

## **Pengaruh variasi bukaan throttle terhadap kinerja mesin bensin berbahan bakar campuran limonen-heptana**

**Mega Nur Sasongko<sup>a,1</sup>, Musyaroh, Umair Abdussalam<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Departemen Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Malang, 64145

<sup>1</sup>[megasasongko@ub.ac.id](mailto:megasasongko@ub.ac.id)

### **ABSTRACT**

The use of alternative fuels has garnered significant attention in the automotive industry due to their potential to reduce environmental impact and enhance engine performance. The oil extracted from orange peels has a composition and physical properties that can be utilized as fuel for gasoline engines. The content of limonene compounds in orange peel oil has favorable characteristics as an alternative fuel. This research aims to determine the effect of throttle opening variations on the performance of gasoline engines, including power, torque, fuel consumption, and efficiency, using a mixture of limonene and gasoline as fuel. Testing of a fuel mixture of limonene and heptane was conducted on a gasoline motorcycle with a volume size of 125 cc. Power and torque of the engine are measured using a dynotest power measuring device at a constant engine speed of 2000 rpm. The throttle opening is varied at 30°, 60°, and 90°. A glass burette is attached to the test experiment to measure fuel consumption in a gasoline engine. The research results indicate that the use of a limonene-heptane mixture can have a positive impact on engine performance, especially at higher throttle openings. Compared to pure gasoline, the limonene-heptane blend shows an increase in torque and power output, as well as a reduction in fuel consumption. Additionally, the consumption of the limonene-heptane blend demonstrates a decrease in fuel consumption compared to pure gasoline. This finding indicates that adding limonene to gasoline fuel formulations could be a viable approach to enhance efficiency and reduce dependence on fossil fuels for gasoline engines.

**Keywords:** limonene, heptane, opening throttle, engine performance

**Received** 2 September 2024; **Presented** 2 Oktober 2024; **Publication** 20 Januari 2025  
DOI: 10.71452/590806

### **PENDAHULUAN**

Efisiensi bahan bakar dan kinerja emisi dari mesin pembakaran internal telah menjadi area penelitian dan pengembangan yang terus berlangsung di industri otomotif. Salah satu pendekatan untuk meningkatkan kinerja mesin adalah melalui penggunaan aditif bahan bakar, yang dapat mengubah karakteristik pembakaran bahan bakar dan berpotensi meningkatkan efisiensi mesin. (Won, 2021) (Suiyay et al., 2020). Salah satu alternatif aditif bahan bakar bensin yang ramah lingkungan adalah minyak atsiri kulit jeruk. Kulit jeruk yang seringkali dianggap limbah memiliki kandungan senyawa alami seperti limonene yang berpotensi meningkatkan angka oktan bensin. Angka oktan adalah ukuran kemampuan bahan bakar untuk menghindari ketukan (knocking) dalam mesin, yang dapat merusak mesin dan mengurangi efisiensi kendaraan. Dengan menambahkan ekstrak kulit jeruk, diharapkan dapat meningkatkan stabilitas pembakaran bahan bakar serta mengurangi emisi gas buang yang berbahaya. Pendekatan ini tidak hanya memanfaatkan sumber daya hayati yang melimpah dan terbarukan, tetapi juga berpotensi mengurangi ketergantungan pada aditif berbasis fosil, sehingga mendukung pengembangan

bahan bakar yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan

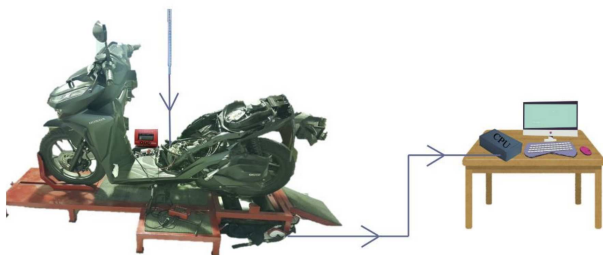
Dalam mengeksplorasi potensi ekstrak kulit jeruk sebagai aditif bahan bakar untuk meningkatkan angka oktan, sejumlah literatur dapat memberikan gambaran mendalam mengenai efektivitas dan mekanisme kerja senyawa ini. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa senyawa limonene, komponen utama dalam minyak esensial dari kulit jeruk, memiliki struktur kimia yang memungkinkan peningkatan angka oktan potensi untuk meningkatkan karakteristik pembakaran (Al-Arkawazi, 2019). Penelitian oleh Smith et al. (2020) mengungkapkan bahwa penambahan limonene pada campuran bensin dapat meningkatkan resistensi terhadap knocking, sebuah temuan yang didukung oleh eksperimen laboratorium yang menunjukkan kinerja mesin yang lebih baik. Selain itu, Chowdhury dan rekannya (2019) menjelaskan bahwa ekstrak dari kulit jeruk dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang lebih bersih. Penelitian ini juga menekankan pentingnya metode ekstraksi yang efisien untuk mendapatkan minyak esensial dalam jumlah yang cukup untuk diterapkan dalam skala industri. Dalam konteks lingkungan, studi oleh Patel et al. (2021) menekankan manfaat pengurangan emisi karbon dari penggunaan aditif berbasis limonene

dibandingkan aditif berbasis bahan kimia sintesis tradisional, mengurangi dampak negatif polusi udara.

Meskipun beberapa penelitian menunjukkan bahwa limonene dapat meningkatkan angka oktan, masih ada kebutuhan untuk data lebih konsisten mengenai seberapa besar peningkatan yang bisa dicapai dalam berbagai kondisi mesin dan campuran bahan bakar. Ini termasuk memahami batas maksimum penambahan limonene sebelum efek peningkatan stabil atau mengalami penurunan efisiensi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh penambahan minyak limonen sebagai aditif bahan bakar n-heptane terhadap kinerja mesin pembakaran bensin. N-heptane yang merupakan senyawa dengan angka oktan mendekati nol digunakan dalam penelitian ini untuk melihat efek yang lebih detail tentang penambahan prosentasi limonen terhadap perubahan angka oktan bahan bakar.

## METODOLOGI

Penelitian tentang kinerja mesin bensin dengan aditif minyak kulit jeruk dilakukan pada sebuah sepeda motor 4 langkah satu silinder bervolume 124.8 cc dengan kompresi rasio 9.3 : 1. Pengujian kinerja motor bensin yang meliputi torsi dan daya mesin diuji menggunakan peralatan dynotest untuk sepeda motor dengan type. Pengujian menggunakan dynotest ini merupakan metode yang efektif untuk menilai kinerja mesin bensin. Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian adalah campuran antara limonen dan heptana dengan variasi prosentase dari limonen dalam heptana dari 0% sampai 100%. Pengukuran konsumsi bahan bakar mesin bensin dilakukan dengan menggunakan buret bahan bakar yang dipasang di samping motor menggantikan tangka bahan bakar sepeda motor. Dari buret bahan bakar tersebut dapat diamati kebutuhan bahan bakar selama selang waktu tertentu. Detail instalasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini



Gambar 1 Skema penelitian

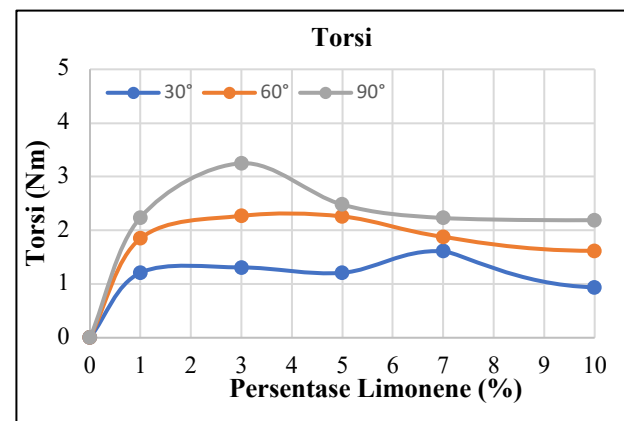
Dalam penelitian ini, bukaan throttle divariasikan dalam 30, 60 dan 90% untuk melihat pengaruh bukaan throttle terhadap kinerja motor bensin. Prosedur pengambilan sampel dimulai dengan mempersiapkan

bahan bakar sebanyak 100 ml berisi campuran n-heptana dan limonene sebagai zat aditif sesuai dengan persentase yang diinginkan. Bahan bakar tersebut akan dicampur menggunakan magnetic stirrer selama 5 menit. Selanjutnya bahan bakar campuran tersebut dimasukkan ke dalam buret yang terhubung dengan fuel pump motor hingga terisi 100 ml pada buret.

Mesin motor dinyalakan sekaligus masuk ke aplikasi di dynotest untuk mengukur performansi yang meliputi torsi dan daya mesin. Di waktu yang bersamaan dihitung jumlah pengurangan bahan bakar yang terbaca pada buret bahan bakar untuk mendapatkan daya konsumsi bahan bakar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.5.3. Prosedur Pengujian

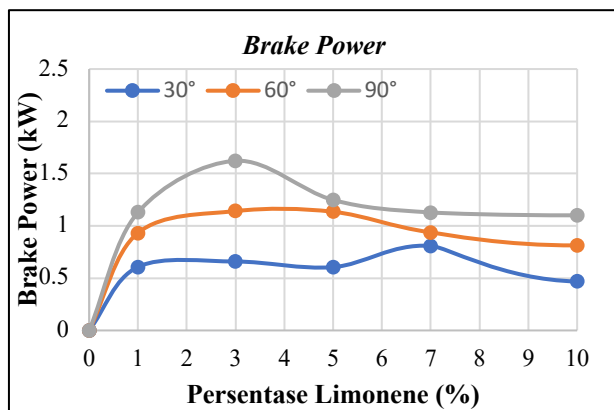


Gambar 2 Pengaruh prosentase limonen dalam bahan bakar terhadap torsi motor bensin

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara penambahan aditif limonen pada bahan bakar heptana terhadap peningkatan torsi pada mesin bensin. Variabel lain yang juga diuji dan dipertimbangkan adalah bukaan throttle (30%, 60%, dan 90%), yang mewakili beban kerja mesin yang berbeda. Secara umum, grafik menunjukkan tren peningkatan torsi hingga titik optimum tertentu dengan penambahan limonen, kemudian cenderung konstan atau bahkan sedikit menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan limonen dalam jumlah tertentu dapat meningkatkan torsi mesin, namun penambahan yang berlebihan justru dapat menurunkan kinerja.

Pada bukaan Throttle 30% atau bukaan throttle terkecil ini, penambahan limonen memberikan peningkatan torsi yang cukup signifikan hingga mencapai titik maksimum sekitar 1-2% penambahan limonen. Setelah titik ini, torsi cenderung stabil. Bukaan Throttle 60%, tren peningkatan torsi serupa dengan bukaan 30%, namun titik maksimum torsi dicapai pada konsentrasi limonen yang sedikit lebih tinggi di angka 3%, Sedangkan pada bukaan throttle

90%, peningkatan torsi akibat penambahan limonen kurang signifikan dibandingkan dengan dua bukaan throttle sebelumnya. Titik maksimum torsi juga dicapai pada konsentrasi limonen yang lebih tinggi di prosentase limonen 7%

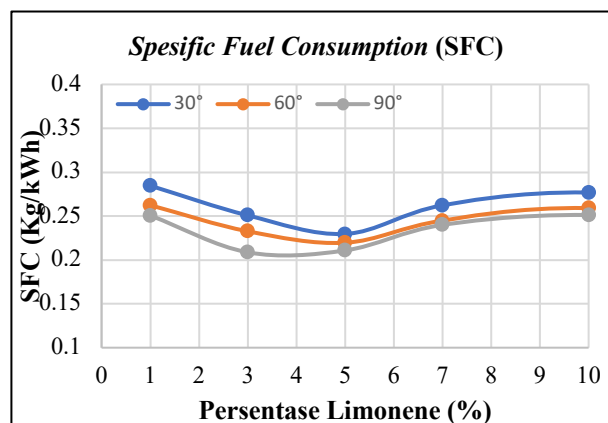


Gambar 3 Pengaruh prosentase limonen dalam bahan bakar terhadap daya motor bensin

Gambar 3 data menggambarkan hubungan antara penambahan aditif limonen pada bahan bakar heptane terhadap daya mesin pada berbagai bukaan throttle 30°, 60°, dan 90°. Daya rem merupakan ukuran daya yang diserap oleh rem saat mesin beroperasi. Secara umum, grafik menunjukkan tren peningkatan daya rem hingga titik optimum tertentu dengan penambahan limonen, kemudian cenderung konstan atau bahkan sedikit menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan limonen dalam jumlah tertentu dapat meningkatkan daya mesin, namun penambahan yang berlebihan justru dapat menurunkan kinerja mesin.

Pada Bukaan Throttle 30% penambahan limonen memberikan peningkatan daya yang cukup signifikan hingga mencapai titik maksimum sekitar 1-2% penambahan limonen. Setelah titik ini, daya rem cenderung stabil. Pada bukaan Throttle 60% tren peningkatan daya rem serupa dengan bukaan 30%, namun titik maksimum daya rem dicapai pada konsentrasi limonen yang sedikit lebih tinggi. Sedangkan, pada bukaan Throttle 90%, peningkatan daya akibat penambahan limonen kurang signifikan dibandingkan dengan dua bukaan throttle sebelumnya. Titik maksimum daya juga dicapai pada konsentrasi limonen yang lebih tinggi.

Limonen, sebagai aditif, diduga meningkatkan angka oktan bahan bakar. Angka oktan yang lebih tinggi memungkinkan mesin bekerja pada rasio kompresi yang lebih tinggi tanpa mengalami knocking. Hal ini berpotensi meningkatkan efisiensi pembakaran dan menghasilkan torsi yang lebih besar

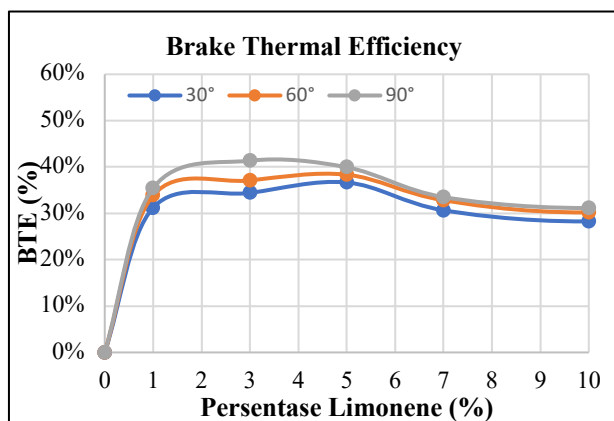


Gambar 4 Pengaruh prosentase limonen dalam bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar motor bensin

Gambar 4 di atas menggambarkan hubungan antara penambahan aditif limonen pada bahan bakar heptane terhadap konsumsi bahan bakar spesifik (Specific Fuel Consumption) pada berbagai bukaan throttle (30°, 60°, dan 90°). Specific Fuel Consumption merupakan ukuran efisiensi mesin, yang menunjukkan berapa banyak bahan bakar yang dikonsumsi untuk menghasilkan satu satuan energi kilowatt-hour). Secara umum, grafik menunjukkan tren penurunan SFC hingga titik optimum tertentu dengan penambahan limonen, kemudian cenderung meningkat kembali. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan limonen dalam jumlah tertentu dapat menurunkan konsumsi bahan bakar mesin dan meningkatkan efisiensi mesin, namun penambahan yang berlebihan justru dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar.

Pada bukaan Throttle 30%, penambahan limonen memberikan penurunan SFC yang cukup signifikan hingga mencapai titik minimum sekitar 2-3% penambahan limonen. Setelah titik ini, SFC cenderung meningkat kembali. Pada bukaan Throttle 60%, tren penurunan SFC serupa dengan bukaan 30%, namun titik minimum SFC dicapai pada konsentrasi limonen yang sedikit lebih tinggi. Sedangkan pada bukaan Throttle 90%, penurunan SFC akibat penambahan limonen kurang signifikan dibandingkan dengan dua bukaan throttle sebelumnya. Titik minimum SFC juga dicapai pada konsentrasi limonen yang lebih tinggi.

Penurunan SFC yang disebabkan oleh penambahan limonen mengindikasikan peningkatan efisiensi pembakaran. Pembakaran yang lebih efisien berarti lebih sedikit bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan tenaga yang sama.



Gambar 5 Pengaruh prosentase limonen dalam bahan bakar terhadap termal efisiensi motor bensin

Grafik 5 di atas menggambarkan hubungan antara penambahan aditif limonen pada bahan bakar heptane terhadap efisiensi termal (Brake Thermal Efficiency/BTE) pada berbagai bukaan throttle (30°, 60°, dan 90°). BTE adalah ukuran seberapa efisien mesin mengubah energi panas dari pembakaran bahan bakar menjadi daya mekanik yang dapat digunakan. Secara umum, grafik menunjukkan tren peningkatan BTE hingga titik optimum tertentu dengan penambahan limonen, kemudian cenderung konstan atau bahkan sedikit menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan limonen dalam jumlah tertentu dapat meningkatkan efisiensi termal mesin, namun penambahan yang berlebihan justru dapat menurunkan efisiensi.

Pada bukaan Throttle 30%, penambahan limonen memberikan peningkatan BTE yang cukup signifikan hingga mencapai titik maksimum sekitar 3-4% penambahan limonen. Setelah titik ini, BTE cenderung stabil. Pada bukaan Throttle 60%, tren peningkatan BTE serupa dengan bukaan 30%, namun titik maksimum BTE dicapai pada konsentrasi limonen yang sedikit lebih tinggi. Sedangkan pada bukaan Throttle 90%, peningkatan BTE akibat penambahan limonen kurang signifikan dibandingkan dengan dua bukaan throttle sebelumnya. Titik maksimum BTE juga dicapai pada konsentrasi limonen yang lebih tinggi. Peningkatan BTE yang disebabkan oleh penambahan limonen mengindikasikan bahwa limonen membantu proses pembakaran menjadi lebih lengkap dan efisien. Pembakaran yang lebih lengkap berarti lebih banyak energi panas dari bahan bakar yang diubah menjadi energi mekanik.

## KESIMPULAN

Dari penelitian tentang pengaruh prosentase limonen dalam bahan bakar heptane terhadap kinerja motor

bensin, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar prosentase limonen dalam bahan bakar heptane akan meningkatkan torsi dan daya hingga titik optimum di antara 3-5% penambahan limonen, kemudian cenderung konstan atau bahkan sedikit menurun pada penambahan limonen yang lebih tinggi
2. Semakin besar prosentase limonen dalam bahan bakar heptane akan menurunkan konsumsi bahan bakar hingga titik optimum di antara 3-5% penambahan limonen, kemudian cenderung meningkat dengan penambahan limonen yang lebih tinggi
3. Torsi dan daya mesin semakin besar seiring dengan bukaan throttle mesin, sedangkan menurun untuk konsumsi bahan bakar mesin.
4. Penambahan limonen dalam bahan bakar heptane mencapai optimum pada persentase 3 – 5 % untuk menghasilkan efisiensi termal yang paling besar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dapat menuliskan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian yang dipublikasikan dalam jurnal ini.

## KONTRIBUSI PENULIS

Mega Nur Sasongko bertanggung jawab atas perancangan dan pelaksanaan eksperimen, termasuk pengaturan dynotest dan variasi bukaan throttle pada mesin bensin untuk mengukur daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar. Musyaroh fokus pada pengolahan dan karakterisasi minyak kulit jeruk, memastikan ekstraksi dan kemurnian limonene-heptane. Umair Abdussalam menangani analisis efisiensi bahan bakar dan dampak lingkungan, menilai potensi pengurangan emisi dari campuran tersebut. Kolaborasi mereka memastikan evaluasi yang komprehensif mengenai efektivitas limonene sebagai aditif untuk meningkatkan kinerja mesin dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, seraya menyoroti manfaat lingkungannya.

## DANA PENELITIAN

Penelitian ini telah didanai dan hibah internal penelitian Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Nomor: : 09/UN10.F07/H.PN/2023.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] H. W. Won, "A Method and System for Combining the Advantages of Gasoline Compression Ignition (GCI) Engine Technologies into Hybrid Electric Vehicles (HEVs)".
- [2] C. Suiyay, K. Laloan, S. Katekaew, K. Senawong, P. Noisuwan and S. Sudajan, "Effect of gasoline-like fuel obtained from hard-resin of Yang (*Dipterocarpus alatus*) on single cylinder gasoline engine performance and exhaust emissions".
- [3] W. Zhang, Z. Li, P. Jiao, B. Shen, H. Wang and H. Zhang, "Experimental investigation of emission characteristics based on new alcohol-based gasoline fuel".
- [4] A. Jaecker-Voirol, I. Durand, G. Hillion, B. Delfort and X. Montagne, "Glycerin for New Biodiesel Formulation".
- [5] A. Koenig, W. Lee and W. Bernhardt, "Technical and Economical Aspects of Methanol as an Automotive Fuel".
- [6] D. Qi, C. Jia and Y. Feng, "Combustion and emissions behaviour for methanol–gasoline blended fuels in a multipoint electronic fuel injection engine".
- [7] G. D. Ebersole and F. S. Manning, "Engine Performance and Exhaust Emissions: Methanol versus Isooctane".