PENGARUH PENAMBAHAN MINYAK ATSIRI PADA BAHAN BAKAR PERTALITE TERHADAP HASIL EMISI GAS BUANG

EFFECT OF ADDITIONAL ESSENTIAL OIL TO PERTALITE FUEL ON EMISSIONS OF GAS EMISSIONS

Imam Prasetyo¹⁾, M. Arieq Nasabi²⁾

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Pekajangan, Pekalongan, Indonesia
email: Imamprasetyo27@gmail.com¹⁾, arieqnasabi01@gmail.com²⁾

Received:
24 November
2020

Accepted:
16 Desember
2020

Published:
28 Desember
2020

© 2020 SJME
Kinematika All
Rights Reserved.

Abstrak

Minyak atsiri merupakan senyawa yang mudah menguap pada suhu kamar yang berasal dari tanaman aromatik (seperti akar wangi, cengkeh, sereh wangi, pala, kenanga, kayu manis) karena kandungan dari minyak atsiri tersebut mempunyai banyak manfaat antara lain yaitu untuk meningkatkan performa mesin, membersihkan injector bahan bakar, mengurangi endapan senyawa organik pada ruang bakar, serta dapat menghemat konsumsi bahan bakar dan menurunkan emisi gas buang. Tujuan pada penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan minyak atsiri pada bahan bakar pertalite untuk mengurangi nilai konsentrasi kadar CO dan HC serta meningkatkan kadar CO² pada kendaraan bermotor. Pengujian ini dilakukan dengan menambahkan takaran pencampuran minyak atsiri sebanyak 6 ml, 12 ml, dan 18 ml pada bahan bakar pertalite dengan variasi putaran mesin 1000, 1500, 2000, 2500, dan 3000 rpm. Berdasarkan dari hasil pengujian didapat bahwa beberapa penurunan nilai konsentrasi emisi kadar CO yang cukup signifikan terjadi pada putaran mesin 2000 rpm – 3000 rpm. Pada takaran minyak atsiri 12 ml yaitu turun sebanyak 0,30% dari 1,02% menjadi 0,72% pada putaran mesin 3000 rpm. Sedangkan konsentrasi emisi kadar HC dari putaran mesin 1500 rpm – 3000 rpm mengalami penurunan yang cukup signifikan, pada putaran mesin 3000 rpm untuk prosentase minyak atsiri 12 ml turun sebanyak 30 ppm dari 185 ppm menjadi 155 ppm.

Kata Kunci: minyak atsiri, pertalite, emisi gas buang

Abstract

Essential oils are volatile compounds at room temperature derived from aromatic plants (such as vetiver, cloves, lemongrass, nutmeg, cananga, cinnamon) because the content of these essential oils has many benefits, including improving engine performance, cleaning fuel injectors, reduce the deposition of organic compounds in the combustion chamber, and can save fuel consumption and reduce exhaust emissions. The purpose of this study was to determine how much influence the addition of essential oil to pertalite fuel to reduce the concentration of CO and HC and increase CO² levels in motorized vehicles. This test was carried out by adding the percentage of essential oil mixing as much as 6 ml, 12 ml, and 18 ml on pertalite fuel with engine speed variations of 1000, 1500, 2000, 2500, and 3000 rpm. Based on the test results, it was found that several significant decreases in the emission

concentration value of CO levels occurred at the engine speed of 2000 rpm - 3000 rpm. The percentage of essential oil 12 ml is down by 0.30% from 1.02% to 0.72% at 3000 rpm engine speed. While the concentration of emission levels of HC from engine speed of 1500 rpm - 3000 rpm has decreased significantly, at 3000 rpm engine speed for 12 ml of essential oil percentage decreased by 30 ppm from 185 ppm to 155 ppm.

Keywords: *essential oils, pertainite, exhaust gas emissions*

DOI 10.20527/sjmekinematika.v5i2.182

How to cite: Prasetyo, I., & Nasabi, M.A., "Pengaruh Penambahan Minyak Atsiri pada Bahan Bakar Pertainite Terhadap Hasil Emisi Gas Buang". *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 5(2), 129-137, 2020.

PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya teknologi otomotif di Indonesia, menjadikan tingkat mobilitas tinggi dalam sarana transportasi. Sehingga dampak dari perkembangan tersebut kebutuhan bahan bakar juga semakin meningkat jumlah penggunaannya, yang berakibat pada tingkat polusi udara yang semakin tercemar [1]. Oleh karena itu pemerintah menetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2009 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor guna untuk mengendalikan tingkat pencemaran udara [2]. Salah satu kadar polutan udara yang berbahaya adalah senyawa hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO) yang dihasilkan dari proses pembakaran antara bahan bakar dan udara yang tidak sempurna dan terbang bersama sisa pembakaran [3]. Upaya - upaya untuk mengurangi emisi gas buang yang semakin meningkat yaitu dengan menambahkan zat aditif pada bahan bakar. Salah satu zat aditif pada pencampuran bahan bakar yaitu minyak atsiri [4]. Karena zat dari minyak atsiri ini mengandung *terpene* yang mudah larut dan mampu mengurangi endapan karbon pada ruang bakar serta dapat mengurangi emisi gas buang [5]. Tanaman akar, kulit, batang, daun, buah, biji, maupun dari bunga merupakan salah satu bahan dasar dari pembuatan minyak atsiri dengan cara penyulingan [6]. Sehingga minyak atsiri bisa menjadi salah satu alternatif jenis aditif untuk campuran bahan bakar yang ada di Indonesia yang berasal dari tumbuhan [7]. Faktor yang dapat mempengaruhi hasil minyak atsiri, yaitu umur tanaman dan jumlah curah hujan [8].

Beberapa fakta penelitian mencatat bahwa pembakaran campuran zat aditif pada bahan bakar mampu memiliki kinerja yang optimum salah satunya Marzuki (2010), dalam penelitiannya melakukan studi eksperimen tentang pengaruh penambahan minyak atsiri terhadap emisi gas buang pada motor bensin. Dalam penelitian ini adalah bensin dicampur dengan minyak atsiri dengan kadar 10 ml, 20 ml, 30 ml untuk mengetahui hasil emisi gas buang (HC, CO, CO², O₂) dan diukur dalam berbagai kecepatan dari 1800, 2000, 2200, 2400, dan 2600 rpm. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa campuran bensin dengan minyak atsiri yang emisi gas buangnya lebih rendah adalah minyak atsiri 10 ml dengan penurunan sebesar 9,04% dibandingkan dengan campuran minyak atsiri 20 ml sebesar 8,85% dan 30 ml sebesar 8,68%. Sedangkan pada putaran mesin, pada putaran 1800 rpm kandungan emisi lebih rendah bila dibandingkan dengan yang lain [9].

Berkaitan dengan uraian diatas, penelitian ini merujuk daripada penelitian yang dilakukan oleh Marzuki (2010), dengan perbedaan pada variasi takaran campuran yang digunakan adalah sebesar 6 ml, 12 ml, dan 18 ml dengan variasi putaran mesin yang digunakan yaitu 1000, 1500, 2000, 2500, dan 3000 rpm, pemilihan nilai volume minyak atsiri dan putaran mesin ini berbeda dengan penelitian sebelumnya dikarenakan untuk mengetahui perbandingan hasilnya dengan penggunaan kadar volume minyak atsiri dan perlakuan putaran mesin yang berbeda, kemudian untuk parameter yang diteliti pada uji emisi gas buang yaitu kadar CO, HC dan CO². Maka penelitian lanjutan ini bertujuan

mengevaluasi kembali hasil emisi gas buang untuk mengukur pengaruh campuran minyak atsiri dengan bahan bakar pertalite. Penelitian ini diharapkan menjadi bahan kajian dan informasi mengenai pengaruh penambahan minyak atsiri pada bahan bakar terhadap hasil emisi gas buang pada kendaraan bermotor.

METODE PENELITIAN

Variabel Pengujian

Untuk mencapai tujuan dalam penelitian ini digunakan metode penelitian eksperimental (*True Experimental Research*) yaitu dengan menguji pengaruh penambahan minyak atsiri pada bahan bakar pertalite terhadap hasil kadar emisi gas buang kendaraan bermotor dengan menggunakan variasi takaran campuran minyak atsiri yang berbeda. Untuk variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar hasil emisi gas buang berupa CO, HC dan CO²
2. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu :
 - a. Variasi takaran minyak atsiri 6 ml, 12 ml dan 18 ml
 - b. Variasi putaran mesin yaitu 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm

Proses pengujian

Bahan pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah motor Honda Vario 125 cc tahun 2013, minyak atsiri dari daun sereh dan bahan bakar pertalite, sedangkan alat yang digunakan untuk mengukur kadar emisi gas buang pada sepeda motor yaitu gas analyzer QROTECH-401. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan minyak atsiri sebesar 6 ml, 12 ml dan 18 ml pada bahan bakar pertalite dan nilai konsentrasi yang diamati kadar emisi CO, HC dan CO². Untuk putaran mesin yang digunakan yaitu 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 rpm dengan setiap putaran mesin dilakukan 2x pengambilan data dan diambil rata-rata. Adapun skema pengujian dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Skema Pengujian

Tahapan Penelitian

Tahapan Persiapan

1. Menyiapkan bahan yang akan diuji : sepeda motor Honda Vario 125cc tahun 2013, bahan bakar pertalite, dan minyak atsiri
2. Menyiapkan alat ukur yang akan digunakan: gas analizer, tachometer analog, gelas ukur dan toolset.

3. Pemeriksaan kondisi mesin (*Tune up* Mesin)
4. Pemeriksaan kondisi pada level dan kualitas oli
5. Memastikan sepeda motor yang akan diuji dalam kondisi prima
6. Posisikan sepeda motor dalam posisi datar (tidak miring)
7. Menguras tangki bahan bakar bensin hingga kosong.
8. Temperature ruangan harus pada suhu $25 \pm 10^{\circ}\text{C}$

Tahapan Pelaksanaan Pengujian

1. Mengisi bahan bakar jenis pertalite tanpa tambahan minyak atsiri (0 ml) sebanyak 1 liter yang akan digunakan dalam pengujian pertama kedalam tangki bahan bakar.
2. Menghidupkan mesin hingga mencapai suhu kerja $\pm 80^{\circ}\text{C}$
3. Periksa apakah ada kebocoran pada sistem gas buang pada kendaraan.
4. Mengatur putaran mesin pada putaran awal yaitu (1.000 rpm).
5. Menghidupkan alat uji gas analyzer hingga muncul tampilan tulisan pada AFR monitor alat uji gas analyzer.
6. Kemudian muncul display, pengukuran pada monitor alat uji gas analyzer.
7. Tampilan display akan berubah – ubah, menunggu sampai angka di display AFR menunjukkan angka 0.
8. Lalu, tekan tombol “ZERO” untuk mengkalibrasi alat gas analyzer membutuhkan waktu selama ± 20 detik.
9. Setelah proses kalibrasi alat selesai, muncul tulisan rdy (Ready) artinya alat siap digunakan.
10. Pasang sensor gas (Gas Probe) kedalam knalpot sedalam $\pm 5-10$ cm, bertujuan selama pengujian gas buang tidak dipengaruhi udara sekitar.
11. Mengatur putaran mesin pada putaran sesuai dengan kebutuhan (1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm).
12. Tekan tombol “ENT / MEAS” untuk mengukur emisi gas buang saat alat gas analyzer sudah hidup yang dihasilkan pada saat proses pembakaran mesin.
13. Pastikan waktu yang digunakan konstan (tetap) pada saat pengujian.
14. Tunggu sampai angka pada monitor alat uji gas analyzer bergerak stabil dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan berarti pengujian telah selesai.
15. Tekan tombol “HOLD PRINT” sebanyak 1 kali, maka hasil pengujian akan terprint out.
16. Mencatat data hasil pengukuran atau pengujian yang ditunjukkan pada monitor alat uji tersebut.
17. Tekan “ESC STAND-BY” untuk menolak kembali angka yang terdapat pada display setelah digunakan, mengulangi kembali proses dari awal untuk pengambilan data.
18. Setelah proses pengambilan data 2x sudah selesai setiap putaran, kemudian mesin dimatikan dengan memberi jeda waktu 1 – 2 menit.
19. Pelaksanaan pengujian selanjutnya mengulangi langkah 1 sampai dengan langkah 19 dengan menambahkan prosentase minyak atsiri yang sudah ditentukan yaitu 6 ml, 12 ml, dan 18 ml pada bahan bakar jenis pertalite.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode analisis data deskriptif, dimana data yang diperoleh dari hasil pengujian eksperimen dimasukkan ke dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk grafik kemudian dibandingkan dan dianalisis hasil kadar emisi gas buang kendaraan bermotor berupa gas CO, HC dan CO². Hasil pengujian penggunaan variasi campuran minyak atsiri pada bahan bakar disajikan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 di bawah ini :

Tabel 1. Hasil pengujian kadar emisi CO (%)

Putaran (rpm)	Kadar Karbon Monoksida CO (%)			
	Pertalite 100%	MA 6 ml	MA 12 ml	MA 18 ml
1000	0,46	0,11	0,11	0,24
1500	1,96	2,64	2,85	2,04
2000	2,53	2,80	2,49	2,36
2500	2,03	2,01	1,75	1,61
3000	1,02	0,96	0,72	0,85

Pada Tabel 1 dapat dilihat perbandingan kadar CO dengan variasi campuran minyak atsiri pada bahan bakar pertalite, dimana kadar CO tertinggi diperoleh pada 1500 rpm pada penggunaan campuran minyak atsiri 12 ml sebesar 2,85%, sedangkan kadar CO terendah diperoleh pada 1000 rpm pada penggunaan campuran minyak atsiri 6 ml dan 12 ml sebesar 0,11%.

Tabel 2. Hasil pengujian kadar emisi HC (ppm)

Putaran (rpm)	Kadar Hidrokarbon HC (ppm)			
	Pertalite 100%	MA 6 ml	MA 12 ml	MA 18 ml
1000	305,5	214	210	197
1500	323,5	325	322	296,5
2000	243,5	245,5	247,5	251,5
2500	221	199,5	204,5	201
3000	185	169,5	155	174

Pada Tabel 2 dapat dilihat perbandingan kadar HC dengan variasi campuran minyak atsiri pada bahan bakar pertalite, dimana kadar HC tertinggi diperoleh pada 1500 rpm pada penggunaan campuran minyak atsiri 6 ml sebesar 325 ppm, sedangkan kadar HC terendah diperoleh pada 3000 rpm pada penggunaan campuran minyak atsiri 12 ml sebesar 115 ppm.

Tabel 3. Hasil pengujian kadar emisi CO² (%)

Putaran (rpm)	Kadar Karbon Dioksida CO ₂ (%)			
	Pertalite 100%	MA 6 ml	MA 12 ml	MA 18 ml
1000	7,55	7,75	7,75	7,45
1500	8,90	9,85	9,40	9,70
2000	9,90	9,85	10	10,05
2500	10,15	10,05	10,45	10,40
3000	10,80	10,70	10,75	10,80

Pada Tabel 3 dapat dilihat perbandingan kadar CO² dengan variasi campuran minyak atsiri pada bahan bakar pertalite, dimana kadar CO² tertinggi diperoleh pada 3000 rpm pada penggunaan bahan bakar pertalite murni dan campuran minyak atsiri 18 ml sebesar 10,80%, sedangkan kadar CO² terendah diperoleh pada 1000 rpm pada penggunaan

campuran minyak atsiri 18 ml sebesar 7,45%. Berdasarkan data-data pengujian mesin pada tabel 1, 2 dan 3, maka selanjutnya dibuat ke dalam bentuk grafik-grafik untuk mempermudah dalam menganalisis hasil pengujian. Grafik-grafik analisis yang dibuat yaitu grafik perbandingan kadar CO, grafik perbandingan kadar HC dan grafik perbandingan kadar CO² seperti dibawah ini:

Gambar 2. Grafik perbandingan emisi kadar CO dengan penambahan variasi takaran minyak atsiri

Berdasarkan grafik pada Gambar 2 dapat diamati bahwa penurunan kadar CO dipengaruhi seiring perubahan rpm mesin yang semakin meningkat ini terjadi pada putaran mesin 2000 – 3000 rpm. Rata-rata kadar gas karbon monoksida (CO) dari hasil pengukuran nilai kadar gas CO yang telah diberikan perlakuan variasi kadar minyak atsiri dalam bahan bakar pertalite didapat penurunan gas CO. Bisa dilihat pada putaran mesin 2000 – 3000 rpm dengan variasi bahan bakar yang berbeda terjadi penurunan kadar CO yang cukup signifikan yaitu sebesar 0,42% untuk penggunaan MA 18 ml pada putaran mesin 2500 rpm, sedangkan kadar CO terendah yaitu untuk penggunaan MA 6 ml dan 12 ml sebesar 0,11% pada putaran mesin 1000 rpm, kemudian kadar gas CO tertinggi yaitu untuk penggunaan MA 12 ml sebesar 2,85% pada putaran mesin 1500 rpm.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa kadar emisi CO (karbonmonoksida) untuk penggunaan MA (minyak atsiri) 18 ml pada penambahan bahan bakar bensin jenis pertalite yang paling baik, karena dapat menurunkan emisi gas buang dengan perbandingan rata-rata kadar CO yang dihasilkan turun sebesar 0,18% (1,6% - 1,42%) dari penggunaan pertalite 100%, dan 0,284% (1,704% - 1,42%) dari penggunaan minyak atsiri 6 ml serta 0,164% (1,584% - 1,42%) dari penggunaan minyak atsiri 12 ml.

Gambar 3. Grafik perbandingan emisi kadar HC dengan penambahan variasi takaran minyak atsiri

Berdasarkan grafik pada gambar 3 dapat diamati bahwa penurunan kadar HC dipengaruhi seiring perubahan putaran mesin yang semakin meningkat ini terjadi dari putaran mesin 1500 – 3000 rpm. Rata-rata kadar gas hidrokarbon (HC) dari hasil pengukuran, nilai kadar gas HC yang telah diberikan perlakuan variasi kadar minyak atsiri dalam bahan bakar pertalite terjadi penurunan. Di mana kadar HC mengalami penurunan sebesar 155 ppm untuk penggunaan MA 12 ml pada putaran mesin 3000 rpm. Pada putaran mesin 1000 rpm dengan variasi bahan bakar yang berbeda, untuk penggunaan MA 18 ml dengan Pertalite 100% mengalami selisih kadar HC yang cukup signifikan yaitu sebesar 108,5 ppm dari 305,5 ppm menjadi 197 ppm, sedangkan kadar gas HC tertinggi yaitu untuk penggunaan MA 6 ml sebesar 325 ppm pada putaran mesin 1500 rpm.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa kadar emisi HC (hidrokarbon) untuk penggunaan MA (minyak atsiri) 18 ml pada penambahan bahan bakar bensin pertalite yang paling baik, karena dapat menurunkan emisi gas buang dengan perbandingan rata-rata kadar HC yang dihasilkan turun sebesar 31,7 ppm (255,7 – 224 ppm) dari penggunaan pertalite 100%, dan 6,7 ppm (230,7 – 224 ppm) dari penggunaan minyak atsiri 6 ml serta 3,8 ppm (227,8 – 224 ppm) dari penggunaan minyak atsiri 12 ml.

Gambar 4. Grafik perbandingan emisi kadar CO² dengan penambahan variasi takaran minyak atsiri

Dari grafik pada Gambar 4 dapat diamati bahwa peningkatan kadar CO² dipengaruhi seiring perubahan putaran mesin yang semakin meningkat ini terjadi dari 1000 – 3000 rpm. Rata-rata kadar gas karbon dioksida (CO²) dari hasil pengukuran nilai kadar gas CO² yang telah diberikan perlakuan variasi kadar minyak atsiri pada bahan bakar pertalite mengalami peningkatan, dimana peningkatan kadar CO² yang cukup signifikan terjadi pada putaran mesin 1500 rpm untuk penggunaan MA 6 ml sebesar 0,95% yaitu dari 8,90% menjadi 9,85%.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa kadar emisi CO² (karbon dioksida) untuk penggunaan MA (minyak atsiri) 18 ml pada penambahan bahan bakar bensin jenis pertalite yang paling baik, karena dapat meningkatkan emisi gas buang dengan perbandingan rata-rata kadar CO² yang dihasilkan naik sebesar 0,22% (9,46% - 9,68%) dari penggunaan pertalite 100%, dan 0,04% (9,64% - 9,68%) dari penggunaan minyak atsiri 6 ml serta 0,01% (9,67% - 9,68%) dari penggunaan minyak atsiri 12 ml.

Melihat dari hasil pengujian minyak atsiri dapat menurunkan emisi gas buang, karena minyak atsiri merupakan bahan alami yang terdiri dari komponen-komponen yang mudah menguap, memiliki kepadatan yang rendah dan dapat melarutkan bahan organik, sehingga dapat mengurangi emisi gas buang [10]. Minyak atsiri juga merupakan salah satu tanaman yang banyak mengandung geraniol. Geraniol merupakan senyawa penyedia oksigen sehingga minyak atsiri dimungkinkan dapat digunakan sebagai *bio additive gasoline* [11]. Sehingga oksigen yang terdapat pada struktur kimia minyak atsiri diharapkan dapat meningkatkan sistem pembakaran. Oleh karena itu minyak atsiri dapat larut dalam bahan bakar, sehingga dapat digunakan sebagai zat aditif, dan dari hasil analisis komposisinya mengandung oksigen dalam jumlah yang besar, sehingga diharapkan dapat meningkatkan pembakaran bahan bakar pada mesin. Hal lain yang sangat penting adalah ruang senyawa penyusun minyak terletak pada rantai terbuka, yang dapat mengurangi ikatan antar molekul penyusun bahan bakar sehingga proses pembakaran menjadi lebih efisien [12].

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan variasi minyak atsiri pada bahan bakar pertalite, secara umum dapat menurunkan emisi gas buang kadar CO dan HC pada kendaraan yang dipengaruhi dari putaran mesin yang semakin meningkat karena minyak atsiri memiliki senyawa *terpene* (senyawa alami) yang terbentuk dari unsur molekul karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) dalam susunan molekulnya. Salah satunya pada kadar emisi CO dengan putaran mesin 2500 rpm untuk prosentase 18 ml mengalami penurunan sebesar 0,42% dari 2,03% (Pertalite 100%), menjadi 1,61% (MA 18 ml). sedangkan untuk kadar emisi HC dengan putaran mesin 1000 rpm untuk takaran MA 18 ml turun sebesar 108,5 ppm dari 305,5 ppm (Pertalite 100%) menjadi 197 ppm (MA 18 ml).
2. Setelah dilakukan pengujian, kadar emisi gas CO paling rendah sebesar 0,11% terjadi pada putaran mesin 1000 rpm untuk penggunaan MA 6 ml dan 12 ml dan kadar HC paling rendah sebesar 155 ppm pada putaran mesin 3000 rpm untuk penggunaan MA 12 ml. Sedangkan kadar emisi CO paling tinggi sebesar 2,85% terjadi pada putaran mesin 1500 rpm untuk takaran MA 12 ml dan kadar HC sebesar 325 ppm pada putaran mesin 1500 rpm untuk takaran MA 6 ml.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih banyak kepada rekan-rekan dosen Program Studi Teknik Mesin serta mahasiswa yang terlibat dalam penelitian ini, sehingga Alhamdulillah artikel bisa terselesaikan dengan baik. Tidak lupa kami ucapkan terima kasih juga kepada pihak Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan atas fasilitas yang diberikan.

REFERENSI

- [1] I. D. Endyani and T. D. Putra, "Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor," *Proton*, vol. 3, no. 1, pp. 29–34, 2011.
- [2] Ma'mun, *Petunjuk Teknis Penanganan Bahan dan Penyulingan Minyak Atsiri*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015.
- [3] P. L. Manalu, E. Alwi, and T. Sugiarto, "Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Alternatif dari Limbah Plastik Hasil dari Pyrolisis triPod-AP Setara Bensin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Kandungan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor 4 Tak," *Automot. Eng. Educ. J.*, vol. 1, no. 2, 2015.
- [4] Harianingsih, R. Wulandari, C. Harliyanto, and C. N. Andiani, "Identifikasi GC-MS Ekstrak Minyak Atsiri dari Sereh Wangi (*Cymbopogon Winterianus*) Menggunakan Pelarut Metanol," *J. Techno*, vol. 18, no. 1, pp. 23–27, 2017.
- [5] R. Saputra, A. Wigraha, and Widayana, "Pengaruh Pencampuran Bahan Bakar Pertalite dengan Minyak Terpentin dan Minyak Atsiri Terhadap Penurunan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Supra X 125," *JJPTM*, vol. 8, no. 2, 2017.
- [6] B. U. Wisesa and D. Dahlan, "Pengembangan Bioaditif Serai Wangi pada Bahan Bakar Bensin Terhadap Performa Mesin dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor," *Teknobiz*, vol. 10, no. 2, pp. 29–35, 2017.
- [7] R. A. Utomo and I. M. Arsana, "Pengaruh Penambahan Bioaditif Minyak Kayu Putih pada Bahan Bakar Pertalite Terhadap Performa, Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Honda CS1 150 PGM-FI," *JPTM*, vol. 9, no. 2, pp. 29–36, 2020.
- [8] Adityo and A. R. A. Udin, "Uji Karakteristik Mesin Bensin Dua Langkah dengan Bahan Bakar Campur Minyak Atsiri dan Aceton," *J. Ilm. Mustek Anim Ha*, vol. 7, no. 3, pp. 257–265, 2018.
- [9] Marzuki, "Pengaruh Penambahan Minyak Atsiri Terhadap Emisi Gas Buang pada Motor Bensin," Skripsi, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2010.
- [10] Ketaren, *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Jakarta: Balai Pustaka, 1985.
- [11] J. S. Sibarani and Alfansuri, "Analisa Pengaruh Penambahan Bioaditif Minyak Serai Wangi Pada Bahan Bakar Premium Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Absolute Revo 110," *INOVTEK*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2020.
- [12] Sastrohamidjojo, *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2004.