

PENGARUH PENAMBAHAN BIO ADITIF MINYAK KAYU MANIS PADA BAHAN BAKAR OKTAN 90 DAN 92 TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG KENDARAAN SEPEDA MOTOR

Sandi Rizapatama Al' Ayyubi¹, Sumarli², M. Ihwanudin³

¹⁻³Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang
¹sandiriza1408@yahoo.com, ²sumarli.ft@um.ac.id, ³m.ihwanudin.ft@um.ac.id

Abstrak

Bio aditif merupakan bahan bakar yang berasal dari tumbuhan yang dicampurkan pada bbm yang tujuannya untuk meningkatkan kinerja pembakaran di ruang bakar mesin. Minyak kayu manis memiliki kandungan senyawa eugenol yang berperan memperkaya kandungan oksigen dalam bahan bakar. Adapun permasalahan yang diamati dalam penelitian ini adalah mengenai penambahan minyak kayu manis pada bbm oktan 90 dan 92 terhadap pemakaian bbm dan emisi kendaraan dimana emisi yang dihasilkan kendaraan bermotor mengandung zat berbahaya dan kendaraan bermotor merupakan penyebab utama pencemaran udara. Penelitian ini menggunakan jenis eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bio-aditif minyak kayu manis pada bahan bakar oktan 90 dan 92 terhadap pemakaian bbm dan emisi kendaraan bermotor, dengan pencampuran bio-aditif minyak kayu manis sebesar 6%. Berdasarkan hasil analisis data pada penelitian, ada pengaruh yang signifikan pada pencampuran bio-aditif minyak kayu manis pada bbm oktan 90 dan 92 terhadap pemakaian bbm dan ada pengaruh yang signifikan pada penambahan bio-aditif minyak kayu manis pada bbm oktan 90 dan 92 terhadap emis kendaraan bermotor.

Kata kunci: *Bio aditif*, minyak kayu manis, oktan 90 dan 92, pemakaian bahan bakar, emisi gas buang.

Abstract

Bio additives are fuels derived from plants which are mixed in fuel whose aim is to improve combustion performance in the engine combustion chamber. Cinnamon oil contains eugenol compounds which play a role in enriching the oxygen content in fuel. The problems observed in this study were regarding the addition of cinnamon oil to 90 and 92 octane fuel on fuel consumption and vehicle emissions where the emissions produced by motorized vehicles contain hazardous substances and motorized vehicles are the main cause of air pollution. This study uses a type of experiment. This study aims to determine the effect of cinnamon oil bio-additive on 90 and 92 octane fuel on fuel consumption and motor vehicle emissions, by mixing cinnamon oil bio-additive by 6%. Based on the results of data analysis in the study, there was a significant effect on mixing cinnamon oil bio-additives at 90 and 92 octane fuel on fuel consumption and there was a significant effect on the addition of cinnamon oil bio-additives at 90 and 92 octane fuel on vehicle emissions motorized.

Keywords: Bio additives, Cinnamon Oil, Octane 90 and 92, Fuel Consumption, Exhaust Emissions.

Kendaraan roda dua di Indonesia berkembang pesat dan masyarakat di Indonesia banyak yang menggunakan kendaraan roda dua karena perawatan yang sederhana dan mudah (Saputra et al., 2017: 2). Tetapi, kendaraan roda dua memiliki pengaruh buruk terhadap kualitas udara. Menurut Muntaha (2015: 2) sepeda motor yang menghasilkan emisi mengandung zat berbahaya seperti CO, HC, Nox, Sox. Angka oktan bahan bakar harus memenuhi persyaratan mesin, dan rasio kompresi yang tinggi pada mesin kendaraan bermotor

memerlukan angka oktan yang tinggi, sehingga tidak terjadi anti knock.

Berdasarkan atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006 mengenai ambang batas emisi untuk kendaraan roda dua, khusus tahun produksi kurang dari 2010 pada kendaraan bermotor 2 tak parameter CO adalah 4,5% dan HC adalah 1200 ppm, serta tahun produksi kurang dari tahun 2010 pada kendaraan bermotor 4 tak menghasilkan parameter CO 5,5% serta HC 2400 ppm sedangkan tahun produksi lebih dari tahun 2010 pada kendaraan bermotor 2 atau 4 tak

menghasilkan parameter CO 4,5% dan HC 2000 ppm. Emisi kendaraan bermotor dapat mempengaruhi berbagai tempat di berbagai daerah, sehingga emisi kendaraan tidak boleh melebihi batas yang ditetapkan pemerintah.

Dalam hal transportasi sumber energi ini perlu terbarukan untuk menjamin keberlanjutan kehidupan makhluk hidup terutama manusia. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, perlu dilakukan upaya, diantaranya mencari bahan bakar yang ramah lingkungan dan bahan bakar yang terbarukan, agar tidak bergantung pada bahan bakar fosil. memiliki potensi untuk berkembang dan bermanfaat bagi masyarakat Indonesia di pasar internasional.

Salah satu sumber energi yang dikonsumsi oleh kendaraan bermotor yaitu bensin. Pada dasarnya bensin adalah senyawa hidrokarbon jenuh, dan senyawa isooctane (C_8H_{16}) dengan normal-heptana (C_7H_{16}). Menurut Raharjo dan Karnowo (2008: 43) senyawa molekul yang ada di dalam bensin termasuk dalam kelompok senyawa hidrokarbon alkana. Oktan 90 dan oktan 92 merupakan bahan bakar yang lebih baik dari pendahulunya. Berdasarkan Keputusan Dirjen Perminyakan No. 313 Tahun 2013, Kementerian ESDM. Termasuk Pertalit sebagai bahan bakar jenis baru yang diperkenalkan Pertamina untuk menetapkan standar kualitas bahan bakar minyak beroktan 90 (Saputra et al, 2017: 3).

Bahan bakar yang dicampurkan pada bahan bakar minyak yaitu zat aditif, tujuannya untuk meningkatkan pembakaran di dalam mesin, maka daya yang didapat akan lebih besar. Aditif yang baik harus bisa mengurangi emisi suatu kendaraan, bisa membersihkan pada mesin kendaraan bermotor dari deposit karbon, dan mampu mengurangi efisiensi bahan bakar.

Banyak penelitian telah dilakukan untuk mereformasi bahan bakar bio-aditif ini. Terobosan demi terobosan yang menjadi pilihan yang lebih realistis dalam hal aditif bahan bakar adalah bioaditif yang berasal dari tumbuhan. Di Indonesia terdapat berbagai jenis minyak esensial, seperti Minyak kayu manis, Nilam, Adas, Akar Wangi, Sereh Wangi, Kenanga, Kayu Putih, Sereh Dapur, Cengkeh,

Cendana, Kemukus dan Minyak Lada (Kadarohman, 2009: 122).

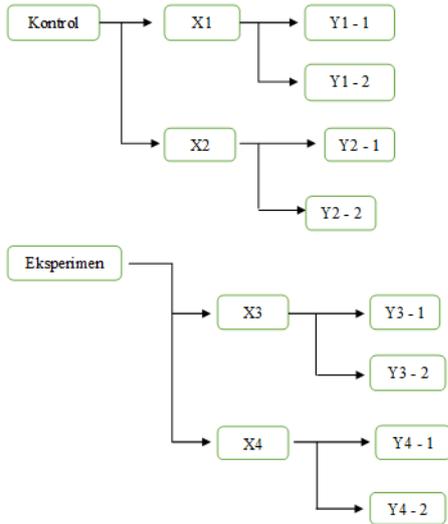
Struktur kimia minyak atsiri mengandung komponen oksigen sehingga dapat memperbaiki sistem pembakaran dalam mesin kendaraan. Minyak atsiri diperoleh dengan cara menyuling bagian tanaman tertentu. Minyak Kayu Manis (Cinamon Oil) merupakan contoh dari minyak atsiri ini.

Hasil pengujian melalui cara memasukkan bio-aditif ke bahan bakar kendaraan bermotor, menunjukkan bahwa daya yang didapat berkurang pada 1900 rpm sekitar 4,87%, sedangkan daya poros pada 2100 rpm yang dihasilkan tetap sama. Menurut perhitungan SFC, campuran bio aditif pada bahan bakar kendaraan bermotor dapat menghemat bahan bakar sehingga menghasilkan penurunan nilai sebesar 4,84% dan peningkatan efisiensi termal sekitar 6,56%. Menurut Silaban (2012: 15) campuran bio aditif pada bahan bakar kendaraan bermotor dapat mengurangi kadar emisi terutama HC dan CO.

Atas dasar tersebut, implementasi proyek penelitian tentang "Efek penambahan bio-aditif minyak kayu manis dalam bahan bakar dengan indeks oktan 90 dan 92 terhadap pemakaian bbm dan emisi kendaraan bermotor".

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan oleh peneliti berbentuk eksperimen, perlakuan yang dipakai oleh peneliti berupa pemakaian bahan bakar oktan 90 murni, oktan 90 ditambah minyak kayu manis 6%, dan oktan 92 murni, oktan 92 ditambah minyak kayu manis 6% menunjukkan perubahan saat mengukur konsumsi bahan bakar dengan buret dan stopwatch, dan nilai gas buang dengan gas analyzer. Dan yang terakhir adalah reflecting atau refleksi. Secara garis besar rancangan penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

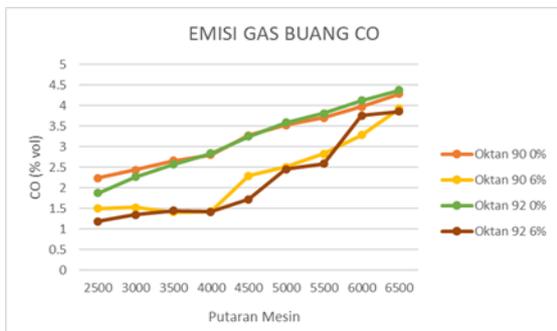
Objek utama dalam penelitian ini adalah minyak kayu manis, bahan bakar oktan 90 dan 92. Analisis data pada penelitian ini meliputi uji persyarat dan uji hipotesis. Uji persyarat terdiri dari uji normalitas dan uji homogenitas. Uji hipotesis dengan metode statistik uji F dengan *One Way ANOVA (Analysis of Variance)* dengan bantuan software SPSS 25 for windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut.

Data Emisi Gas Buang CO

Berikut adalah data kadar CO dalam keadaan tanpa penambahan bio-aditif minyak kayu manis dan dengan menambah minyak kayu manis pada oktan 90 dan 92.

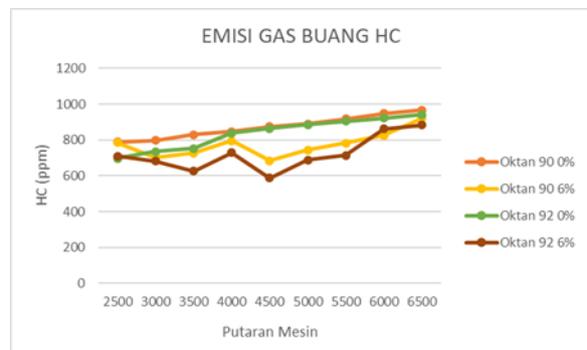


Gambar 2. Grafik Perbandingan Kadar CO Tanpa Penambahan Minyak Kayu Manis dan Menggunakan Minyak Kayu Manis dengan Oktan 90 dan 92

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui pada setiap kategori putaran yaitu putaran 2500 rpm untuk kadar CO Oktan 90 campuran 0% dengan angka 2,24%, campuran 6% dengan angka 1,5%. Naik ke putaran 4500 rpm didapat hasil pada campuran 0% dengan angka 3,28%, campuran 6% dengan angka 2,30%, sedangkan di putaran 6500 rpm didapat hasil pada campuran 0% dengan angka 4,29%, campuran 6% dengan angka 3,93%. Untuk kadar CO Oktan 92 pada putaran 2500 campuran 0% dengan angka 1,88%, campuran 6% dengan angka 1,19%. Naik ke putaran 4500 rpm didapat hasil pada campuran 0% dengan angka 3,25%, campuran 6% dengan angka 2,73%, sedangkan di putaran 6500 rpm didapat hasil pada campuran 0% dengan angka 4,38%, campuran 6% dengan angka 3,86%

Data Emisi Gas Buang HC

Berikut adalah data kadar HC dalam keadaan tanpa penambahan bio-aditif minyak kayu manis dan dengan menambah minyak kayu manis pada oktan 90 dan 92.



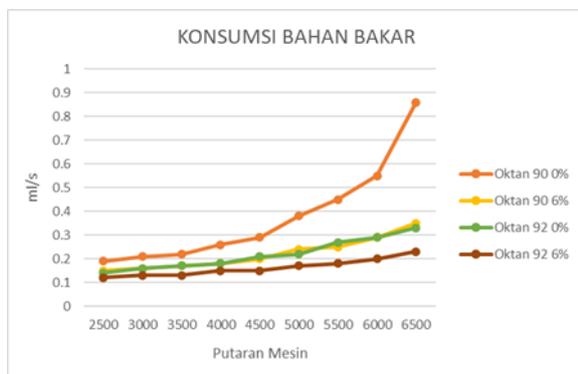
Gambar 3. Grafik Perbandingan Kadar HC Tanpa Penambahan Minyak Kayu Manis dan Menggunakan Minyak Kayu Manis dengan Oktan 90 dan 92

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui pada setiap kategori putaran yaitu putaran 2500 rpm untuk kadar HC Oktan 90 campuran 0% dengan angka 788 ppm, campuran 6% dengan angka 785 ppm. Naik ke putaran 4500 rpm didapat hasil pada campuran 0% dengan angka 874 ppm, campuran 6% dengan angka 685 ppm, sedangkan di putaran 6500 rpm didapat hasil pada campuran 0% dengan angka 966 ppm, campuran 6% dengan angka 922 ppm. Untuk kadar HC Oktan 92 pada putaran 2500 campuran 0% dengan angka

697 ppm, campuran 6% dengan angka 709 ppm. Naik ke putaran 4500 rpm didapat hasil pada campuran 0% dengan angka 863 ppm, campuran 6% dengan angka 588 ppm, sedangkan di putaran 6500 rpm didapat hasil pada campuran 0% dengan angka 942 ppm, campuran 6% dengan angka 884 ppm.

Data Konsumsi Bahan Bakar

Berikut adalah data pemakaian bahan bakar dalam keadaan perlakuan tanpa penambahan bio-aditif minyak kayu manis dan dengan menambah minyak kayu manis pada oktan 90 dan 92.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Oktan 90 dan 92 Tanpa Penambahan Minyak Kayu Manis dan Menggunakan Minyak Kayu Manis

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui pada setiap kategori putaran yaitu putaran 2500 rpm untuk efisiensi bahan bakar oktan 90 campuran 0% dengan angka 0,19 ml/s, campuran 6% dengan angka 0,15 ml/s. Naik ke putaran 4500 rpm didapat hasil pada campuran 0% dengan angka 0,29 ml/s, campuran 6% dengan angka 0,20 ml/s, sedangkan di putaran 6500 rpm didapat hasil pada campuran 0% dengan angka 0,86 ml/s, campuran 6% dengan angka 0,35 ml/s. Untuk efisiensi bahan bakar oktan 92 pada putaran 2500 campuran 0% dengan angka 0,14 ml/s, campuran 6% dengan angka 0,12 ml/s. Naik ke putaran 4500 rpm didapat hasil pada campuran 0% dengan angka 0,21 ml/s, campuran 6% dengan angka 0,15 ml/s, sedangkan di putaran 6500 rpm didapat hasil pada campuran 0% dengan angka 0,33 ml/s, campuran 6% dengan angka 0,23 ml/s.

Uji Normalitas

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas Data Kadar CO Pada Penambahan Bio-aditif Minyak Kayu Manis

| | | Tests of Normality | | | | | |
|-------|-------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | OKTAN 90 | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| HASIL | OKTAN 90 0% | .158 | 9 | .200* | .956 | 9 | .759 |
| | OKTAN 90 6% | .245 | 9 | .128 | .885 | 9 | .178 |
| | OKTAN 92 0% | .123 | 9 | .200* | .967 | 9 | .867 |
| | OKTAN 92 6% | .231 | 9 | .180 | .841 | 9 | .060 |

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Suatu populasi dikatakan normal pada saat distribusi jika nilai probabilitas skor tes lebih tinggi dari nilai probabilitas yang ditentukan (0,05). Berdasarkan hasil pengujian nilai Significance yaitu sesuai kadar CO pada tabel 4.3 diatas semua campuran menunjukkan nilai > (0,05), maka H0 diterima. Jadi kesimpulannya adalah data berdistribusi normal.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Data Kadar HC Pada Penambahan Bio-aditif Minyak Kayu Manis

| | | Tests of Normality | | | | | |
|-------|-------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | OKTAN | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| HASIL | OKTAN 90 0% | .109 | 9 | .200* | .957 | 9 | .766 |
| | OKTAN 90 6% | .159 | 9 | .200* | .937 | 9 | .550 |
| | OKTAN 92 0% | .172 | 9 | .200* | .912 | 9 | .327 |
| | OKTAN 92 6% | .243 | 9 | .134 | .908 | 9 | .303 |

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Suatu populasi dikatakan normal pada saat distribusi jika nilai probabilitas skor tes lebih tinggi dari nilai probabilitas yang ditentukan (0,05). Berdasarkan hasil pengujian nilai Significance yaitu sesuai kadar CO pada tabel 4.4 diatas semua campuran menunjukkan nilai > (0,05), maka H0 diterima. Jadi kesimpulannya adalah data berdistribusi normal.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Data Konsumsi Bahan Bakar Pada Penambahan Bio-aditif Minyak Kayu Manis

| | | Tests of Normality | | | | | |
|-------|-----------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | OKTAN 90 DAN 92 | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| HASIL | OKTAN 90 0% | .214 | 9 | .200* | .836 | 9 | .052 |
| | OKTAN 90 6% | .179 | 9 | .200* | .912 | 9 | .332 |
| | OKTAN 92 0% | .170 | 9 | .200* | .937 | 9 | .546 |
| | OKTAN 92 6% | .187 | 9 | .200* | .893 | 9 | .515 |

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Suatu populasi dikatakan normal pada saat distribusi jika nilai probabilitas skor tes lebih tinggi dari nilai probabilitas yang ditentukan (0,05). Berdasarkan hasil pengujian nilai Significance yaitu sesuai data konsumsi bahan bakar pada tabel 4.5 diatas semua campuran menunjukkan nilai < (0,05), maka H0 ditolak. Jadi kesimpulannya adalah data tidak terdistribusi dengan normal, maka yang perlu dilakukan adalah melakukan uji non parametrik berupa uji Kruskal Wallis seperti pada tabel 5.2.

Uji Homogenitas

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas Data CO Pada Penambahan Bio-aditif Minyak Kayu Manis

Test of Homogeneity of Variances

| | | Levene | | | |
|-------|--------------------------------------|-----------|-----|--------|------|
| | | Statistic | df1 | df2 | Sig. |
| HASIL | Based on Mean | .550 | 3 | 32 | .651 |
| | Based on Median | .257 | 3 | 32 | .856 |
| | Based on Median and with adjusted df | .257 | 3 | 22.407 | .855 |
| | Based on trimmed mean | .530 | 3 | 32 | .665 |

Suatu populasi dikatakan normal pada saat distribusi jika nilai probabilitas skor tes lebih tinggi dari nilai probabilitas yang ditentukan (0,05). Berdasarkan hasil pengujian nilai sig 0,643 > 0,05. Dari sini dapat disimpulkan H0 diterima, berarti data tersebut berasal dari varian yang sama.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas Data HC Pada Penambahan Bio-aditif Minyak Kayu Manis

Test of Homogeneity of Variances

| | | Levene | | | |
|-------|--------------------------------------|-----------|-----|--------|------|
| | | Statistic | df1 | df2 | Sig. |
| HASIL | Based on Mean | .499 | 3 | 32 | .686 |
| | Based on Median | .316 | 3 | 32 | .814 |
| | Based on Median and with adjusted df | .316 | 3 | 26.191 | .814 |
| | Based on trimmed mean | .455 | 3 | 32 | .716 |

Suatu populasi dikatakan normal pada saat distribusi jika nilai probabilitas skor tes lebih tinggi dari nilai probabilitas yang ditentukan (0,05). Berdasarkan hasil pengujian nilai sig. 0,686 > 0,05. Dari sini dapat disimpulkan H0 diterima, berarti data tersebut berasal dari varian yang sama.

Uji Hipotesis

Tabel 6. Uji Hipotesis Data CO Pada Penggunaan Bio-aditif Minyak Kayu Manis

ANOVA

| HASIL | | | | | |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 8.181 | 3 | 2.727 | 3.449 | .028 |
| Within Groups | 25.302 | 32 | .791 | | |
| Total | 33.483 | 35 | | | |

Berdasarkan nilai hitung yang diperoleh nilai Sig. diatas sebesar 0,042 < 0,05, maka H0 di tolak, sehingga kesimpulannya adalah ada pengaruh CO signifikan pada bahan bakar yang dicampur bio-aditif minyak kayu manis ber oktan 90 dan oktan 92.

Tabel 7. Uji Hipotesis Data HC Pada Penggunaan Bio-aditif Minyak Kayu Manis

ANOVA

| HASIL | | | | | |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 123537.778 | 3 | 41179.259 | 6.230 | .002 |
| Within Groups | 211524.222 | 32 | 6610.132 | | |
| Total | 335062.000 | 35 | | | |

Berdasarkan nilai hitung yang diperoleh nilai Sig. diatas sebesar 0,002 < 0,05, maka H0 di tolak, sehingga kesimpulannya adalah ada pengaruh HC signifikan pada bahan bakar yang dicampur bio-aditif minyak kayu manis ber oktan 90 dan oktan 92.

Uji Kruskal Wallis Pemakaian BBM

Tabel 8. Deskripsi Rerata Pemakaian BBM Tanpa Penambahan Minyak Kayu Manis dan Menggunakan Minyak Kayu Manis dengan Uji Kruskal Wallis Pada Oktan 90 dan 92

Test Statistics^{a,b}

OKTAN 90 DAN 92

| | |
|------------------|--------|
| Kruskal-Wallis H | 13.914 |
| df | 3 |
| Asymp. Sig. | .003 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: PERLAKUAN

Dari tabel 8 didapatkan Nilai Asymp Sig. (2-tailed) sebesar 0,003, nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 maka bisa disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar.

Post Hoc

Tabel 9. Post Hoc Test Emisi Gas Buang CO
Multiple Comparisons

Dependent Variable:
LSD

| (I) OKTAN 90 DAN 92 | | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|---------------------|-------------|-----------------------|------------|-------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| OKTAN 90 0% | OKTAN 90 0% | .91111 [*] | 0.41917 | 0.037 | 0.0573 | 1.7649 |
| | OKTAN 92 0% | 0.02333 | 0.41917 | 0.956 | -0.8305 | 0.8772 |
| OKTAN 90 6% | OKTAN 92 6% | 1.01333 [*] | 0.41917 | 0.022 | 0.1595 | 1.8672 |
| | OKTAN 90 0% | -.91111 [*] | 0.41917 | 0.037 | -1.7649 | -0.0573 |
| | OKTAN 92 0% | -.88778 [*] | 0.41917 | 0.042 | -1.7416 | -0.0340 |
| OKTAN 92 0% | OKTAN 90 0% | 0.10222 | 0.41917 | 0.809 | -0.7516 | 0.9560 |
| | OKTAN 90 6% | -0.02333 | 0.41917 | 0.956 | -0.8772 | 0.8305 |
| | OKTAN 92 6% | .88778 [*] | 0.41917 | 0.042 | 0.0340 | 1.7416 |
| OKTAN 90 6% | OKTAN 92 6% | .99000 [*] | 0.41917 | 0.024 | 0.1362 | 1.8438 |
| | OKTAN 90 0% | -1.01333 [*] | 0.41917 | 0.022 | -1.8672 | -0.1595 |
| | OKTAN 92 0% | -0.10222 | 0.41917 | 0.809 | -0.9560 | 0.7516 |
| OKTAN 92 6% | OKTAN 90 6% | -.99000 [*] | 0.41917 | 0.024 | -1.8438 | -0.1362 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hasil penggunaan Post Hoc Test pada tabel 9 hipotesis dan juga kriteria yang digunakan juga masih sama, sehingga pembacaan dari tabel 9 adalah sebagai berikut

Perbandingan CO dari data emisi oktan 90 murni dan oktan 90 dicampur dengan bioaditif minyak kayu manis 6%, nilai signifikansi 0,037, maka H₀ ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bioaditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan CO dari data emisi oktan 90 murni dan oktan 92 murni, memiliki nilai signifikansi 0,950, maka H₀ diterima. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis tidak berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan CO dari data emisi oktan 90 murni dan oktan 92 dicampur dengan bioaditif minyak kayu manis 6%, nilai signifikansi 0,037, maka H₀ ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan CO dari data emisi oktan 90 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis dengan oktan 90 murni, nilai signifikansi 0,037, maka H₀ ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan CO dari data emisi oktan 90 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis dengan oktan 92 murni, nilai signifikansi 0,042, maka H₀ ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan CO dari data emisi oktan 90 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis dengan oktan 92 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis, nilai signifikansi 0,996, maka H₀ diterima. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis tidak berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan CO dari data emisi oktan 92 murni dengan oktan 90 murni, nilai signifikansi 0,950, maka H₀ diterima. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis tidak berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan CO dari data emisi oktan 92 murni dengan oktan 90 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis, nilai signifikansi 0,046, maka H₀ ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan CO dari data emisi oktan 92 murni dengan oktan 92 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis, nilai signifikansi 0,043, maka H₀ ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan CO dari data emisi oktan 92 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis dengan oktan 90 murni, nilai signifikansi 0,037, maka H₀ ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan CO dari data emisi oktan 92 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis dengan oktan 90 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis, nilai signifikansi 0,996, maka H₀ diterima. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis tidak berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan CO dari data emisi oktan 92 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis dengan oktan 92 murni, nilai signifikansi 0,043, maka H0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Tabel 10. Post Hoc Test Emisi Gas Buang HC
Multiple Comparisons

Dependent Variable:
LSD

| (I) OKTAN 90 DAN 92 | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|---------------------|-----------------------|------------|-------|-------------------------|-------------|
| | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| OKTAN 90 0% | 98.667 [*] | 38.326 | 0.015 | 20.60 | 176.74 |
| OKTAN 92 0% | 35.111 | 38.326 | 0.366 | -42.98 | 113.18 |
| OKTAN 92 6% | 152.444 [*] | 38.326 | 0.000 | 74.38 | 230.51 |
| OKTAN 90 0% | -98.667 [*] | 38.326 | 0.015 | -176.74 | -20.60 |
| OKTAN 92 0% | -63.556 | 38.326 | 0.107 | -141.62 | 14.51 |
| OKTAN 92 6% | 53.778 | 38.326 | 0.170 | -24.29 | 131.85 |
| OKTAN 90 0% | -35.111 | 38.326 | 0.366 | -113.18 | 42.96 |
| OKTAN 90 6% | 63.556 | 38.326 | 0.107 | -14.51 | 141.62 |
| OKTAN 92 0% | 117.333 [*] | 38.326 | 0.004 | 39.28 | 195.40 |
| OKTAN 92 6% | -152.444 [*] | 38.326 | 0.000 | -230.51 | -74.38 |
| OKTAN 90 0% | -53.778 | 38.326 | 0.170 | -131.85 | 24.29 |
| OKTAN 92 0% | -117.333 [*] | 38.326 | 0.004 | -195.40 | -39.28 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hasil penggunaan Post Hoc Test pada tabel 10. hipotesis dan juga kriteria yang digunakan juga masih sama, sehingga pembacaan dari tabel 10. adalah sebagai berikut

Perbandingan HC dari data emisi oktan 90 murni dengan oktan 90 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis, nilai signifikansi 0,015, maka H0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan HC dari data emisi oktan 90 murni dengan oktan 92 murni, nilai signifikansi 0,366, maka H0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis tidak berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan HC dari data emisi oktan 90 murni dengan oktan 92 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis, nilai signifikansi 0,000, maka H0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan HC dari data oktan 90 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis dengan oktan 90 murni, nilai signifikansi sig.

0,037, maka H0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan HC dari data emisi oktan 90 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis dengan oktan 92 murni, nilai signifikansi sig. 0,107, maka H0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis tidak berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan HC dari data emisi oktan 90 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis dengan oktan 92 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis, nilai signifikansi 0,170, maka H0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis tidak berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan HC dari data emisi oktan 92 murni dengan oktan 90 murni memiliki nilai signifikansi 0,366, maka H0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis tidak berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan HC dari data emisi oktan 92 murni dengan oktan 90 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis, nilai signifikansi 0,107, maka H0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis tidak berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan HC dari data emisi oktan 92 murni dengan oktan 92 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis, nilai signifikansi 0,004, maka H0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan HC dari data emisi oktan 92 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis dengan oktan 90 murni, nilai signifikansi 0,000, maka H0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan HC dari data emisi oktan 92 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis dengan oktan 90 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis, nilai signifikansi 0,170, maka H0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa

penambahan bio-aditif minyak kayu manis tidak berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Perbandingan HC dari data emisi oktan 92 campuran 6% bio-aditif minyak kayu manis dengan oktan 92 murni, nilai signifikansi 0,004, maka H_0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa penambahan bio-aditif minyak kayu manis berpengaruh terhadap emisi kendaraan sepeda motor.

Pembahasan

Berdasarkan grafik hasil penelitian pada gambar 4, terjadi kenaikan konsumsi bahan bakar mulai dari putaran mesin 2500 rpm hingga 6500 rpm pada mesin yang menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis maupun yang tidak menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Agustin (2016) pemakaian BBM meningkat secara proporsional dengan peningkatan kecepatan engine. Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya putaran mesin maka campuran bahan bakar dengan udara yang masuk ke ruang bakar bertambah.

Berdasarkan gambar 4 di atas, menunjukkan nilai konsumsi bahan bakar pada mesin yang menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis dan yang tidak menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis. Hasil pengujian pemakaian BBM berupa waktu yang dibutuhkan untuk mengkonsumsi BBM sebanyak 20 ml menggunakan selang bensin. Pengujian dilaksanakan saat putaran mesin dimulai dari 2500 rpm hingga 6500 rpm dengan rata-rata pengujian setiap 500 rpm. Konsumsi bahan bakar pada suatu kendaraan dapat berubah. Salah satu faktor penyebabnya yaitu dengan penambahan minyak kayu manis. Pada bahan bakar oktan 90 dan 92 yang tidak menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis dapat mengkonsumsi bahan bakar sebanyak 0,86 ml/s dan 0,33 ml/s pada putaran mesin 6500 rpm, sedangkan pada bahan bakar oktan 90 dan oktan 92 yang menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis dapat mengkonsumsi bahan bakar sebanyak 0,35 ml/s dan 0,23 ml/s pada putaran mesin 6500 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar yang dihasilkan oleh mesin dengan

bahan bakar oktan 90 dan oktan 92 murni lebih tinggi daripada konsumsi bahan bakar yang dihasilkan dengan penambahan bio aditif minyak kayu manis 6%. Dengan penambahan bio aditif minyak kayu manis ke dalam bahan bakar oktan 90 dan 92, ikatan hidrogen dan molekul BBM dapat dipecah menjadi bagian yang lebih kecil yang disebut atom. Dalam hal ini, keseimbangan yang lebih baik antara massa dan kandungan bahan bakar dapat dicapai untuk mencapai pembakaran yang lebih baik dan mencegah kerak pada dinding ruang bakar. Kandungan oksigen pada bioaditif minyak kayu manis dapat meningkatkan hasil pembakaran mesin. Ini karena bahan bakar mengikat lebih banyak oksigen untuk meningkatkan konsumsi bahan bakar (Kristanto, 2002).

Menurut Charis (2016) Sempurnanya proses pembakaran dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya campuran bahan bakar dengan udara, kerapatan untuk merambatkan nyala api serta jumlah udara pembakaran yang dibutuhkan. Saat waktu memasukkan udara terlalu singkat pada saat putaran tinggi sering terjadi keterlambatan pemasukan udara. Dengan demikian, pembakaran menjadi tidak sempurna dikarenakan jumlah udara pembakaran lebih sedikit. Sehingga dibutuhkan suplai udara tambahan yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan udara yang masuk dan secara bersamaan akan diikuti dengan adanya peningkatan suhu. Oleh karena itu, jumlah udara yang dibutuhkan mesin dapat terpenuhi, proses pembakaran lebih sempurna, sehingga pemakaian BBM berkurang dan efisiensi bahan bakar mesin meningkat. (Alahmer, 2010).

Berdasarkan gambar 4 menyatakan bahwa, pada mesin sepeda motor Yamaha MIO 113 cc yang menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis pada bahan bakar oktan 90 dan oktan 92 memperoleh hasil konsumsi bahan bakar yang lebih irit dibandingkan dengan yang tidak menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis. Hal ini bisa dilihat dari waktu yang dibutuhkan oleh mesin Yamaha MIO 113 cc dalam mengkonsumsi bahan bakar. Pada mesin yang menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan mesin yang tidak menggunakan campuran bio aditif minyak kayu

manis. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak udara yang disuplai ke ruang bakar, semakin baik pembakarannya.

Berdasarkan penjelasan diatas maka dari itu penambahan bio aditif banyak digunakan untuk menurunkan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor karena fungsi dari bio aditif itu sendiri, seperti penelitian yang dilakukan sebelumnya, hasil penelitian menambahkan 1 ml bio-aditif ke dalam 1 Liter bensin dapat menghemat bahan bakar hingga 30-50% pada kendaraan roda dua (BALLITRO, 2010:4). Karakteristik bio aditif seperti bahan bakar dapat ditambahkan ke bbm untuk solusi hemat bbm.

Hal ini juga sesuai sama penelitian yang dilaksanakan oleh Silaban. dipublikasikan di JTTE Vol. 1 pada 14 Februari 2012 dengan penambahan bio aditif minyak kayu manis ini juga tentang pemakaian bio-aditif pada campuran bbm berkualitas tinggi dengan komponen 0,1% memberikan informasi hingga 1900 rpm serta dapat menghemat pemakaian bbm berdasarkan perhitungan SFC.

Dari data hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar yang dihasilkan oleh oktan 90 dan 92 pada saat menggunakan campuran bio-aditif minyak kayu manis 6% lebih rendah dibandingkan dengan tanpa menggunakan campuran bio-aditif minyak kayu manis 6%.

Berdasarkan gambar 2 dan gambar 3 di atas, menunjukkan hasil emisi gas buang CO dan HC pada mesin yang menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis dan yang tidak menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis. Hasil pengujian emisi gas buang berupa nilai vol % untuk CO dan ppm untuk HC yang diperlukan untuk mengkonsumsi bbm sebanyak 20 ml. Pengetesan dilakukan pada putaran mesin dari 2500 rpm hingga 6500 rpm dengan rentang pengujian setiap 500 rpm. Emisi gas buang pada suatu kendaraan dapat berubah, salah satu faktor penyebabnya adalah penambahan aditif minyak kayu manis organik. Pada bahan bakar oktan 90 dan 92 yang tidak menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis dapat menghasilkan emisi gas buang CO sebanyak 4,29% dan 4,38% dan HC sebanyak 966 ppm dan 942 ppm pada putaran mesin 6500 rpm,

sedangkan pada bahan bakar oktan 90 dan oktan 92 yang menggunakan campuran bio aditif minyak kayu manis 6% dapat menghasilkan emisi gas buang CO sebanyak 3,93% dan 3,86% dan HC sebanyak 922 ppm dan 884 ppm pada putaran mesin 6500 rpm.

Berdasarkan hasil penelitian emisi CO dan HC menandakan ada pengaruh pada gambar 2 dan gambar 3, jika BBM oktan 90 dan 92 ditambah dengan bio-aditif minyak kayu manis sebanyak 6% terhadap emisi gas buang yang dihasilkan sepeda motor Mio 113 cc.

Hal ini dikarenakan minyak kayu manis mengandung senyawa eugenol 17%, dengan eugenol berupa cairan bening tidak berwarna yang perlahan berubah menjadi kuning jika terkena udara (Sastrohamidjojo, 2004: 120). Peranan eugenol adalah untuk memperkaya kandungan oksigen pada bbm, atom oksigen pada bbm mengoksidasi jelaga dan CO menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna. (Kadarohman, 2009: 140). Kandungan oksigen dalam bio-aditif minyak kayu manis juga dapat meningkatkan hasil pembakaran yang dicapai. Hal ini karena bbm mengikat lebih banyak oksigen sehingga menghasilkan tenaga lebih besar, menghemat bbm dan mengurangi emisi (Kristanto, 2002). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa dengan menambahkan minyak kayu manis ke bensin dengan angka oktan 90 dan 92, kualitas bensin akan meningkat. Keadaan tersebut sesuai dengan penelitian Sugianto (2007: 27) dimana unsur dominan bahan bakar adalah C (karbon) dan H (hidrogen) dan pada saat pembakaran akan bereaksi dengan O₂ (oksigen). Pulkrabek (2003) menyimpulkan bahwa salah satu terjadinya gas karbonmonoksida (CO) adalah ketika bahan bakar dan udara tidak bercampur secara homogen.

Pencampuran bio-aditif yang dilaksanakan pada penelitian ini juga mengurangi emisi yaitu penurunan kadar karbon monoksida sebesar 1.610 dan penurunan HC hidrokarbon sebesar 79,2. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pencampuran bio-aditif minyak kayu manis pada bbm dengan nilai oktan 90 dan 92 dapat meningkatkan pembakaran pada mesin

kendaraan sehingga meningkatkan kualitas bahan bakar.

Dari data hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa emisi yang dihasilkan oleh oktan 90 dan 92 pada saat menggunakan campuran bio-aditif minyak kayu manis 6% lebih rendah dibandingkan dengan tanpa menggunakan campuran bio-aditif minyak kayu manis 6%.

PENUTUP

Kesimpulan

Mengenai efek pencampuran bio-aditif minyak kayu manis pada bbm oktan 90 dan 92 terhadap pemakaian bbm dan emisi kendaraan bermotor, dapat disimpulkan sebagai berikut:

Ada efek pencampuran bio-aditif minyak kayu manis 6% pada BBM oktan 90 dan 92 terhadap pemakaian bbm kendaraan bermotor dengan memperoleh hasil pemakaian bbm yang lebih irit dibandingkan dengan yang tidak menggunakan campuran bio-aditif minyak kayu manis.

Ada efek pencampuran bio-aditif minyak kayu manis 6% pada bbm oktan 90 dan 92 terhadap emisi kendaraan bermotor dengan memperoleh hasil pengurangan emisi yang dibandingkan dengan tanpa menggunakan pencampuran bio-aditif minyak kayu manis 6%.

Saran

Selama melakukan penelitian, banyak hal yang mendorong peneliti untuk memberikan beberapa masukan demi keberlanjutan penelitian, khususnya terkait penelitian mengenai penambahan bio-aditif minyak kayu manis pada bahan bakar oktan 90 dan 92, diantaranya.

Bagi masyarakat, hasil penelitian mengenai penambahan bio-aditif minyak kayu manis dapat digunakan campuran bio-aditif minyak kayu manis sebesar 6%, sebagai salah satu solusi untuk menghemat bahan bakar oktan 90 dan oktan 92 dan mengurangi polusi udara yang disebabkan oleh kendaraan bermotor.

Bagi Lembaga Pendidikan, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rujukan mahasiswa yang akan meneliti lebih dalam mengenai penambahan bio-aditif minyak kayu manis pada bahan bakar oktan 90 dan 92

terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan penelitian lanjutan dengan variasi kendaraan dan jenis bahan bakar alternatif lainnya dari penelitian yang telah dilakukan. Guna mendapat pengaruh yang signifikan baik konsumsi bahan bakar, daya, maupun emisi gas buang.

DAFTAR RUJUKAN

- Anonimous. 2004. *Laporan Tahunan Hasil Pengujian Laboratorium Pengujian Balitro*.
- Arends, BPM dan H. Berenschot. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta: PT. Erlangga.
- Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALLITRO). *Atsiri, Prospektif Penghemat BBM Nasional*. (Online), (<http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/?p=5060>). Diakses pada tanggal 18 september 2015.
- Dirjen Migas. 2006. *Keputusan Dirjen Migas No. 3674 K/24/DJM/2006. Tentang Standart dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin yang Dipasarkan di Dalam Negeri*. Jakarta: Kementrian ESDM.
- Dirjen Migas. 2008. *SK Dirjen Migas No. 5312/14/DJM.T/2008*. Jakarta: Kementrian ESDM.
- Guenther, E., 2006. *Minyak Atsiri*. Jilid 1, penerjemah Ketaren S., Penerbit UI Press, Jakarta
- Handayani, S. U. 2006. Pemanfaatan Bio Ethanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin. *Gema Teknologi*, 15(2), 99-102. Dari: https://www.researchgate.net/publication/279687560_Pemanfaatan_Bio_Ethanol_sebagai_Bahan_Bakar_Pengganti_Bensin.
- Kabib, M. 2009. Pengaruh Pemakaian Campuran Premium Dengan Champhor terhadap Performasi dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin Toyota Kijang Seri 4K. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 2(2). Dari: https://eprints.umk.ac.id/97/1/PENGA_RUH_PEMAKAIAN_CAMPURAN_P_REMIUM.pdf.
- Kadarohman, Asep. 2009. Eksplorasi Minyak Atsiri sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 14(2), 121-141. DOI: <https://doi.org/10.18269/jpmipa>.

- v14i2.35876
- Kementrian ESDM, 2013. *Keputusan Direktur Jenderal minyak dan Gas Bumi. No. 933.K/10/DJM.S/2013*. Jakarta: Kementrian ESDM.
- Kementrian Keuangan. 2006. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional*. Jakarta: Kementrian Keuangan.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2006. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup.
- Maleev, V.L. 1945. *Internal Combustion Engine*. Second Edition. New York: McGraw-Hill Book Company. INC.
- Pulkrabek, Willard W. 1997. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. New Jersey: Prentice Hall
- Raharjo, W. D. & Karwono. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang Press.
- Silaban, Mawardi. 2012. Pengaruh Penambahan Bio aditif Pada Premium Terhadap Kinerja Motor Bakar. *Jurnal Ilmiah Teknologi Energi*. Vol. 1. No. 14: 15-26.
- Siswanto, Lagiyono & Siswiyanti. 2012. Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium dengan Variasi Penambahan Zat Adiktif. *Engineering Jurnal Bidang Teknik*, 4(1), 75-84. DOI: <https://doi.org/10.24905/eng.v3i1.117>.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Suprpto. 2004. *Bahan Bakar dan Pelumas*. Semarang: Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.
- Suriansyah. 2010. Pengaruh Kombinasi Bahan Bakar Biopremium dan Oli Samping terhadap Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor 2 Tak Jenis Vespa 81. *PROTON: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Mesin*. 2(2), 28-34. DOI: <https://doi.org/10.31328/jp.v2i2.229>
- Syahrani, A. 2006. Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi. *Jurnal SMARTek*, 4(4), 260-266. Dari: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/SMA>
- RTEK/article/view/446
- Syahrizal. 2017. Pemanfaatan Kayu Manis (Cinnamomum veru) Sebagai Bioinsektisida Alami untuk Mengusir Lalat Rumah (Musca domestica). *Jurnal Kesehatan Ilmiah Nasuwakes*, 10(1), 126-134. Dari: <https://nasuwakes.poltekkesaceh.ac.id/gudang/file/pdf/jurnal-pdf-oHJN0qbwYP9mq5Hq.pdf>
- Wartawan, Anton L. 1997. *Bahan Bakar Bensin Otomotif*. Jakarta: Universitas Tri Sakti
- Widiastuti, I. 2015. *Sukses Agribisnis Minyak Atsiri*. Sleman: Pustaka Baru Press.

