungan pemerintah untuk penciptaan energi terbarukan melalui sumber daya yang tidak akan habis dan dapat berkelanjutan (bioenergi). Salah satu sumber energi terbarukan yang mengarah pada tujuan tersebut adalah bioetanol.

Bioetanol merupakan salah satu *biofuel* yang digunakan sebagai alternatif bahan bakar yang lebih ramah lingkungan karena bioetanol (C₂H₅OH) diproduksi dengan bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat yang melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) larut air. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar baik dalam bentuk murni ataupun sebagai campuran bensin (Prasetyo, 2009). Salah satu bahan baku yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan bioetanol adalah

bonggol pisang raja. Bonggol pisang memiliki komposisi 76% pati, 20% air, sisanya adalah protein dan vitamin (Sunarto, dkk. 2013). Potensi kandungan pati bonggol pisang yang besar inilah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif bahan bakar bioetanol. Selain kadar pati yang tinggi, bonggol pisang memiliki potensi hasil panen tinggi, serta umur panen dan usaha tani yang cukup fleksibel.

Bioetanol sebagai bahan bakar maupun campuran bahan bakar memiliki berbagai fungsi antara lain: (a) Penambah oktan, artinya mampu menaikkan angka oktan dengan dampak positif pada efisiensi bahan bakar dan mesin; (b) mengandung oksigen sehingga dapat menyempurnakan pembakaran dan meminimalkan pencemaran udara; dan (c) *fuel extender*, yaitu menghemat bahan bakar fosil yang saat ini kesediaannya menurun di alam (Temaluru, 2016).

Terdapat berbagai penelitian yang mendukung keefektifan campuran bioetanol pada bahan bakar dan berhasil membuktikan kebenaran fungsi-fungsi di atas, seperti pada penelitian oleh Soleh dan Wayan (2019) menggunakan campuran premium dengan bioetanol ampas tebu (E0, E5, E10, E15, E20). Pada pengujian emisi gas buang penggunaan bahan bakar E15 dari ampas tebu dapat mengurangi emisi gas HC terendah 85 ppm pada 8000 rpm, sedangkan gas CO terendah 2,30% pada 8000 rpm dan gas O₂ terendah 3,33% pada 9000 rpm serta meningkatkan emisi gas CO₂, dengan CO₂ tertinggi 11% pada 9000 rpm. Penelitian lain dengan hasil penelitian sejalan juga dilakukan oleh Aprilyanti dan Suryani (2020) yang menggunakan campuran pertamax dengan bioetanol mahkota nanas (E0, E5, E10, E15, E20) dan menghasilkan pengujian yang terbaik diperoleh pada komposisi campuran bahan bakar E10 dengan kadar CO sebesar 2,06%, kadar CO₂ sebesar 6,96% dan HC sebesar 75 ppm. Penelitian oleh Fauzi (2015) menggunakan campuran bioetanol produksi dari Merck KGaA, Jerman dengan premium (E0, E10, E20, E30, E40) menyebutkan bahwa kandungan emisi CO terendah diperoleh dari penggunaan E50 pada putaran 2500 rpm sebesar 1,16 % vol. Kandungan emisi HC terendah diperoleh dari penggunaan E20 pada putaran 2500 rpm sebesar 85 ppm vol. Penelitian serupa dilaksanakan oleh Prasetyo dan Sarjito (2018), menggunakan campuran bioetanol singkong dengan pertalite (E0, E10, E20, E30, E40) menyebutkan bahwa dengan menggunakan campuran E30 menghasilkan emisi CO terendah sebesar 3,238% vol sedangkan HC terendah dihasilkan E30 sebesar 472 ppm. Berikut juga penelitian Aydogan (2018), uji emisi penggunaan bioetanol sebagai campuran bensin (E0, E10, dan E50). Nilai CO menunjukkan penurunan lebih dari 50% dengan penggunaan bahan bakar E50, nilai HC menunjukkan

penurunan lebih dari 50% dengan penggunaan bahan bakar E50.

Berdasarkan latar belakang yang didukung dengan penelitian-penelitian terdahulu tersebut, peneliti tertarik untuk melaksanakan penelitian dengan menggunakan bioetanol umbi batang pisang raja. Peneliti melaksanakan penelitian payung dengan pembagian tema antara lain: pembuatan dan karakteristik bioetanol, karakteristik api, unjuk kerja, dan emisi gas buang. Sementara itu, peneliti mengambil tema pengujian emisi gas buang dengan judul “Analisis Emisi Gas Buang Sepeda Motor dengan Campuran Bahan Bakar Bioetanol Umbi Pisang Raja (*Musa Paradisiaca*) dan Peralite” pada sepeda motor Vario 150 tahun 2019. Harapan penelitian ini adalah adanya perubahan emisi gas buang pada kendaraan dengan menggunakan bahan bakar campuran bioetanol dari umbi batang pisang raja.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang mencari perbandingan kadar emisi yang dihasilkan dari kelompok standar dengan kelompok eksperimen. Kelompok standar dalam penelitian ini adalah mesin standar motor bensin 4 langkah dengan menggunakan bahan bakar pertalite murni, sedangkan kelompok eksperimen penelitian adalah motor bensin 4 langkah yang menggunakan campuran bahan bakar pertalite dan bioetanol.

Tempat dan Waktu Penelitian

- Penelitian eksperimen (*experimental research*) ini dilaksanakan di bengkel teknik kendaraan ringan SMK Dharma Bahari Surabaya Jalan Sikatan Lebar XVI No.1-5, Manukan Wetan, Kec. Tandes, Kota Surabaya untuk mengetahui hasil emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan Honda Vario 150 tahun 2019.
- Penelitian dilakukan setelah seminar proposal skripsi yang telah disetujui oleh tim penguji yaitu mulai bulan Januari sampai Februari 2022.

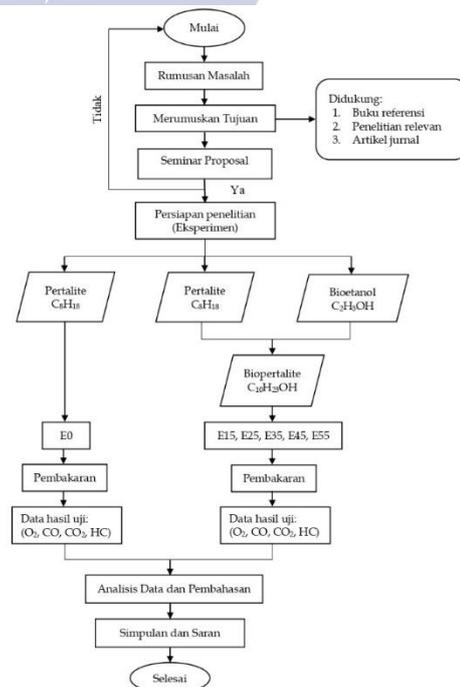
Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah Honda Vario 150 tahun 2019 yang akan diberikan bahan bakar bioetanol untuk diuji menggunakan peralatan *Cassis dynamometer*, blower dan instrumen penelitian berupa *Rpm Counter*, *Oil Temperature Meter*, dan *Exhaust Gas Analyzer*.

Variabel Penelitian

- **Variabel Bebas**
Variabel adalah sesuatu yang dapat berubah atau beragam. Variabel penelitian adalah gejala-gejala yang menunjukkan perubahan (Arikunto, 1991). Variabel bebas dalam penelitian yaitu pertalite murni (E0) dan variasi biopertalite dengan kode E15, E25, E35, E45, dan E55.
- **Variabel Terikat**
Variabel terikat (variabel respon) disebut juga obyek penelitian. Variabel terikat pada penelitian ini adalah uji emisi gas buang pada Honda Vario 150 tahun 2019 yaitu: O₂, CO, CO₂, dan HC.
- **Variabel Kontrol**
Variabel kontrol merupakan variabel yang dikendalikan agar variabel bebas dan variabel terikat tidak dapat dipengaruhi oleh faktor yang ada dari luar penelitian. Variabel yang akan dikontrol dalam penelitian ini adalah:
 - Putaran mesin yang stasioner (1.500 rpm), sampai 9.500 rpm pada mesin 4 langkah.
 - Temperatur mesin saat bekerja 75°-80°C.
 - Kelembaban udara 25-60%
 - Biopertalite
 - Mesin Honda Vario 150 tahun 2019

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Alat, Bahan dan Instrumen Penelitian

- Alat Penelitian
 - *Cassis dynamoeter*
 - Blower
- Bahan Penelitian
 - Bioetanol umbi batang pisang raja
 - Peralite
- Instrumen Penelitian
 - *RPM Counter dan Oil Temperature Meter*
 - *Exhaust Gas Analyzer*

Prosedur Penelitian

- Tahap Persiapan
 - Melakukan *tune up* pada sepeda motor yang akan diuji.
 - Mempersiapkan peralite murni dan campuran peralite dengan bioetanol.
 - Melepas *cover* samping sepeda motor.
 - Meletakkan sepeda motor ke *cassis dynamoeter*.
 - Mengencangkan tali pengikat *body* sepeda motor.
 - Menyiapkan alat ukur uji emisi kendaraan yang telah memenuhi persyaratan.
 - Memasukkan gas *probe* ke dalam knalpot minimal 30 cm.
 - Memposisikan penjepit *rpm counter* pada kabel busi.
 - Menghidupkan blower dan dihadapkan ke mesin.
- Tahap Pengambilan Data
 - Menghidupkan mesin kendaraan sampai temperatur mesin 60°C-70°C atau sesuai rekomendasi manufaktur dan sistem asesoris dalam kondisi mati
 - Menghidupkan *gas analyzer*.
 - Memposisikan *throttle body* pada kondisi stasioner dengan putaran idle 1500 rpm.
 - Menunggu ± 20 detik sampai data pada *gas analyzer* stabil.
 - Mencetak hasil uji konsentrasi emisi O₂, CO, CO₂ (% vol), HC (ppm), dan AFR yang terukur pada alat uji.
 - Turunkan putaran mesin hingga keadaan putaran idle.
 - Ulangi langkah c-f di setiap putaran mesin mulai dari 2500 rpm hingga 9500 rpm dengan rentan 1000 rpm.
 - Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing kondisi
- Tahap Akhir

Diamkan mesin dalam keadaan putaran idle kurang lebih selama 30 detik, kemudia matikan mesin motor dan matikan blower.

Teknik Analisa Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Metode deskriptif kuantitatif digunakan untuk menganalisis data dalam bentuk tabel, sedangkan metode dengan deskriptif kualitatif digunakan untuk menganalisis data yang sudah dikonversi dalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencampuran Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian yaitu bioetanol umbi batang pisang raja dan peralite. Proses pembuatan bioetanol umbi batang pisang raja dilakukan dengan metode sakarifikasi (dikukus), fermentasi dan destilasi. Dalam penelitian ini bioetanol yang telah dihasilkan akan digunakan pada sepeda motor Vario 150 untuk mengetahui emisi gas buang yang dihasilkan yaitu O₂, CO, CO₂, HC. Bahan bakar bioetanol umbi batang pisang raja akan dicampur dengan peralite dengan konsentrasi campuran E15, E25, E35, E45, dan E55. Berikut merupakan hasil percampuran bahan bakar bioetanol dengan peralite:



Gambar 2. Campuran Bioetanol dan Peralite

Pencampuran ini dilakukan untuk mencari variasi bioperalite dengan hasil kadar emisi terbaik dalam uji emisi bahan bakar antara bioperalite dan peralite.

Karakteristik Bahan Bakar

Pengujian karakteristik bahan bakar khususnya untuk campuran E15, E25, E35, E45 dan E55 akan digunakan sebagai acuan dalam pengujian emisi gas buang untuk campuran bahan bakar bioetanol umbi batang pisang raja dan peralite.

Hasil pengujian karakteristik campuran bahan bakar bioetanol umbi batang pisang raja dan peralite yaitu:

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Bahan Bakar

Parameter uji	Satuan	Hasil pengujian							Metode uji
		E0	E15	E25	E35	E45	E55	E100	
Viscosity 15°C	Cps	3,15	3,62	3,84	3,98	4,09	4,4	14	ASTM D1298
Density 40°C	kg/m ³	805,3	813,8	817,8	822,3	824,2	828	828	ASTM D445
Nilai Kalor	kkal/l	10860	10580	9972	9948	9142	8549	7280	ASTM D240
Angka Oktan	RON	91,8	95,2	96,4	99,3	106	110	128	ASTM D2699

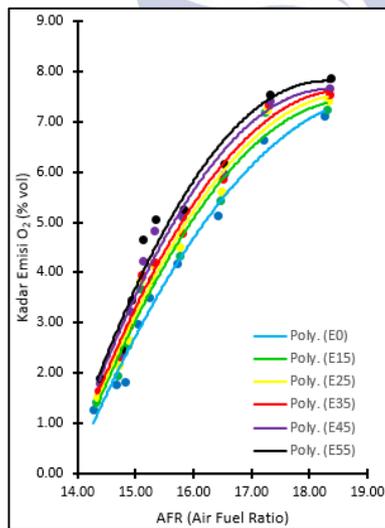
Sumber: Bakhor, 2022

Kadar Emisi Oksigen

Untuk mengetahui kadar emisi oksigen (O₂) pada AFR yang terjadi pada uji emisi gas buang kendaraan Vario 150 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Emisi O₂

Bahan bakar											
E0		E15		E25		E35		E45		E55	
AFR	O ₂ (%vol)	AFR	O ₂ (%vol)	AFR	O ₂ (%vol)	AFR	O ₂ (%vol)	AFR	O ₂ (%vol)	AFR	O ₂ (%vol)
14,27	1,18	14,32	1,23	14,33	1,39	14,35	1,45	14,37	1,52	14,38	1,80
14,65	1,77	14,68	1,94	14,70	2,15	14,73	2,34	14,74	2,41	14,75	2,49
14,82	1,82	14,85	2,55	14,88	2,66	14,89	2,94	14,90	3,23	14,92	3,45
15,03	2,98	15,07	3,68	15,08	3,84	15,09	3,95	15,11	4,24	15,13	4,66
15,23	3,52	15,27	3,86	15,29	4,15	15,31	4,20	15,32	4,85	15,33	5,06
15,72	4,19	15,75	4,34	15,76	4,52	15,79	4,78	15,81	5,12	15,82	5,27
16,42	5,13	16,45	5,43	16,47	5,62	16,49	5,86	16,52	5,97	16,53	6,18
17,21	6,64	17,23	7,19	17,26	7,24	17,29	7,34	17,31	7,42	17,32	7,55
18,26	7,13	18,29	7,24	18,31	7,42	18,33	7,54	18,34	7,68	18,36	7,88



Gambar 3. Grafik hubungan emisi O₂ terhadap AFR

Gambar 3 menunjukkan kadar emisi O₂ yang dihasilkan dari pembakaran mesin dengan menggunakan bahan bakar pertalite dan biopertalite. Pada AFR rendah kadar emisi O₂ yang dihasilkan masih rendah, hal ini disebabkan karena pada AFR rendah campuran udara dan bahan bakar gemuk sehingga pembakarannya tidak sempurna. Kemudian pada AFR ideal kadar emisi O₂ tinggi, hal ini disebabkan karena pada AFR ideal campuran bahan bakar dan udara stokiometri sehingga pembakaran mendekati sempurna. Pada AFR tinggi kadar emisi O₂ semakin tinggi, hal ini

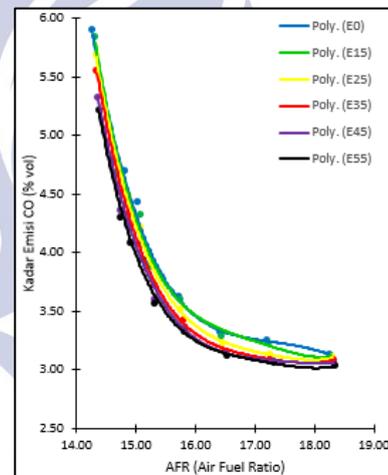
disebabkan karena pada AFR tinggi campuran udara dan bahan bakar kurus sehingga kadar emisi O₂ semakin tinggi. Kenaikan terbanyak kadar emisi O₂ didapat pada AFR 14,92 dengan bahan bakar E55 sebanyak 89,56% vol. Hal ini disebabkan, karena dalam bioetanol terkandung unsur oksigen.

Kadar Emisi Karbon Monoksida

Untuk mengetahui kadar emisi karbon monoksida (CO) pada AFR yang terjadi pada uji emisi gas buang kendaraan Vario 150 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Kadar Emisi CO

Bahan-bakar											
E0		E15		E25		E35		E45		E55	
AFR	CO (%vol)	AFR	CO (%vol)	AFR	CO (%vol)	AFR	CO (%vol)	AFR	CO (%vol)	AFR	CO (%vol)
14,27	5,90	14,32	5,84	14,33	5,69	14,35	5,55	14,37	5,32	14,38	5,21
14,65	4,78	14,68	4,68	14,70	4,64	14,73	4,51	14,74	4,36	14,75	4,30
14,82	4,69	14,85	4,54	14,88	4,48	14,89	4,33	14,90	4,23	14,92	4,08
15,03	4,43	15,07	4,32	15,08	4,21	15,09	4,07	15,11	4,08	15,13	3,94
15,23	3,90	15,27	3,87	15,29	3,76	15,31	3,72	15,32	3,60	15,33	3,56
15,72	3,62	15,75	3,60	15,76	3,51	15,79	3,42	15,81	3,34	15,82	3,32
16,42	3,32	16,45	3,29	16,47	3,23	16,49	3,15	16,52	3,14	16,53	3,12
17,21	3,25	17,23	3,23	17,26	3,13	17,29	3,10	17,31	3,08	17,32	3,06
18,26	3,13	18,29	3,11	18,31	3,10	18,33	3,08	18,34	3,05	18,36	3,03



Gambar 4. Grafik Hubungan Emisi CO dengan AFR

Gambar 4 menunjukkan kadar CO yang dihasilkan dari pembakaran mesin dengan menggunakan bahan bakar pertalite dan biopertalite. Pada AFR rendah kadar emisi CO yang dihasilkan masih tinggi, hal ini disebabkan karena pada AFR rendah campuran udara dan bahan bakar gemuk sehingga pembakarannya tidak sempurna. Kemudian pada AFR ideal kadar emisi CO rendah, hal ini disebabkan karena pada AFR ideal campuran bahan bakar dan udara stokiometri sehingga pembakaran mendekati sempurna. Pada AFR tinggi kadar emisi CO semakin turun, hal ini disebabkan karena pada AFR tinggi campuran udara dan bahan bakar kurus sehingga kadar emisi CO semakin turun. Penurunan terbanyak kadar emisi CO didapat pada AFR 14,92 dengan bahan bakar E55 sebanyak 13,01% vol. Hal ini disebabkan kandungan

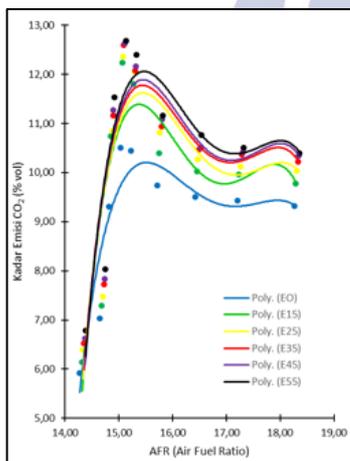
oksigen pada bioetanol membantu menyuplai oksigen untuk pembakaran dan meminimalkan kadar emisi CO.

Kadar Emisi Karbon Dioksida

Untuk mengetahui kadar emisi karbon dioksida (CO₂) pada AFR yang terjadi pada uji emisi gas buang kendaraan Vario 150 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Emisi CO₂

Bahan bakar											
EO		E15		E25		E35		E45		E55	
AFR	CO ₂ (%vol)	AFR	CO ₂ (%vol)	AFR	CO ₂ (%vol)	AFR	CO ₂ (%vol)	AFR	CO ₂ (%vol)	AFR	CO ₂ (%vol)
14,27	5,92	14,32	6,14	14,33	6,39	14,35	6,53	14,37	6,62	14,38	6,78
14,65	7,03	14,68	7,29	14,70	7,48	14,73	7,72	14,74	7,83	14,75	8,03
14,82	9,31	14,85	10,74	14,88	10,84	14,89	11,16	14,90	11,27	14,92	11,53
15,03	10,50	15,07	12,23	15,08	12,36	15,09	12,59	15,11	12,63	15,13	12,68
15,23	10,44	15,27	11,80	15,29	12,05	15,31	12,08	15,32	12,16	15,33	12,40
15,72	9,74	15,75	10,40	15,76	10,82	15,79	10,94	15,81	11,08	15,82	11,16
16,42	9,50	16,45	10,02	16,47	10,27	16,49	10,47	16,52	10,50	16,53	10,77
17,21	9,43	17,23	9,96	17,26	10,12	17,29	10,37	17,31	10,42	17,32	10,50
18,26	9,32	18,29	9,78	18,31	10,04	18,33	10,22	18,34	10,34	18,36	10,40



Gambar 5. Grafik Hubungan Emisi O₂ dengan AFR

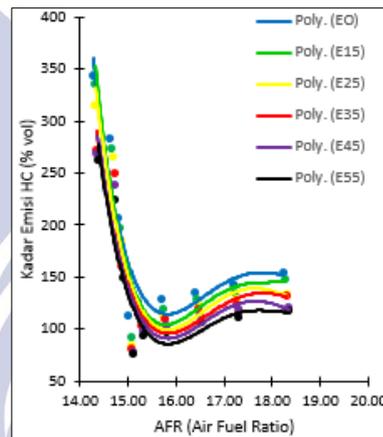
Gambar 5 menunjukkan kadar emisi CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran mesin dengan menggunakan bahan bakar pertalite dan biopertalite. Pada AFR rendah kadar emisi CO₂ yang dihasilkan masih rendah, hal ini disebabkan karena pada AFR rendah campuran udara dan bahan bakar gemuk sehingga pembakarannya tidak sempurna. Kemudian pada AFR ideal kadar emisi CO₂ tinggi, hal ini disebabkan karena pada AFR ideal campuran bahan bakar dan udara stokiometri sehingga pembakaran mendekati sempurna. Namun pada AFR tinggi kadar emisi CO₂ menurun, hal ini disebabkan karena pada AFR tinggi campuran bahan bakar dan udara menjauhi stokiometri. Pada AFR tinggi juga grafik naik turun, hal ini disebabkan karena pada AFR tinggi RPM juga tinggi sehingga pembakaran dan kinerja mesin tidak teratur. Kenaikan terbanyak kadar emisi CO₂ didapat pada AFR 14,92 dengan bahan bakar E55 sebanyak 23,85%. Hal ini disebabkan kandungan oksigen bioetanol menyebabkan pembakaran semakin mendekati sempurna sehingga menghasilkan kadar emisi CO₂ lebih banyak.

Kadar Emisi Hidro Karbon

Untuk mengetahui kadar emisi hidro karbon (HC) pada AFR yang terjadi pada uji emisi gas buang kendaraan Vario 150 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Uji Kadar Emisi HC

Bahan bakar											
EO		E15		E25		E35		E45		E55	
AFR	HC (ppm)	AFR	HC (ppm)	AFR	HC (ppm)	AFR	HC (ppm)	AFR	HC (ppm)	AFR	HC (ppm)
14,27	343	14,32	335	14,33	314	14,35	271	14,37	269	14,38	262
14,65	283	14,68	274	14,70	266	14,73	250	14,74	238	14,75	224
14,82	207	14,85	196	14,88	184	14,89	160	14,90	159	14,92	149
15,03	112	15,07	92	15,08	84	15,09	80	15,11	78	15,13	75
15,23	125	15,27	115	15,29	110	15,31	102	15,32	98	15,33	93
15,72	129	15,75	118	15,76	113	15,79	109	15,81	103	15,82	97
16,42	135	16,45	128	16,47	123	16,49	118	16,52	113	16,53	106
17,21	142	17,23	134	17,26	129	17,29	123	17,31	118	17,32	110
18,26	153	18,29	148	18,31	133	18,33	132	18,34	120	18,36	117



Gambar 6. Grafik Hubungan Emisi HC dengan AFR

Kadar emisi gas HC ditunjukkan pada gambar 4.9 kadar emisi gas HC dengan menggunakan bahan bakar pertalite dan biopertalite. Pada AFR rendah kadar emisi HC yang dihasilkan masih tinggi, hal ini disebabkan karena pada AFR rendah campuran udara dan bahan bakar gemuk sehingga pembakarannya tidak sempurna. Kemudian pada AFR ideal kadar emisi HC rendah, hal ini disebabkan karena pada AFR ideal campuran bahan bakar dan udara stokiometri sehingga pembakaran mendekati sempurna. Namun pada AFR tinggi kadar emisi HC naik, hal ini disebabkan karena pada AFR tinggi campuran bahan bakar dan udara menjauhi stokiometri. Penurunan terbanyak kadar emisi HC didapat pada AFR 15,13 dengan bahan bakar E55 sebanyak 33,04% ppm. Hal ini disebabkan karena dalam bioetanol terkandung unsur oksigen yang menyebabkan pembakaran semakin mendekati sempurna sehingga mengurangi kadar emisi HC yang dihasilkan.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian dan analisis data yang dilakukan tentang pengujian emisi gas buang dengan menggunakan bahan bakar campuran bioetanol umbi batang pisang raja (*musa paradisiaca*) dan pertalite bisa diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Dari hasil uji emisi didapatkan hasil kenaikan kadar emisi O₂ terbanyak yaitu bahan bakar E55 dengan rata-rata meningkat 37,38% vol. Dari hasil uji emisi didapatkan hasil penurunan kadar emisi CO terbanyak yaitu bahan bakar E55 dengan rata-rata turun 8,87% vol. Dari hasil uji emisi didapatkan hasil kenaikan kadar emisi CO₂ terbanyak yaitu bahan bakar E55 dengan rata-rata naik 15,89% vol. Dari hasil uji emisi didapatkan hasil penurunan kadar emisi HC terbanyak yaitu bahan bakar E55 dengan rata-rata turun 24,83% ppm.
- Dari analisis data dan pembahasan yang telah dilaksanakan, didapatkan hasil bahan bakar terbaik adalah E55 yang memiliki kadar emisi gas buang O₂ tertinggi pada AFR ± 18,26 dan CO₂ tertinggi pada AFR ± 14,87, serta pada emisi gas buang CO terendah pada AFR ± 18,26 dan HC terendah pada AFR ± 15,08.
- Dari analisis data dan pembahasan yang telah dilaksanakan, didapatkan bahwa semakin banyak menambahkan bioetanol pada bahan bakar maka akan meningkatkan sifat fisik (viskositas, densitas, dan angka oktan) sedangkan sifat fisik (nilai kalor) semakin turun.

Saran

Dari serangkaian hasil pengujian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Sebelum melakukan pengujian emisi gas buang, persiapkan kendaraan yang sudah di tune-up agar hasil pengujian menunjukkan data yang optimal.
- Sesuai dengan hasil penelitian diatas maka penulis menyarankan penggunaan biopertalite E55 sebagai bahan bakar pada sepeda motor Vario 150 tahun 2019.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada kedua orang tua yang memberikan dukungan tiada henti. Dr. Soeryanto, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Priyo Heru Adiwibowo, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin, Dr. Drs. Muhaji, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi, Prof. Dr. Ir. I Wayan Susila, M.T. dan Priyo Heru Adiwibowo, S.T.,

M.T. selaku dosen penguji. Teman-teman Lab bahan bakar dan pelumas teknik mesin, yang sudah memberikan motivasi. Dan bengkel teknik kendaraan ringan SMK Dharma Bahari Surabaya, sebagai tempat pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilyanti, S., & Suryani, F. (2020). Pengaruh penambahan bioetanol dari mahkota nanas terhadap emisi gas buang pada mesin motor 4 langkah. Program Studi Teknik Mesin UM Metro, 9(2), 147–153.
- Arikunto, S. (1991). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis*. Pt. Rineka Cipta, 107.
- Aydogan, H. (2018). An experimental study of the effects of bioethanol-unleaded gasoline blends on engine performance and emissions. *Energy Education Science and Technology*, 28(20(December)).
- Bakhor, dan Muhaji (2022) Proses pembuatan dan uji karakteristik bioetanol dari bonggol pohon pisang raja (*Musa paradisiaca*). *Jurnal teknik mesin*.
- Badan Pusat Statistik. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2018-2020* <https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/jumlah-kendaraan-bermotor.html>
- Fauzi, Mukhammad. (2015). *Pengaruh Bioetanol Terhadap Lambda dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Empat Tak Satu Silinder Berbahan Bakar Premium*. UNNES Repository. <http://lib.unnes.ac.id/22727/>
- Fitriyatus, A., Fauzi, A., & Juanda, B. (2018). Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 17(2), 118–137.
- PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 5 TAHUN 2006. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/41945/perpres-no-5-tahun-2006>
- Prasetyo, Imam dan Sarjito, M. E. (2018). Bioetanol Dari Bahan Baku Singkong Sebagai Bahan. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 19(2), 43–54.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2019). *Laporan Kinerja Kementerian ESDM Tahun 2019*. <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-laporan-kinerja-kementerian-esdm-2019.pdf>
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Uji Emisi Kendaraan Sebagai Bentuk Kontribusi Masyarakat Terhadap Pengendalian Pencemaran Udara*. https://www.menlhk.go.id/site/single_post/4078

Prasetyo, dan Patriayudha. (2009). Pemakaian gasohol sebagai bahan bakar pada kendaraan bermotor. Diponegoro university institutional repository.

Sunarto, Sulistiyani, & Marwati, S. (2013). Pemanfaatan limbah bonggol pisang sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. *Jurnal Sains Dasar*, 2(1), 48–52. <https://doi.org/10.21831/jsd.v2i1.3362>

Soleh dan wayan (2009). Analisa kinerja mesin dan emisi gas buang sepeda motor berbahan bakar campuran bioetanol dari ampas tebu dan premium. *Jurnal Teknik Mesin Unesa*.

Temaluru, 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 125 cc. *Lontar Jurnal Teknik Mesin UNDANA*, 03(01), 9–16.

