

Pengaruh Campuran Bioetanol Biji Durian pada Bahan Bakar Pertalite terhadap Performa Mesin dan Emisi Gas Buang Kendaraan

Leo Van Gunawan*, Marwan Effendy**

Program Studi Magister Teknik Mesin, Sekolah Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani, Tromol Pos I Pabelan, Surakarta 57102 Indonesia

*E-mail: leovan.unnes@gmail.com

**Corresponding Author: Marwan.Effendy@ums.ac.id

Abstract

This study aims to evaluate the effect of bioethanol addition in pertalite fuel on engine performance and exhaust emissions due to combustion process. The four-stroke spark ignition (SI) engine with single cylinder was used in the experiments. In the initial stage of making bioethanol was the preparation of flour from durian seeds, followed by liquefaction, scarification, fermentation, distillation and purifying ethanol by dehydration. Engine performance of an internal combustion engine including emissions were tested on various concentration of bioethanol additions into pertalite fuel, i.e. E05 (95% pertalite and 5% bioethanol), E10 (90% pertalite and 10% bioethanol) and E15 (85% pertalite and 15% bioethanol). The results showed that both HC and CO emissions could be slightly reduced, mainly on the operating engine speed between 2000-4000 rpm. The power can be able to be maintained with relatively high performance as in the use of pure pertalite fuel.

Keywords: Bioethanol, Durian Seed, Alternative Fuels, Gasoline mixture, Pertalite

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan bioetanol pada bahan bakar pertalite terhadap performa mesin dan emisi gas buang hasil pembakarannya. Mesin otto 4 langkah dengan satu silinder dipergunakan dalam eksperimen pengujian. Tahap berikutnya adalah pengujian performa mesin dan emisi pembakaran yang ditimbulkan pada beberapa variasi konsentrasi penambahan bioetanol ke dalam bahan bakar pertalite. Variasi tersebut yaitu komposisi E05 (95% pertalite dan 5% bioetanol), E10 (90% pertalite dan 10% bioetanol) dan E15 (85% pertalite dan 15% bioetanol). Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan campuran bioetanol mampu sedikit mereduksi emisi HC dan CO pada pengoperasian putaran mesin antara 2000-4000 rpm. Daya mesin juga masih mampu dipertahankan. Langkah pertama adalah produksi bioetanol dengan tahapan pembuatan tepung dari biji durian, liquifikasi, sakarifikasi, fermentasi, distilasi dan memurnikan etanol dengan proses dehidrasi. dengan performa yang relatif tinggi sebagaimana pada penggunaan bahan bakar pertalite murni.

Kata kunci: Bioetanol, Biji Durian, Bahan Bakar Alternatif, Campuran Bensin, Pertalite

1. Pendahuluan

Berkembangnya industri dan pertumbuhan alat transportasi menuntut kecukupan energi dalam mendukung pengoperasiannya. Selama ini energi yang bersumber dari bahan bakar fosil menjadi tumpuan utama untuk menopang berbagai proses produksi dan daya penggerak mesin-mesin transportasi. Seiring dengan bertambahnya penduduk di planet bumi, tentunya energi yang diperlukan juga akan semakin besar dengan kenaikan jumlah sarana transportasi berbasis motor bakar. Pada sisi yang lain, cadangan energi dalam bentuk bahan bakar fosil juga semakin menipis. Untuk mengantisipasi terjadinya krisis energi minyak bumi, maka pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan bahan bakar nasional yang menargetkan penggunaan *biofuel* 5% pada tahun 2025.

Upaya-upaya untuk mengeksplorasi bahan bakar alternatif bagi motor pembakaran dalam juga telah dilakukan dalam beberapa dekade terakhir. Produksi bio-etanol dari bahan alam menjadi menarik dan menantang dalam rangka substitusi bahan bakar fosil yang dianggap kurang ramah lingkungan [1]. Bio-etanol sebagai salah satu varian *biofuels* menjadi alternatif yang menjanjikan untuk menghasilkan proses pembakaran yang ramah lingkungan. Kandungan etanol mudah larut dan mampu dipergunakan sebagai oksigenasi dalam bensin untuk mereduksi emisi sehingga lebih bersih [2]. Buah durian (*durio zibethinus*) merupakan buah yang mempunyai potensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif. Buah durian menghasilkan limbah berupa kulit dan biji yang hanya menjadi sampah dan terkadang justru mengganggu lingkungan sekitar. Selama ini, kulit durian biasanya hanya dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan briket, sedangkan bijinya dibuang ataupun menjadi benih baru. Karbohidrat yang terkandung dalam biji durian sebesar 43,6%. Karbohidrat mengandung amilum yang merupakan zat terpenting dalam pembuatan bio-etanol. Amilum dari biji durian dapat diubah menjadi etanol melalui beberapa tahap pemrosesan yaitu proses

pembuatan tepung, pemasakan (*liquifikasi*), sakarifikasi, fermentasi, distilasi dan dehidrasi. Kriteria *Fuel Grade Ethanol* (FGE) biasanya dipergunakan untuk mengevaluasi kadar prosentase kemurnian >99%. Bioetanol yang memiliki kadar >99% umumnya dapat dipakai sebagai bahan bakar campuran bensin.

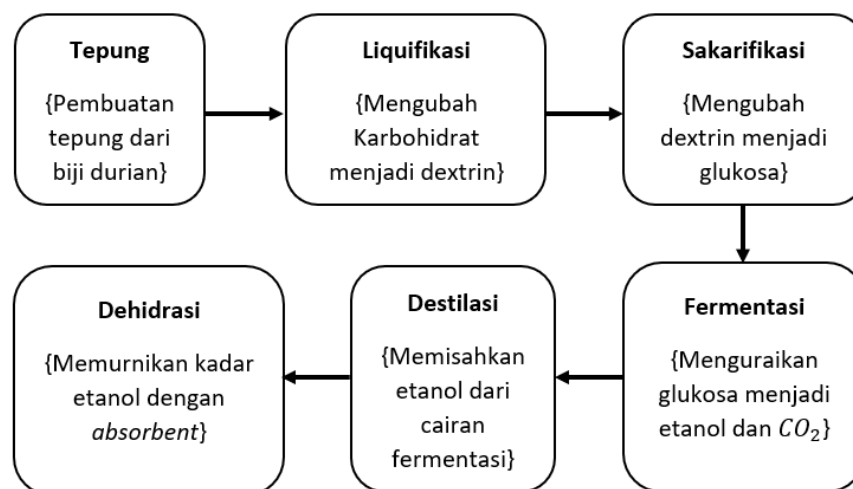
Sebuah percobaan dengan mencampurkan etanol hingga 30% ke dalam *gasoline* terbukti campuran 20% etanol mampu menekan emisi CO dan HC secara signifikan [3]. Penambahan etanol memicu peningkatan kandungan oksigen dalam campuran sehingga mampu mereduksi emisi gas hasil pembakaran tidak sempurna [4][5]. Sebelumnya, Antonietta dkk [6] menyatakan bahwa bercampurnya bioetanol dengan *gasoline* memicu terjadinya peningkatan kandungan oksigen dan menurunkan emisi dari proses pembakaran yang tidak sempurna. Penelitian Sakthivel dkk [7] dengan mencampurkan etanol hingga 30% ke dalam *gasoline* menemukan adanya penurunan emisi CO dan NO_x, namun emisi hidrokarbon mengalami peningkatan secara marginal. Sejalan dengan beberapa riset tersebut, Chen dkk [8] mencatat bahwa semakin meningkat komposisi bioetanol dalam *gasoline* mengakibatkan terjadinya reduksi emisi yang signifikan, meskipun penambahan hingga 40% akan menyebabkan ketidakstabilan pada kondisi *idle* karena campuran bahan bakar dan udara (*A/F mixture*) terlalu miskin (*lean*).

Selain menurunkan kadar emisi gas buang, penggunaan campuran bahan bakar dengan bioetanol juga masih mampu memberikan efek pembakaran dengan performa mesin kendaraan yang tinggi. Beberapa fakta penelitian mencatat bahwa pembakaran campuran etanol dalam *gasoline* masih mampu memiliki kinerja yang optimum [9][10] dengan efisiensi *volumetric* yang tinggi [11]. Penggunaan campuran etanol-*gasoline* hingga 5% pada pembakaran memicu peningkatan konsumsi bahan bakar dan angka oktan sebagai akibat nilai kalor alkohol lebih rendah dibandingkan *gasoline* murni [12].

Berkaitan dengan uraian di atas, penelitian ini bertujuan mengevaluasi emisi gas buang dan performa mesin untuk mengukur pengaruh campuran bensin pertalite dengan bioetanol dari biji durian. Variasi campuran yang digunakan adalah E05 (95% bensin dan 5% bioetanol), E10 (90% bensin dan 10% bioetanol /) dan E15 (85% bensin dan 15% bioetanol). Proses pencampuran mengacu pada komposisi yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti lain seperti Najafi dkk [13]. Parameter yang diteliti pada uji performa mesin adalah besarnya daya dan torsi. Pada uji daya dan torsi hanya berfokus pada perubahan maksimum yang dicapai mesin. Sedangkan parameter yang diteliti pada uji emisi gas buang adalah besarnya HC dan CO. Variasi putaran mesin yang digunakan dalam uji emisi gas buang yaitu: 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 dan 4000 rpm. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan kajian dan informasi mengenai pengaruh penambahan bioetanol dari biji durian ke dalam bensin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan proses pembuatan bioetanol dari biji durian sebagai bahan bakar alternatif campuran bensin dan pengaruhnya terhadap emisi dan performa mesin kendaraan.

2. Metode penelitian

Penelitian ini merujuk pada variasi campuran bioetanol dan *gasoline* yang dilakukan oleh Prasetyo, dkk. [5], yang telah berhasil melakukan pengujian campuran bioetanol dari singkong ke dalam *gasoline* dengan variasi campuran (10%, 20% dan 30%) untuk meneliti pengaruh bioetanol yang dicampurkan ke dalam *gasoline* terhadap emisi gas buang dan performa mesin kendaraan. Hasil penelitian tersebut didapatkan adanya penurunan emisi gas buang dan peningkatan performa mesin ketika menggunakan campuran bioetanol dari singkong ke dalam bensin. Adapun penelitian diawali dengan pembuatan bioetanol biji durian sebagaimana tahapan berikut.



Gambar 1. Alur pembuatan bioetanol biji durian

2.1. Pembuatan Bioetanol dari Biji Durian

Bahan baku biji durian yang dijadikan bioetanol ukurannya dibuat sekecil-kecilnya supaya lebih mudah untuk memproses menjadi tepung. Tujuan memperkecil ukuran ini adalah agar proses konversi menjadi gula reduksi dan alkohol berjalan dengan sempurna. Proses pengecilan bahan baku dilakukan dengan proses *grinding* yaitu dengan memasukan bahan baku ke dalam mesin pamarut (*gruter*) sampai menjadi tepung basah, tepung basah ini harus dikeringkan terlebih dahulu menggunakan sinar matahari selama 5 hari.

Masukan 10 kg tepung biji durian yang telah kering tersebut ke dalam tempat pemasak dan selanjutnya air dimasukkan dengan perbandingan takaran 4 liter/1 kg tepung, kemudian diikuti proses pemasakan atau liquifikasi. Langkah ini merupakan proses pengkonversian karbohidrat menjadi gula kompleks. Proses ini dilakukan melalui pemasakan hingga suhu 90°C selama 30 menit. Pada proses ini tepung akan membentuk jel yang biasanya disebut gelatinisasi. Untuk memecahkan stuktur tepung secara kimia menjadi gula kompleks, enzim alfa amilase ditambahkan dengan perbandingan takaran 1 ml/1 kg tepung. Proses liquifikasi diakhiri setelah tekstur bubur tepung tidak mengental dan bentuknya berubah mencair seperti sup, diikuti proses penurunan suhu hingga 60-70°C. Proses selanjutnya menambahkan enzim glukosa amilase pada bubur tersebut dengan perbandingan takaran 2 ml/1 kg tepung dan dilakukan pengadukan selama 30 menit. Setelah suhu menurun sekitar 27-30°C, bubur tepung dimasukkan ke dalam tabung fermentor. Tambahkan ragi roti sebanyak 4 gr/1 kg tepung, pupuk urea 2 gr/1 kg tepung, NPK 2 gr/1 kg tepung. Salah satu ujung selang dimasukkan ke dalam tabung fermentor dan tutup rapat, sementara ujung selang yang lain dimasukkan ke dalam botol yang telah di isi air supaya gas CO₂ dapat keluar dari tabung fermentor tetapi udara luar tidak bisa masuk ke dalamnya. Peristiwa ini dinamakan proses fermentasi dengan cara anaerob. Diamkan dan simpan tabung fermentor selama 7 hari pada suhu ruang. Proses ini dilakukan untuk menguraikan glukosa menjadi etanol dan CO₂. Proses fermentasi ini menggunakan bantuan mikroba pada ragi (*yeast*).

Setelah 7 hari, cairan fermentasi disaring dan dimasukkan ke dalam destilator untuk dilakukan proses destilasi. Destilasi merupakan proses penyulingan untuk memisahkan alkohol dari cairan hasil fermentasi. Dalam proses destilasi, pada suhu 78°C (setara dengan titik didih alkohol) etanol akan menguap terlebih dahulu dari pada air yang bertitik didih 95°C. Uap etanol di dalam destilator akan dialirkan ke bagian kondensor sehingga terkondensasi menjadi cairan etanol. Destilasi ini mengacu pada pemisahan campuran dua atau lebih bahan kimia berdasarkan perbedaan volatilitasnya, yang merupakan rasio tekanan parsial terhadap fraksi mol dalam cairan.

Hasil etanol dari proses destilasi masih berkadar 92% sehingga belum dapat larut sempurna di dalam *gasoline* ketika dicampurkan. Etanol tersebut masih mengandung air sehingga tidak dapat digunakan untuk campuran *gasoline*. Untuk memurnikan etanol diperlukan proses dehidrasi (*destilasi absorbent*) menggunakan serbuk batu zeolit yang ada pada dehidrator. Hasil pengujian kadar bioetanol dari proses dehidrasi berkadar >99%, sehingga dapat dikategorikan sebagai *fuel grade ethanol (FGE)* [3]. Biotanol tersebut kemudian digunakan sebagai campuran bahan bakar pertalite.



(a) Mesin destilator & dehidrator



(b) Bioetanol berkadar >99%

Gambar 2. Mesin produksi bioetanol dan kadar bioetanol

2.2. Pengujian

Pada pengujian, bioetanol biji durian berkadar >99% dicampurkan ke dalam pertalite. Variasi campuran yang digunakan adalah E05, E10 dan E15 artinya kandungan bioetanol dalam pertalite berturut-turut 5%, 10% dan 15%. Pengujian dilakukan pada motor empat langkah berkapasitas 110 cc. Pengujian yang dilakukan meliputi uji emisi gas

buang (HC & CO) dan uji kinerja mesin. Variasi putaran mesin yang digunakan dalam uji emisi gas buang yaitu: 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 dan 4000 rpm. Variasi putaran mesin ini mengacu pada rata-rata kondisi *real* penggunaan sepeda motor di jalan, sehingga tidak menguji pada putaran lebih tinggi dari 4000 rpm. Peralatan yang digunakan untuk mengukur uji emisi gas buang adalah *gaz analyzer* bermerek *STAR GAS 898*.

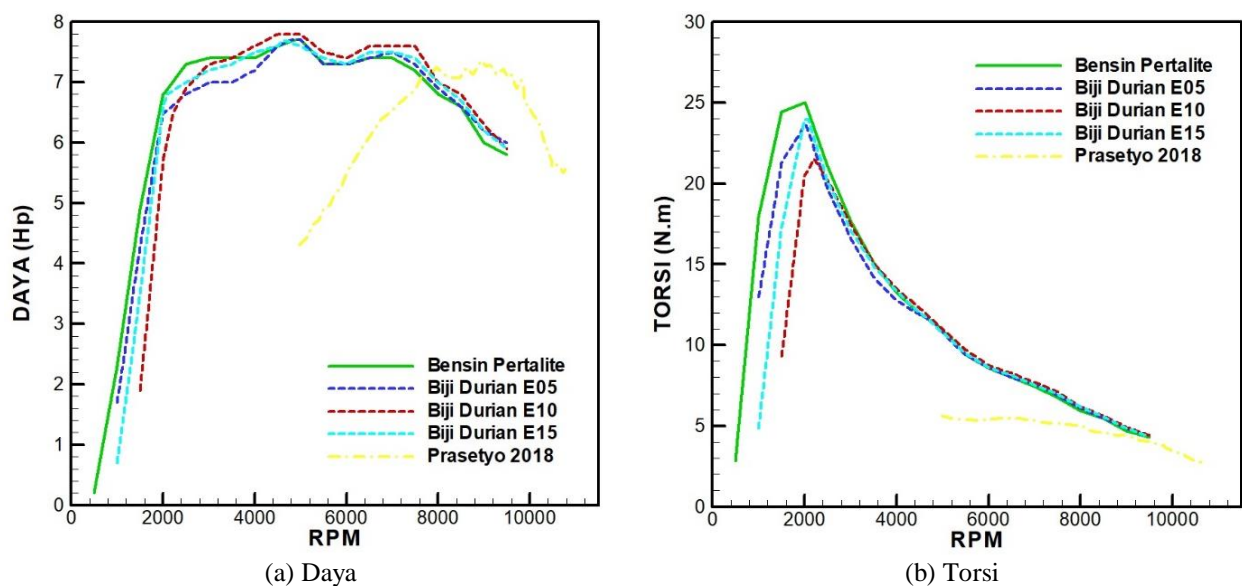
Uji performa mesin yang dilakukan untuk menganalisis daya dan torsi yang dihasilkan pada berbagai variasi campuran bioetanol. Pengujian ini menggunakan mesin *dynotest sport divices tipe smart power SP-1*. Alat ini dapat mengetahui daya yang dihasilkan oleh mesin dengan mengukur secara simultan besarnya torsi dan kecepatan rotasi per menit.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Performa Mesin

Berdasarkan hasil pengujian performa mesin, pencampuran bioetanol biji durian ke dalam pertalite memberikan kinerja yang tidak jauh berbeda pada saat mesin dioperasikan dengan pertalite murni (lihat gambar 3). Peningkatan daya juga sedikit terlihat sebagai efek dari penambahan campuran bioetanol yang diduga meningkatkan nilai oktan campuran bahan bakar. Peningkatan nilai oktan pada campuran bahan bakar akan memperbaiki proses pembakaran sehingga lebih sempurna, dan pada akhirnya daya yang dihasilkan semakin besar. Besarnya torsi semakin menurun seiring dengan besarnya penambahan bioetanol pada pertalite. Torsi yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh besarnya energi hasil pembakaran. Energi hasil pembakaran sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai kalor pada bahan bakar. Nilai kalor pertalite murni lebih tinggi dibandingkan campuran pertalite dan bioetanol, sehingga torsi yang dihasilkan oleh bahan bakar pertalite murni lebih besar dari E05, E10 dan E15. Hasil ini mengindikasikan bahwa penambahan bioetanol ke dalam campuran bahan bakar masih mampu memperahankan kerja mesin dengan performasi yang tinggi. Dengan penambahan campuran bioetanol diharapkan akan mampu menekan biaya penggunaan pertalite murni.

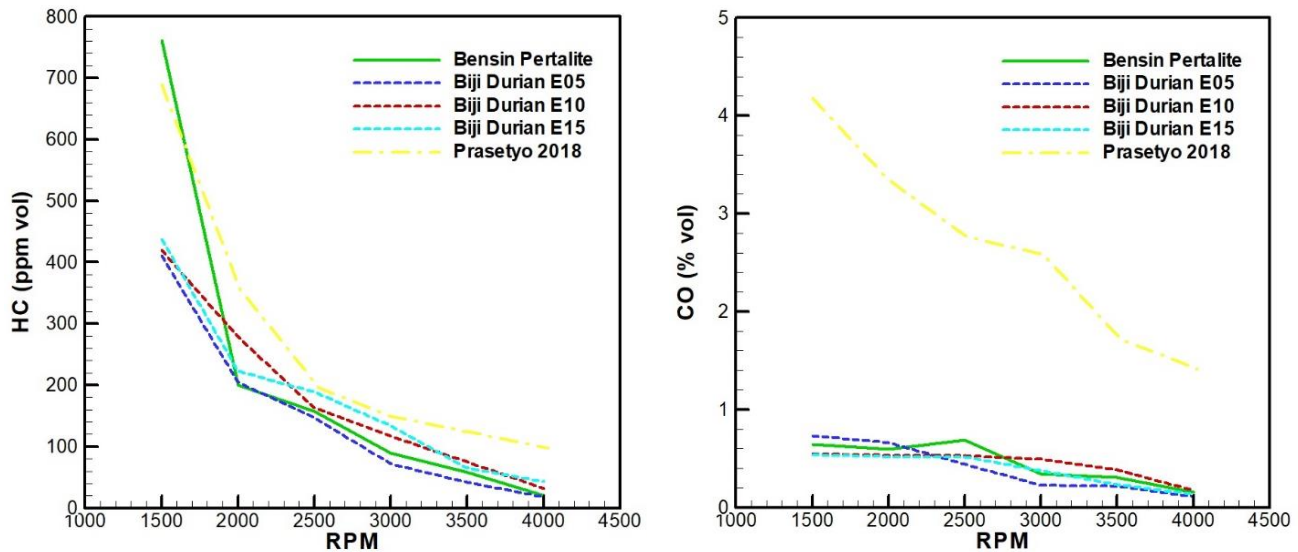
Gambar 3 menunjukkan adanya peningkatan daya optimal yang dihasilkan oleh campuran bioetanol biji durian. Peningkatan tersebut lebih tinggi dari pada penggunaan pertalite murni yaitu sebesar 7,8 Hp. Dengan dicampurnya bioetanol biji durian sebanyak 10% dari total volume bahan bakar (E10) dapat meningkatkan daya mesin sebesar 0,1 Hp. Torsi yang dihasilkan oleh campuran bioetanol biji durian lebih kecil dari pada torsi yang dihasilkan oleh pertalite murni yaitu sebesar 23,97 Nm. Adanya peningkatan daya dan penurunan torsi ini sesuai dengan hasil eksperimen yang dilakukan oleh Prasetyo, dkk. [14].



Gambar 3. Perbandingan daya dan torsi

3.2. Emisi Gas Buang

Pengujian emisi gas buang ini dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap variasi campuran, sehingga didapatkan rata-rata hasil uji emisi gas buang hasil pembakaran. Gambar 4 menunjukkan penurunan kadar HC dan CO yang dihasilkan oleh campuran bioetanol biji durian. Kadar HC dan CO mengalami penurunan paling optimal pada variasi campuran E05. Penurunan tersebut disebabkan karena bioetanol memiliki satu susunan molekul OH di dalamnya. Oksigen yang ada di dalam susunan molekul tersebut membantu menyempurnakan proses pembakaran udara dan bahan bakar di dalam ruang silinder. Selain susunan molekul tersebut, penurunan kadar CO dan HC juga dipengaruhi oleh putaran mesin yang semakin meningkat. Putaran mesin yang diukur dari 1500 - 4000 rpm ini mengacu pada kondisi *real* rata-rata penggunaan sepeda motor di jalan. Adanya penurunan kadar HC dan CO ini sesuai dengan hasil eksperimen yang dilakukan oleh Prasetyo, dkk [14], yang data trend perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.



(a) Hidrokarbon (HC) (b) Karbonmonoksida (CO)

Gambar 4. Perbandingan hasil uji emisi HC dan CO

4. Kesimpulan

Hasil produksi bioetanol dari biji durian yang dipergunakan dalam eksperimen ini memiliki kadar >99%. Variasi campuran bioetanol dengan bensin pertalite yang digunakan adalah E05 (5%), E10 (10%) dan E15 (15%). Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan campuran bioetanol mampu sedikit mereduksi emisi HC dan CO pada pengoperasian putaran mesin antara 2000-4000 rpm. Daya mesin juga masih mampu dipertahankan dengan performa yang relatif tinggi sebagaimana pada penggunaan bahan bakar pertalite murni. Penurunan kadar emisi HC dan CO dapat dicapai secara optimal pada variasi E05.

Daftar Pustaka

- [1] A. Demirbas, "Biofuels securing the planet's future energy needs," *Energy Convers. Manag.*, vol. 50, no. 9, pp. 2239–2249, 2009.
- [2] S. Kumar, N. Singh, and R. Prasad, "Anhydrous ethanol: A renewable source of energy," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 14, no. 7, pp. 1830–1844, 2010.
- [3] P. Iodice and A. Senatore, "Cold start emissions of a motorcycle using ethanol-gasoline blended fuels," *Energy Procedia*, vol. 45, pp. 809–818, 2014.
- [4] P. Iodice, A. Senatore, G. Langella, and A. Amoresano, "Effect of ethanol – gasoline blends on CO and HC emissions in last generation SI engines within the cold-start transient: An experimental investigation," *Appl. Energy*, vol. 179, pp. 182–190, 2016.
- [5] P. Iodice, G. Langella, and A. Amoresano, "Ethanol in gasoline fuel blends: Effect on fuel consumption and engine out emissions of SI engines in cold operating conditions," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 130, no. 2018, pp. 1081–1089, 2020.
- [6] M. Antonietta *et al.*, "Performances and emissions of a 4-stroke motorcycle fuelled with ethanol / gasoline blends," *Fuel*, vol. 183, no. 2016, pp. 470–477, 2020.
- [7] P. Sakthivel, K. A. Subramanian, and R. Mathai, "Comparative studies on combustion, performance and emission characteristics of a two-wheeler with gasoline and 30% ethanol-gasoline blend using chassis dynamometer," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 146, no. August 2018, pp. 726–737, 2019.
- [8] R. Chen, L. Chiang, C. Chen, and T. Lin, "Cold-start emissions of an SI engine using ethanol e gasoline blended fuel," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 31, no. 8–9, pp. 1463–1467, 2011.
- [9] M. Al-Hasan, "Effect of ethanol – unleaded gasoline blends on engine performance and exhaust emission," *Energy Convers. Manag.*, vol. 44, pp. 1547–1561, 2003.
- [10] R. C. Costa and J. R. Sodr e, "Hydrous ethanol vs. gasoline-ethanol blend: Engine performance and emissions," *Fuel*, vol. 89, no. 2, pp. 287–293, 2010.
- [11] A. Elfasakhany, "Exhaust emissions and performance of ternary iso-butanol e bio- methanol e gasoline and n-butanol e bio-ethanol e gasoline fuel blends in spark-ignition engines: Assessment and comparison," *Energy*, vol. 158, pp. 830–844, 2018.
- [12] M. Eyidogan, A. N. Ozsezen, M. Canakci, and A. Turkcan, "Impact of alcohol – gasoline fuel blends on the performance and combustion characteristics of an SI engine," *Fuel*, vol. 89, no. 10, pp. 2713–2720, 2010.

- [13] G. Najafi, B. Ghobadian, T. Tavakoli, D. R. Buttsworth, T. F. Yusaf, and M. Faizollahnejad, "Performance and exhaust emissions of a gasoline engine with ethanol blended gasoline fuels using artificial neural network," *Appl. Energy*, vol. 86, no. 5, pp. 630–639, 2009.
- [14] I. Prasetyo, S. Sarjito, and M. Effendy, "Analisa performa mesin dan kadar Emisi gas buang kendaraan bermotor dengan memanfaatkan bioetanol dari bahan baku singkong sebagai bahan bakar alternatif campuran pertalite," *Media Mesin*, pp. 43–54, 2018.