

PENGARUH CAMPURAN BAHAN BAKAR PERTALITE DAN BIOETANOL (ORYZA SATIVA GLUTINOSA) TERHADAP KADAR GAS BUANG SEPEDA MOTOR YAMAHA NMAX 2019

Risqi Arief Rachman

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: risqi.19080@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: Muhaji61@unesa.ac.id

Abstrak

Tingginya kebutuhan akan transportasi berdampak terhadap meningkatnya jumlah kendaraan dan konsumsi bahan bakar, akibatnya pencemaran udara semakin meningkat sehingga perlu adanya bahan bakar ramah lingkungan yang terbuat dari nabati salah satunya bioetanol yang terbuat dari beras ketan putih. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penggunaan bioetanol beras ketan putih terhadap kadar gas buang pada sepeda motor Yamaha NMax tahun 2019. Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimen. Alat dan instrumen yang digunakan meliputi: sepeda motor Yamaha Nmax tahun 2019, *blower*, *rpm counter*, *oil temperature meter* dan *exhaust gas analyser*, sedangkan bahan bakar yang digunakan adalah pertalite (E0) dan campuran pertalite dan bioetanol beras ketan putih (E10, E20, E30, E40, E50, E60). Parameter pengujian kadar gas buang yang diuji meliputi: O₂, CO, CO₂, dan HC. Pengujian kadar gas buang dilakukan dengan standar SNI 09-7118.3-2005 pada putaran *idle* (1500 rpm) dan dilakukan juga pengujian pada putaran rendah hingga putaran tinggi (2500-8500 rpm) dengan interval perubahan kecepatan setiap 1000 rpm. Dalam penelitian ini campuran bahan bakar dan bioetanol beras ketan putih memiliki keunggulan penurunan kadar gas buang CO terbanyak sebesar 31,25% pada campuran E50 dan HC terbanyak sebesar 29,51% pada campuran E50, sedangkan kenaikan kadar gas buang CO₂ terbanyak sebesar 12,90% pada campuran E50 dan O₂ terendah sebesar 1,15% pada campuran E10 jika dibandingkan dengan pertalite murni.

Kata Kunci : beras ketan putih, bioetanol, pertalite, kadar gas buang

Abstract

The high need for transportation has an impact on increasing the number of vehicles and fuel consumption, as a result air pollution is increasing, so there is a need for environmentally friendly fuel made from vegetables, one of which is bioethanol made from white sticky rice. The aim of this research is to analyze the effect of using white glutinous rice bioethanol on exhaust gas levels on Yamaha NMax motorbikes in 2019. The type of research carried out was experimental. The tools and instruments used include: 2019 Yamaha Nmax motorbike, blower, rpm counter, oil temperature meter and exhaust gas analyzer, while the fuel used is pertalite (E0) and a mixture of pertalite and white glutinous rice bioethanol (E10, E20, E30, E40, E50, E60). The exhaust gas content testing parameters tested include: O₂, CO, CO₂, and HC. Exhaust gas content testing was carried out using the SNI 09-7118.3-2005 standard at idle speed (1500 rpm) and testing was also carried out at low to high speed (2500-8500 rpm) with speed change intervals every 1000 rpm. In this study, the mixture of fuel and bioethanol from white glutinous rice had the advantage of reducing CO₂ exhaust gas levels the most by 31.25% in the E50 mixture and HC by 29.51% in the E50 mixture, while the highest increase in CO₂ exhaust gas levels was 12.90%. % in the E50 mixture and the lowest O₂ was 1.15% in the E10 mixture when compared to pure pertalite.

Keywords: white glutinous rice, bioethanol, pertalite, exhaust gas levels

PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan transportasi yang sangat tinggi akan memaksa produsen kendaraan untuk memproduksi berbagai macam kendaraan dalam jumlah besar. Hal ini akan berdampak pada peningkatan jumlah kendaraan yang tersedia setiap tahunnya (Kurniawan, 2014). Akibatnya kebutuhan bahan bakar fosil semakin meningkat, sehingga jumlah penggunaan bahan bakar fosil melebihi produksi (Bakhor dan Muhaji, 2022).

Pembakaran bahan bakar minyak dari fosil pada kendaraan bermotor yang kurang sempurna dapat meningkatkan pencemaran udara berupa emisi gas buang baik gas yang beracun maupun gas yang tidak beracun (CO, NO_x, HC, CO₂, N₂, dan H₂O). Untuk

mengurangi pencemaran udara yang dihasilkan dari gas emisi pembakaran minyak bumi pada kendaraan bermotor sehingga perlu adanya bahan bakar alternatif salah satunya yaitu bioetanol (Mara, dkk., 2018).

Bioetanol merupakan salah satu jenis *biofuel* yang berasal dari tanaman atau limbah tanaman. Bioetanol (C₂H₅OH) biasanya dihasilkan dari bahan baku tumbuhan atau tanaman yang mengandung karbohidrat yang mengubah karbohidrat menjadi glukosa yang larut dalam air (Kurnia dan Muhaji, 2022). Bioetanol dapat beroperasi pada kendaraan dengan kompresi tinggi dan juga dapat mengurangi gas emisi dengan mengurangi pembakaran hidrokarbon. Bioetanol umumnya digunakan dengan

campuran bahan bakar minyak (Prasetyo dan Patriayudha, 2009).

Penelitian tentang aplikasi bioetanol atau etanol sebagai campuran bahan bakar bensin telah dilakukan oleh beberapa orang diantaranya: Penelitian yang dilakukan Delvi, *et al.* (2019), uji emisi menggunakan etanol dengan campuran bensin (E0, E25, E30 dan E35). Penurunan tertinggi kadar emisi CO sebesar 40,74% dan HC sebesar 17,88% pada campuran E35, sedangkan peningkatan kadar emisi CO₂ tertinggi sebesar 3,98% pada campuran E35. Kurnia dan Muhaji (2022) menggunakan campuran bahan bakar bioetanol umbi batang pisang raja dengan pertalite (E0, E15, E25, E35, E45, E55). Campuran terbaik pada bahan bakar E55 dengan kadar emisi O₂ tertinggi 7,88 %vol dan CO₂ tertinggi sebanyak 12,68 %vol sedangkan kadar emisi CO terendah sebanyak 3,03 %vol dan HC terendah sebanyak 75 ppm.

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 “Pengaruh Campuran Bahan Bakar Pertalite dan Bioetanol Beras Ketan Putih (*Oryza Sativa Glutinosa*) Terhadap Kadar Gas Buang Sepeda Motor NMAX 2019”.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perubahan kadar gas buang (O₂, CO, CO₂, dan HC) pada sepeda motor Nmax 2019 berbahan bakar campuran pertalite dan bioetanol dari beras ketan putih (E0, E10, E20, E30, E40, E50, dan E60).

METODE

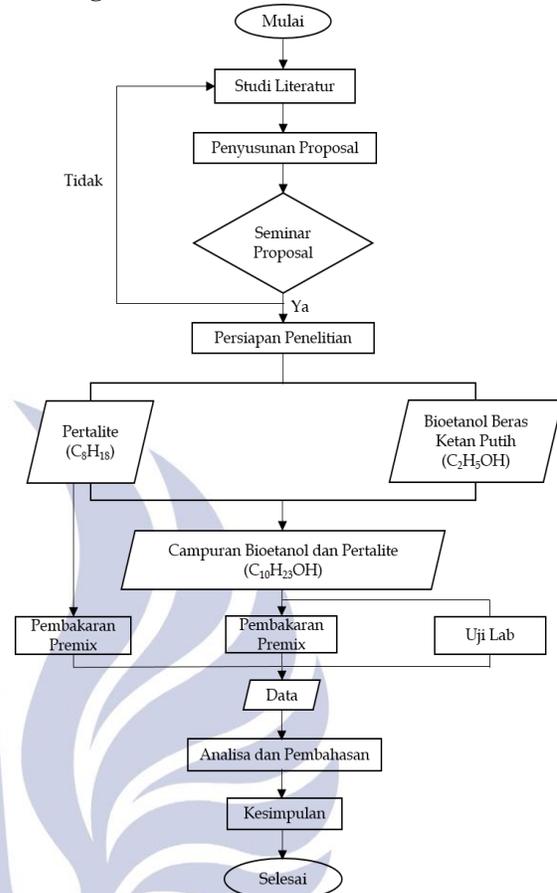
Jenis Penelitian

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 beras ketan putih.

Tempat dan Waktu Penelitian

- Penelitian berlangsung di lokasi Pengujian KIR Wiyung Surabaya untuk pengujian kadar gas buang pada sepeda motor yamaha Nmax 2019
- Waktu penelitian untuk pengujian kadar gas buang kendaraan dilakukan setelah proses pembuatan dan pengujian karakteristik bioetanol.

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas
Dalam penelitian ini, variabel bebas yang dipakai adalah pertalite murni E0 dan variasi komposisi campuran bahan bakar pertalite murni dan bioetanol (E10, E20, E30, E40, E50, E60) untuk mendapatkan kadar gas buang minimum.
- Variabel Terikat
Variabel terikat pada penelitian ini yaitu kadar gas buang (O₂, CO₂, CO, dan HC,) pada sepeda motor Yamaha Nmax 2019.
- Variabel Kontrol
 - Sepeda motor Yamaha Nmax 155 cc tahun 2019 dengan rasio kompresi 10,5:1
 - Pengujian kadar gas buang dilakukan pada putaran *idle* mesin 1500 rpm dan putaran tinggi 2500-8500 rpm dengan interval 1000 rpm.
 - Temperatur oli mesin saat bekerja 60°C-70°C
 - Kekentalan minyak pelumas SAE 10W-40

Rangkaian Peralatan dan Instrument



Gambar 2. Rangkaian Peralatan dan Instrument

Keterangan

1. Sepeda Motor Yamaha Nmax 155cc tahun 2019
2. *Exhaust Gas Analyser*
3. *Rpm Counter*
4. *Oil Temperature Meter*
5. *Blower*

Prosedur Pengujian

- Persiapan Pengujian Kadar Gas Buang
 1. Men-tune up kendaraan yang akan dilakukan pengujian dan pastikan knalpot dalam kondisi tidak bocor.
 2. Memastikan temperatur tempat kerja pada 20°C sampai 35°C.
 3. Melepas cover samping sepeda motor.
 4. Menyiapkan alat uji kadar gas buang kendaraan yang memenuhi persyaratan.
 5. Menjepitkan instrumen rpm counter pada bagian kabel busi
 6. Menghidupkan blower dan dihadapkan pada mesin kendaraan.
 7. Menyiapkan bahan bakar pertalite (E0) dan campuran bioetanol (E10, E20, E30, E40, E50, E60)
- Pengujian Kadar Gas Buang
 1. Menghidupkan kendaraan hingga temperature mesin mencapai 60°C-70°C atau sesuai manufaktur dan sistem asesoris dalam kondisi mati
 2. Menghidupkan *exhaust gas analyzer* sesuai prosedur.
 3. Menaikkan akselerasi mesin hingga 2000 rpm dan tahan selama 60 detik lalu kembalikan pada kondisi *idle*.
 4. Memosisikan *throttle body* pada kondisi stasioner pada putaran mesin *idle* 1500 rpm
 5. Masukkan probe alat uji ke knalpot sedalam 30 cm, bila kurang pasang pipa tambahan
 6. Menunggu data pada *gas analyzer* hingga stabil ± 20 detik.

7. Mencetak hasil uji kadar gas buang O₂, CO, CO₂ (%vol), HC (ppm), dan λ yang terukur pada alat uji.
8. Menurunkan putaran mesin hingga keadaan putaran stasioner.
9. Mengulangi langkah 3-8 pada putaran 2500 rpm hingga 8500 rpm dengan rentan 1000 rpm pada setiap bahan bakar dan campuran (E0,E10,E20,,E30,E40,E50, dan E60).
10. Pengujian yang dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap kelompok bahan bakar.

Teknik Analisis Data

Teknik yang dilakukan untuk menganalisis data menggunakan kaidah deskriptif kuantitatif. Teknik yang dilakukan dengan menganalisis data kuantitatif yang diperoleh dari pengujian. Data tersebut diubah ke dalam bentuk *table* dan kemudian diubah menjadi bentuk grafik. Data tersebut kemudian akan dilakukan analisa data perubahan kadar gas buangnya kemudian diuraikan menjadi kalimat yang sederhana dan mudah dipahami, sehingga dapat diambil kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencampuran Bahan Bakar

Pencampuran bahan bakar pertalite (E0) dengan bioetanol beras ketan putih (E10, E20, E30, E40, E50, dan E60) dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* agar hasil campuran menjadi homogen.

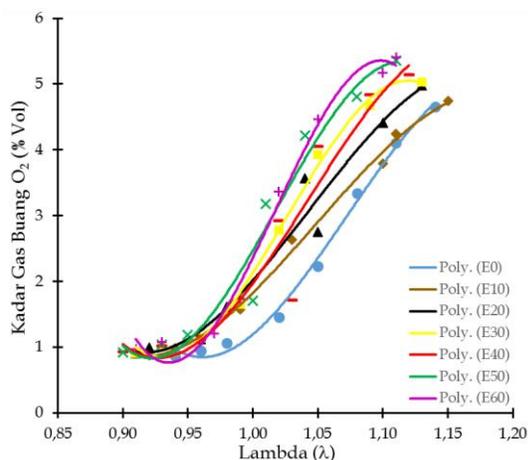


Gambar 3. Bahan Bakar Pertalite dan Campuran Bioetanol

Kadar Gas Buang Oksigen

Tabel 1. Hasil Uji Kadar Gas Buang O₂

| E0 | | E10 | | E20 | | E30 | | E40 | | E50 | | E60 | |
|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| λ | O ₂ |
| 1,14 | 4,66 | 1,15 | 4,74 | 1,13 | 4,98 | 1,13 | 5,03 | 1,12 | 5,14 | 1,11 | 5,36 | 1,11 | 5,41 |
| 1,11 | 4,11 | 1,11 | 4,24 | 1,10 | 4,41 | 1,09 | 4,68 | 1,09 | 4,84 | 1,08 | 4,81 | 1,10 | 5,17 |
| 1,08 | 3,34 | 1,10 | 3,79 | 1,04 | 3,57 | 1,05 | 3,93 | 1,05 | 4,05 | 1,04 | 4,22 | 1,05 | 4,46 |
| 1,05 | 2,23 | 1,03 | 2,63 | 1,05 | 2,75 | 1,02 | 2,78 | 1,02 | 2,92 | 1,01 | 3,18 | 1,02 | 3,37 |
| 1,02 | 1,46 | 0,99 | 1,57 | 0,98 | 1,61 | 0,99 | 1,65 | 1,03 | 1,72 | 1,00 | 1,71 | 0,99 | 1,74 |
| 0,98 | 1,06 | 0,96 | 1,09 | 0,96 | 1,12 | 0,96 | 1,14 | 0,96 | 1,17 | 0,95 | 1,19 | 0,97 | 1,21 |
| 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,98 | 0,92 | 0,99 | 0,93 | 1,01 | 0,93 | 1,02 | 0,93 | 1,04 | 0,93 | 1,08 |
| 0,94 | 0,87 | 0,92 | 0,88 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,90 | 0,93 | 0,90 | 0,92 | 0,91 | 0,97 |



Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Gas Buang O₂ terhadap Lambda

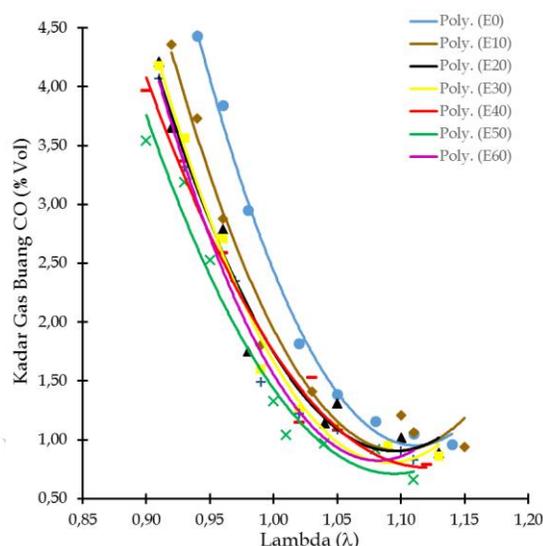
Pada gambar di atas menunjukkan hasil kadar gas buang oksigen (O₂) yang terendah sebanyak 0,87 % vol pada pemakaian bahan bakar E0 pada putaran mesin 8500 rpm dan pada saat lambda 0,94. Jika dibandingkan dengan hasil kadar gas buang bahan bakar pertalite kenaikan terendah sebesar 1,15% dengan rata rata kenaikan terendah sebesar 6,37% 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 Monoksida

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Gas Buang CO

| E0 | | E10 | | E20 | | E30 | | E40 | | E50 | | E60 | |
|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| λ | CO |
| 1,14 | 0,96 | 1,15 | 0,94 | 1,13 | 0,89 | 1,13 | 0,86 | 1,12 | 0,79 | 1,11 | 0,66 | 1,11 | 0,83 |
| 1,11 | 1,05 | 1,11 | 1,06 | 1,10 | 1,02 | 1,09 | 0,95 | 1,09 | 0,82 | 1,08 | 0,92 | 1,10 | 0,90 |
| 1,08 | 1,16 | 1,10 | 1,21 | 1,04 | 1,14 | 1,05 | 1,11 | 1,05 | 1,08 | 1,04 | 0,97 | 1,05 | 1,09 |
| 1,05 | 1,39 | 1,03 | 1,41 | 1,05 | 1,31 | 1,02 | 1,26 | 1,02 | 1,15 | 1,01 | 1,04 | 1,02 | 1,22 |
| 1,02 | 1,82 | 0,99 | 1,80 | 0,98 | 1,75 | 0,99 | 1,60 | 1,03 | 1,53 | 1,00 | 1,33 | 0,99 | 1,49 |
| 0,98 | 2,95 | 0,96 | 2,88 | 0,96 | 2,79 | 0,96 | 2,71 | 0,96 | 2,59 | 0,95 | 2,53 | 0,97 | 2,35 |
| 0,96 | 3,84 | 0,94 | 3,73 | 0,92 | 3,65 | 0,93 | 3,56 | 0,93 | 3,37 | 0,93 | 3,19 | 0,93 | 3,32 |
| 0,94 | 4,43 | 0,92 | 4,36 | 0,91 | 4,21 | 0,91 | 4,18 | 0,90 | 3,97 | 0,90 | 3,54 | 0,91 | 4,07 |



Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Gas Buang CO terhadap Lambda

Pada gambar di atas menunjukkan 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 31,25% dengan rata rata penurunan tertinggi sebesar 20,42% 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 juga didukung oleh penelitian Kurnia dan Muhaji (2022) menggunakan campuran bioetanol (*Musa Paradisiaca*) dengan pertalite (E0, E15, E25, E35, E45, E55) pada sepeda motor vario 150cc tahun 2019 menunjukkan bahan bakar pertalite (E0) menghasilkan emisi CO yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bioetanol (*Musa Paradisiaca*) dengan pertalite (E15, E25, E35, E45, E55), hal ini terjadi karena bioetanol membantu bahan bakar mencukupi kandungan oksigen untuk bereaksi sehingga dapat meminimalisir kadar gas buang CO.

Rata-rata kadar gas buang CO pada campuran bahan bakar E60 mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan rata-rata kadar gas buang CO campuran bahan bakar E50, hal ini terjadi karena bahan bakar E60 memiliki nilai oktan terlalu tinggi sehingga bahan bakar lebih sulit terbakar dan ikut keluar saat terjadinya *overlapping* katup.

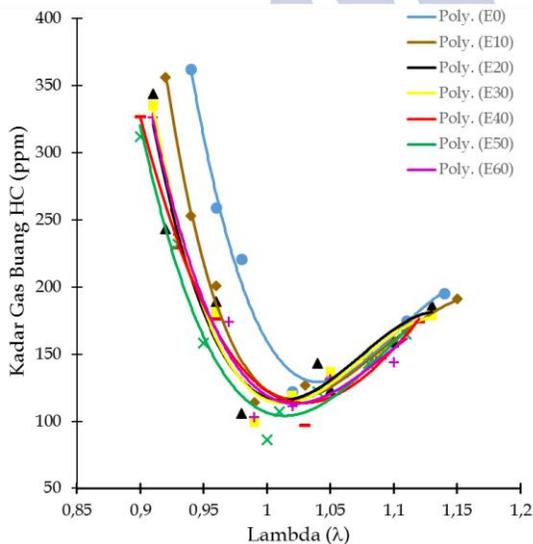
Kadar gas buang karbon monoksida rendah pada saat lambda (λ) tinggi terjadi karena pada saat lambda rendah campuran udara dan bahan bakar menjadi lebih kurus sehingga campuran udara dan bahan bakar mengandung oksigen yang cukup untuk bereaksi

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.

Kadar Gas Buang Hidrokarbon

Tabel 3. Hasil Uji Kadar Gas Buang HC

| E0 | | E10 | | E20 | | E30 | | E40 | | E50 | | E60 | |
|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
| λ | HC |
| 1,14 | 195 | 1,15 | 191 | 1,13 | 186 | 1,13 | 179 | 1,12 | 174 | 1,11 | 165 | 1,11 | 168 |
| 1,11 | 175 | 1,11 | 167 | 1,10 | 159 | 1,09 | 151 | 1,09 | 147 | 1,08 | 143 | 1,10 | 144 |
| 1,08 | 150 | 1,10 | 159 | 1,04 | 143 | 1,05 | 137 | 1,05 | 130 | 1,04 | 122 | 1,05 | 131 |
| 1,05 | 132 | 1,03 | 127 | 1,05 | 123 | 1,02 | 119 | 1,02 | 114 | 1,01 | 107 | 1,02 | 111 |
| 1,02 | 122 | 0,99 | 114 | 0,98 | 106 | 0,99 | 99 | 1,03 | 97 | 1,00 | 86 | 0,99 | 103 |
| 0,98 | 221 | 0,96 | 201 | 0,96 | 189 | 0,96 | 181 | 0,96 | 176 | 0,95 | 158 | 0,97 | 174 |
| 0,96 | 259 | 0,94 | 253 | 0,92 | 243 | 0,93 | 238 | 0,93 | 229 | 0,93 | 232 | 0,93 | 239 |
| 0,94 | 362 | 0,92 | 356 | 0,91 | 344 | 0,91 | 335 | 0,90 | 327 | 0,90 | 312 | 0,91 | 326 |



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Gas Buang HC terhadap Lambda

Pada gambar di atas menunjukkan hasil kadar gas buang hidrokarbon (HC) yang terendah sebanyak 86 ppm pada pemakaian bahan bakar E50 pada putaran mesin 5500 rpm dan pada saat lambda 1,00. Jika dibandingkan dengan hasil kadar gas buang bahan bakar pertalite penurunan tertinggi sebesar 29,51% dengan rata rata penurunan tertinggi sebesar 19,19% 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

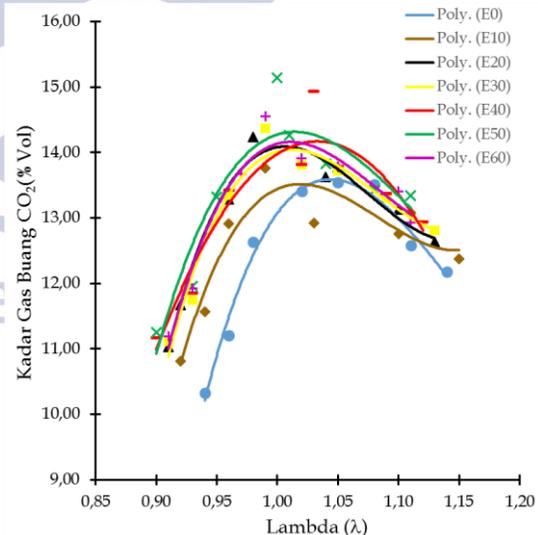
terjadi lambatnya rambatan api yang menyebabkan bahan bakar tidak terbakar semua. Pada saat lambda ideal kadar gas buang HC menjadi rendah, hal ini terjadi pada saat lambda ideal campuran bahan bakar udara stoikiometri sehingga bahan bakar dapat habis terbakar. Pada saat lambda rendah kadar gas buang hidrokarbon menjadi sangat tinggi, hal ini disebabkan campuran bahan bakar menjauhi stokiometri ($\lambda < 1$) dan menjadi lebih gemuk sehingga tidak memiliki cukup oksigen untuk membakar bahan bakar hingga habis dan ikut keluar dengan gas buang lain.

Pada rpm 5500-8500 gas buang HC kembali meningkat sangat banyak, hal ini terjadi karena campuran bahan bakar dan udara yang menjadi kaya sehingga bahan bakar tidak memiliki cukup oksigen untuk terbakar habis. Selain itu *overlapping* katup yang besar pada putaran tinggi 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 4. Hasil Uji Kadar Gas Buang CO₂

| E0 | | E10 | | E20 | | E30 | | E40 | | E50 | | E60 | |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|
| λ | CO ₂ |
| 1,14 | 12,18 | 1,15 | 12,37 | 1,13 | 12,63 | 1,13 | 12,81 | 1,12 | 12,94 | 1,11 | 13,34 | 1,11 | 12,93 |
| 1,11 | 12,58 | 1,11 | 13,08 | 1,10 | 13,13 | 1,09 | 13,31 | 1,09 | 13,37 | 1,08 | 13,42 | 1,10 | 13,40 |
| 1,08 | 13,51 | 1,10 | 12,76 | 1,04 | 13,63 | 1,05 | 13,72 | 1,05 | 13,79 | 1,04 | 13,83 | 1,05 | 13,78 |
| 1,05 | 13,54 | 1,03 | 12,92 | 1,05 | 13,78 | 1,02 | 13,81 | 1,02 | 13,82 | 1,01 | 14,26 | 1,02 | 13,91 |
| 1,02 | 13,41 | 0,99 | 13,76 | 0,98 | 14,24 | 0,99 | 14,37 | 1,03 | 14,93 | 1,00 | 15,14 | 0,99 | 14,55 |
| 0,98 | 12,63 | 0,96 | 12,91 | 0,96 | 13,28 | 0,96 | 13,35 | 0,96 | 13,42 | 0,95 | 13,32 | 0,97 | 13,67 |
| 0,96 | 11,21 | 0,94 | 11,57 | 0,92 | 11,67 | 0,93 | 11,74 | 0,93 | 11,85 | 0,93 | 11,96 | 0,93 | 11,92 |
| 0,94 | 10,33 | 0,92 | 10,81 | 0,91 | 11,03 | 0,91 | 11,11 | 0,90 | 11,17 | 0,90 | 11,25 | 0,91 | 11,19 |



Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Gas Buang CO₂ terhadap Lambda

Pada gambar menunjukkan hasil kadar gas buang karbon dioksida (CO₂) yang tertinggi sebanyak 15,14% vol pada pemakaian bahan bakar E50 pada

putaran mesin 5500 rpm dan pada saat lambda 1,00. Jika dibandingkan dengan hasil kadar gas buang bahan bakar pertalite kenaikan tertinggi sebesar 12,90% dengan rata-rata kenaikan tertinggi sebesar 7,23% 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 lambda (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 bahan bakar kekurangan oksigen untuk terbakar habis sehingga sisa bahan bakar yang tidak terbakar ikut keluar pada saat katup buang mulai membuka

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis dan pembahasan dari pembakaran bahan bakar pertalite (E0) dan campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol beras ketan putih (E10, E20, E30, E40, E50, dan E60) terhadap kadar emisi gas buang sepeda motor Yamaha NMax 2019 155cc dapat diambil simpulan sebagai berikut:

- Hasil Uji kadar gas buang CO dan HC memakai campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol beras ketan putih (E10, E20, E30, E40, E50, dan E60) didapatkan penurunan jika dibandingkan dengan bahan bakar pertalite murni, sedangkan kadar gas buang CO₂ dan O₂ menggunakan bahan bakar campuran pertalite dengan bioetanol beras ketan putih (E10, E20, E30, E40, E50, dan E60) didapatkan kenaikan jika dibandingkan dengan bahan bakar pertalite murni.
- Campuran terbaik hasil uji kadar gas buang CO, HC dan CO₂ adalah campuran E50 dengan hasil uji kadar gas buang CO didapatkan penurunan terbanyak sebesar 31,25% dengan rata-rata penurunan sebesar 20,42%, Hasil uji kadar gas buang HC didapatkan penurunan terbanyak sebesar 29,51% dengan rata-rata penurunan sebesar 19,19%, dan hasil uji kadar gas buang CO₂ didapatkan kenaikan terbesar sebanyak

12,90% dengan rata-rata kenaikan sebesar 7,23%. Sedangkan pada hasil uji kadar gas buang O₂ campuran terbaik adalah E10 dengan kenaikan terendah sebesar 1,15% dengan rata-rata kenaikan terendah sebesar 6,37%

Saran

Pengujian dan analisis data yang telah dilakukan, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

- Penggunaan konsentrasi bioetanol yang digunakan pada campuran hendaknya disesuaikan dengan kondisi mesin.
- Hendaknya mesin kendaraan dilakukan tuneup terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian
- Sebaiknya menggunakan mesin kendaraan yang baru dengan rasio kompresi yang lebih tinggi agar bahan bakar E60 mendapatkan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakhor, M. K., & Muhaji. (2022). Proses Pembuatan Dan Uji Karakteristik Bioetanol Dari Bonggol Pohon Pisang Raja (Musa Paradisiaca). *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1), 99-108.
- Delvi, H. A., Faheem, M., Khan, S. A., M, K. K., & Kareemullah, M. (2019). Effect of Ethanol-Gasoline Blends on Performance, Combustion and Emission Characteristics of Spark Ignition Engine. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 62(2), 209-220.
- Kurnia, R. D., & Muhaji. (2022). Analisis Emisi Gas Buang Sepeda Motor Dengan Bahan Bakar Campuran Bioetanol Umbi Batang Pisang Raja (Musa Paradisiaca) Dan Pertalite. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(2), 105-112.
- Kurniawan, E. (2014). Uji Kinerja Mesin 4 Langkah Berbahan Bakar Bioethanol Dari Limbah Pabrik Wafer Mix Snack Wringin Anom Gresik Sebagai Campuran Premium. *Jurnal teknik Mesin*, 2(2), 110-117.
- Mara, I., Sayoga, I., Yudhyadi, I., & Nuarsa, I. (2018). Analisis emisi gas buang dan daya sepeda motor pada volume. *Dinamika Teknik Mesin*, 8(1), 8-13.
- Prasetyo, D. B., & Patriayudha, F. (2009). Pemakaian Gasohol Sebagai Bahan Bakar Pada Kendaraan Bermotor. Tugas akhir tidak diterbitkan. Semarang: Universitas Diponegoro.