

Karakteristik Pembakaran Droplet Campuran Bensin Oktan Rendah dengan Penambahan Minyak Kulit Jeruk

Musyaroh^{1*}, Anisah Nurul Izza², Rizqa Ruviana³, Tria Puspa Sari⁴,
Fatkhurrohman⁵, Widya Wijayanti⁶

^{1,2,3,4,5}Prodi Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya, Indonesia
Jl. Rungkut Madya no 1 Gunung Anyar, Surabaya, Indonesia
⁶Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono 167, Kota Malang, Indonesia
*Corresponding author: musyaroh.ft@upnjatim.ac.id

Abstract

The use of waste as an alternative fuel is being continually developed to support the clean energy transition. Orange peel oil (OPO) contains limonene, a volatile hydrocarbon compound with double bonds that has the potential to be used as a gasoline additive. However, studies directly examining its effect on droplet combustion characteristics are still limited. This study aims to fill this gap by evaluating the droplet combustion dynamics of a mixture of low-octane gasoline and OPO through visual and thermal approaches. Experiments were conducted by burning 10 μ L droplets using a metal stand, with the essential oil concentration varying from 1% to 100%. Visualization was performed using a high-speed camera, and temperature measurements were carried out with a K-type thermocouple. The results showed that the addition of OPO prolonged the combustion time, decreased the combustion rate constant, and increased the maximum temperature. Microexplosions were observed starting at concentrations $\geq 25\%$, due to differences in boiling points between the components. Flame visualization confirmed the quantitative results, with brighter and longer-lasting flames at higher concentrations. This study concludes that OPO can significantly modify the droplet combustion characteristics and shows potential as a waste-based biofuel additive, which can improve the efficiency and sustainability of gasoline combustion systems

Keywords: Droplet, fuel blends, limonene, gasoline, combustion

Abstrak

Pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar alternatif terus dikembangkan untuk mendukung transisi energi bersih. Minyak kulit jeruk (OPO) mengandung limonene, senyawa hidrokarbon volatil dengan ikatan rangkap yang berpotensi digunakan sebagai aditif bensin. Namun, kajian tentang pengaruhnya terhadap karakteristik pembakaran droplet secara langsung masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengisi celah tersebut dengan mengevaluasi dinamika pembakaran droplet campuran low-octane gasoline dan OPO melalui pendekatan visual dan termal. Eksperimen dilakukan dengan membakar droplet 10 μ L menggunakan dudukan logam, divariasikan pada konsentrasi minyak atsiri sebesar 1–100%. Visualisasi menggunakan high speed camera dan pengukuran temperatur dilakukan dengan termokopel tipe-K. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan OPO memperpanjang waktu pembakaran, menurunkan konstanta laju pembakaran, dan meningkatkan temperatur maksimum. Fenomena microexplosion teramati mulai konsentrasi $\geq 25\%$, diakibatkan perbedaan titik didih antar komponen. Visualisasi nyala menguatkan hasil kuantitatif, dengan nyala lebih terang dan bertahan lebih lama pada konsentrasi tinggi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa OPO mampu memodifikasi karakteristik pembakaran droplet secara signifikan dan menunjukkan potensi sebagai aditif biofuel berbasis limbah, yang dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem pembakaran bensin.

Kata kunci: Droplet, campuran bahan bakar, limonene, bensin, pembakara

1. Pendahuluan

Ketahanan energi di Indonesia semakin lemah ditandai dengan tingginya konsumsi energi fosil dibandingkan dengan cadangan energi yang dimiliki. Lebih dari 90% sektor di Indonesia bergantung pada bahan bakar fosil [1]. Tingginya jumlah tersebut

menyebabkan meningkatnya tekanan global untuk menurunkan emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu berbagai penelitian terkait peningkatan kualitas bahan bakar dan penurunan emisi dilakukan. Salah satunya yaitu melalui eksplorasi biofuel seperti minyak kulit jeruk manis.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v15i1.4741>

Received 24 November 2025; Received in revised form 24 June 2026; Accepted 8 July 2026

Available online 10 July 2026



Minyak kulit jeruk (OPO) telah diketahui memiliki sifat dan karakteristik yang menyerupai bahan bakar [2]. Hal tersebut karena minyak kulit jeruk mengandung 90% senyawa limonene serta beberapa senyawa lainnya seperti eugenol, beta mirsen, dan triasetin [3]. Studi yang dilakukan sebelumnya [4] menunjukkan bahwa penambahan minyak kulit jeruk pada bensin RON 88 dapat meningkatkan karakteristik fisik dan kimia seperti densitas, viskositas, nilai kalor, dan *Research Octane Number* (RON). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan 25% minyak kulit jeruk ke dalam bensin RON 88 dapat meningkatkan angka oktan hingga 95. Hal tersebut terjadi karena limonene yang terkandung dalam minyak kulit jeruk memiliki gugus percabangan metil dan ikatan rangkap yang dapat meningkatkan stabilitas bahan bakar sehingga mampu menahan inisiasi auto-ignition pada suhu awal pembakaran [5]. Selain itu, minyak kulit jeruk juga memiliki karakteristik yang mudah menguap dengan titik didih sekitar 176°C dan densitas 0,84 g/ml yang berpotensi untuk dijadikan sebagai aditif bahan bakar.

Potensi minyak kulit jeruk sebagai bahan bakar telah diteliti oleh Purushothaman [6] dan [7] yang mengidentifikasi performa dan emisi *compression ignition engine* (CI Engine) dengan campuran bahan bakar diesel dan minyak kulit jeruk. Sementara itu, Saravanan [8] meneliti pengaruh penambahan minyak kulit jeruk pada bensin terhadap efisiensi termal dan emisi gas buang *spark ignition engine* (SI Engine). Pada penelitian lain disebutkan bahwa minyak kulit jeruk juga memiliki potensi sebagai bahan bakar jet [9]. Namun, penelitian terdahulu masih terbatas pada analisis karakteristik makroskopis seperti performa mesin dan emisi gas buang [10], tanpa menjelaskan secara mendalam mekanisme pembakaran bahan bakar pada skala mikroskopis. Padahal untuk memahami perilaku bahan bakar secara komprehensif dibutuhkan investigasi mendalam terhadap perilaku pembakaran

pada tingkat partikel atau droplet. Salah satu metode yang relevan yaitu dengan pengujian pembakaran droplet tunggal. Pengujian droplet dapat merepresentasikan proses fundamental dalam pembakaran seperti penguapan, difusi masa, pembentukan nyala, *microexplosion* atau *puffing* [11].

Penelitian terkait pembakaran droplet telah banyak diteliti dengan pendekatan hukum D^2 yang menyatakan bahwa kuadrat diameter droplet dapat menurun secara linier terhadap waktu pembakaran. Hal tersebut dapat menjadi acuan dalam mengevaluasi *burning rate* dan stabilitas pembakaran khususnya pada bahan bakar cair satu komponen. Dalam campuran bahan bakar multi komponen seperti campuran bensin dengan minyak kulit jeruk, terdapat perbedaan signifikan dalam titik didih dan tekanan uap dimana hal tersebut mengganggu kestabilan pembakaran dan dapat memicu *microexplosion* [12]. Namun saat ini belum ada penelitian yang membahas perilaku droplet campuran bensin dengan minyak kulit jeruk. Padahal fenomena yang terjadi pada pembakaran droplet campuran bensin dengan minyak kulit jeruk berpotensi untuk mempercepat atomisasi bahan bakar dan meningkatkan efisiensi perpindahan panas. Oleh karena itu, pengujian pembakaran droplet tunggal merupakan metode yang tepat untuk mengidentifikasi potensi bioaditif minyak kulit jeruk sebagai peningkat performa pembakaran bensin. Fokus utama penelitian ini adalah mengukur parameter krusial seperti waktu pembakaran, *burning rate*, regresi diameter droplet serta distribusi temperature maksimum selama proses pembakaran dan intensitas *microexplosion*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pemahaman karakteristik mikroskopis dari penambahan minyak kulit jeruk terhadap bensin beroktan rendah dan membuka peluang implementasi minyak kulit jeruk sebagai bioaditif pada skala yang lebih luas.

2. Metode Penelitian

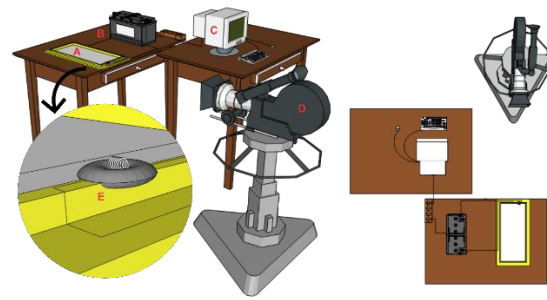
Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk menganalisis

karakteristik pembakaran pada bensin rendah oktan (*low-octane gasoline*) RON 88 yang dinotasikan dengan LG yang telah ditambah aditif OPO dengan fraksi 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, dan 75% (v/v). Berdasarkan pengujian *physical properties* yang dilakukan, *low-octane gasoline* dan aditif OPO yang digunakan pada penelitian ini memiliki karakteristik fisik seperti yang terlihat pada tabel 1. Penelitian dilakukan dengan mencampurkan bahan bakar dengan aditif dengan metode agitasi dalam gelas kimia tertutup dalam kondisi STP.

Tabel 1. Karakteristik fisik dan kimia *low octane gasoline* dan aditif OPO

Properties	Gasoline RON 88	Minyak kulit jeruk (OPO)
Density (g.cm ³)	0.76	0.8
Viscosity (cSt)	1.95	1.7
Heating value	8624	10578
Flash point (°C)	-43	74
Solubility in water	Insoluble	Insoluble

Pengujian sampel dilakukan menggunakan alat pembakar droplet dengan skema seperti pada *Gambar 1*, dibawah gravitasi normal dengan tekanan atmosfer dan suhu ruang. Temperatur lingkungan pada penelitian ini diukur menggunakan thermocouple tipe-R (diameter 0.05 mm) yang ditempatkan pada jarak 2 mm di area pembentukan droplet (diatas coil pemanas). Proses identifikasi evolusi api dilakukan menggunakan kamera *high speed* (Keyence) dengan kecepatan 10-260000 *fps* yang diletakkan pada jarak 10 cm tepat di depan droplet. Proses pengapian droplet menggunakan sumber pemanas Ni-Cr dengan resistansi kawat 1,02 Ω, diameter 0.5 mm, dan panjang 23 mm. Pemanas listrik ini ditenagai oleh arus bolak-balik 220 V, yang diubah menjadi arus searah 12 V menggunakan transformator step-down dengan daya 50 W, arus 8 A, dan resistansi 8 Ω. Proses penetasan droplet pada penelitian ini menggunakan mikropipet 10 μL.



Gambar 1. Skema alat pengujian droplet

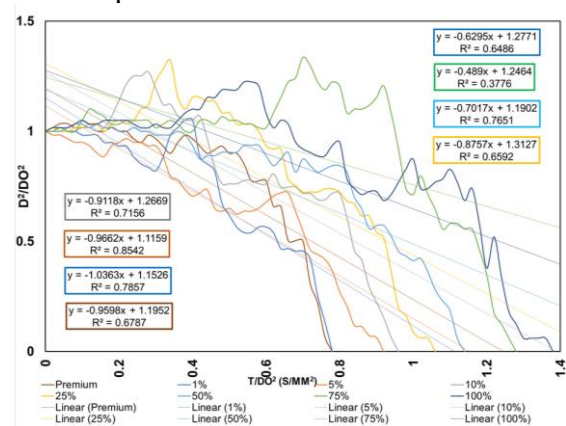
Keterangan:

- A. Alat pembakaran droplet
- B. Power supply
- C. Komputer set
- D. High speed camera
- E. Coil pemanas, thermocouple dan kawat droplet

Uji pembakaran droplet menggunakan metode tetesan tersuspensi dan teknik pembakaran *single droplet*. Termokopel tipe R yang digunakan pada penelitian ini dihubungkan ke modul data akuisisi Advantech USB-4718. Modul tersebut membaca data analog yang selanjutnya diubah menjadi data digital dan disimpan dalam komputer dengan interval pengukuran 100 ms dalam format *comma-separated values* (csv). Karakteristik yang diamati meliputi *burning time* dan rasio diameter droplet, *burning rate*, dan distribusi temperature pembakaran droplet

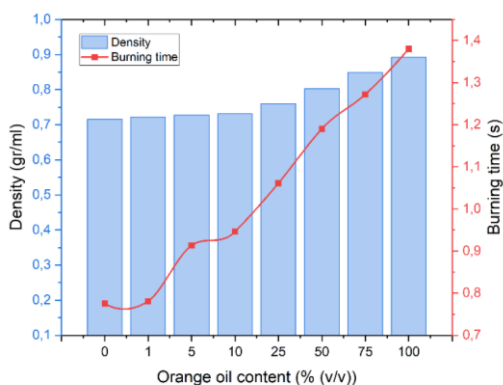
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Peran OPO terhadap Karakteristik Pembakaran dan Waktu Pembakaran Droplet



Gambar 2. Evolusi diameter droplet campuran LG-OPO (*Low-octane gasoline* dengan *orange peel oil*)

Hasil utama pada penelitian ini menunjukkan bahwa proses pembakaran mengikuti hukum D^2 , yaitu kuadrat diameter droplet menurun secara linear terhadap waktu (t). Pengukuran diameter droplet diperoleh melalui analisis citra dengan metode *image processing*. Semua diameter dihitung berdasarkan luas proyeksi droplet yang telah dikalibrasi ke satuan panjang actual. Oleh karena itu, perubahan diameter yang diperoleh mempresentasikan penyusutan droplet selama proses penguapan dan pembakaran. Pada **Error! Reference source not found.** dapat dilihat bahwa semakin lama pembakaran berlangsung, semakin kecil ukuran droplet yang terbentuk. *Low-octane gasoline* (LG) dengan penambahan OPO sebanyak 5% menghasilkan hubungan D^2 - t linier sempurna dengan nilai koefisien determinasi (R^2) tertinggi yaitu 0,8542. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada formulasi ini terjadi kestabilan proses pembakaran dan konsistensi pola penguapan. Sementara itu, pada konsentrasi 50% dan 75%, nilai R^2 cenderung menurun drastis akibat fenomena *microexplosion* yang mulai muncul secara signifikan pada konsentrasi tinggi yang secara fisik mengganggu kestabilan diameter droplet dan memunculkan fluktuasi diameter droplet yang tidak lagi sesuai dengan regresi linear.

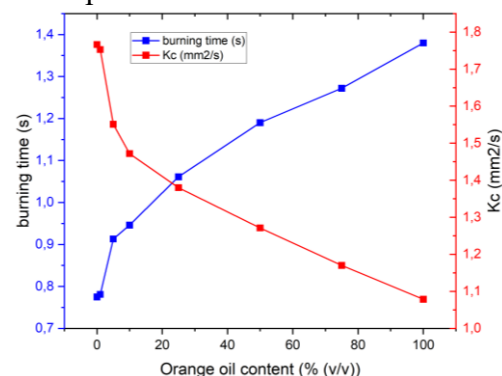


Gambar 2. Pengaruh densitas terhadap waktu pembakaran

Pada penelitian ini ditemukan bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri dalam campuran, maka semakin besar

densitas bahan bakar, sehingga waktu pembakaran droplet juga meningkat. Gambar 3 menunjukkan hubungan antara densitas dan waktu pembakaran droplet. Droplet dengan kandungan OPO sebesar 75% memiliki waktu bakar sekitar 1,38 detik, yaitu dua kali lebih lama dibandingkan bahan bakar rendah oktan. Hal ini mengindikasikan bahwa campuran bahan bakar dengan densitas dan viskositas tinggi membutuhkan waktu lebih lama untuk menguap dan bereaksi secara kimia. Fenomena ini sebanding dengan hukum konduksi panas dan difusi massa yang lebih lambat. Selain itu, lama waktu pembakaran tersebut juga mengindikasikan bahwa *low-octane gasoline* yang digunakan dalam penelitian ini mengalami peningkatan angka oktan. Semakin tinggi angka oktan bahan bakar, maka dibutuhkan energi aktivasi yang besar untuk proses pembakaran atau semakin sulit terbakar pada tekanan rendah.

3.2 Rata-rata Konstanta Laju Pembakaran Droplet



Gambar 3. Perbandingan rata-rata konstanta laju pembakaran droplet dan waktu pembakaran

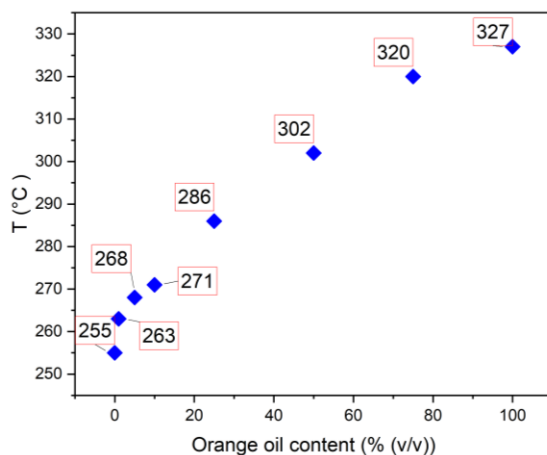
Nilai konstanta laju pembakaran droplet, atau *burning rate constant* (k), merupakan parameter kunci untuk menilai efisiensi reaksi pembakaran dalam sistem bahan bakar cair. Pada Gambar 4, terlihat bahwa peningkatan konsentrasi minyak atsiri kulit jeruk dalam campuran dengan bensin RON 88 secara konsisten menurunkan nilai k . Nilai tertinggi ditemukan pada bensin murni yaitu sekitar 1,76 mm^2/s , sedangkan pada minyak atsiri murni hanya sekitar 1,10 mm^2/s . Penurunan ini dapat dikaitkan dengan peningkatan densitas dan viskositas

bahan bakar yang memperlambat difusi panas dan uap dari permukaan droplet ke zona reaksi.

Selain itu, senyawa utama dalam OPO adalah limonene yang memiliki struktur molekul besar dengan rantai bercabang dan titik didih tinggi (176 °C). Struktur ini menyebabkan volatilitas relatif rendah dibandingkan senyawa ringan dalam bensin. Ketika konsentrasi limonene meningkat, kebutuhan energi untuk penguapan juga bertambah, menyebabkan proses pembakaran lebih lambat. Hal tersebut menunjukkan bahwa bahan bakar multikomponen dengan komposisi volatil yang tidak seimbang dapat mengalami penurunan efisiensi pembakaran pada konsentrasi aditif yang tinggi.

3.1 Temperatur Maksimal Pembakaran Droplet

Meskipun burning rate menurun, Gambar 5 memperlihatkan bahwa temperatur maksimum pembakaran justru meningkat seiring dengan naiknya kadar minyak atsiri dalam campuran. Suhu maksimum yang awalnya tercatat sekitar 255 °C pada bensin murni, meningkat hingga 327 °C saat menggunakan minyak atsiri murni. Fenomena ini tampak kontradiktif pada awalnya, namun dapat dijelaskan secara ilmiah melalui mekanisme akumulasi termal lokal.



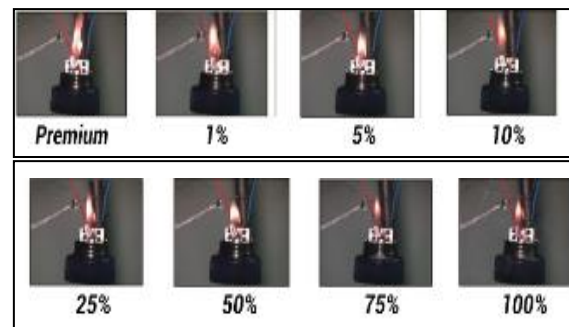
Gambar 4. Pengaruh penambahan OPO terhadap temperature maksimal pembakaran

Ketika pembakaran berlangsung lambat karena viskositas dan densitas yang tinggi,

pelepasan energi berlangsung dalam durasi lebih lama. Hal ini memungkinkan panas untuk terakumulasi secara bertahap di sekitar droplet, menaikkan suhu lokal meskipun laju penguapan menurun. Selain itu, limonene memiliki struktur hidrokarbon bercabang dengan gugus metil yang memfasilitasi reaksi oksidasi yang lebih eksotermik pada kondisi tertentu. Ini mendukung peningkatan temperatur lokal yang relatif tinggi walaupun burning rate secara makroskopik menurun.

3.2 Pengaruh Konsentrasi Minyak Kulit Jeruk Terhadap Kualitas Api Pembakaran Droplet

Kualitas visual nyala api menjadi indikator kualitatif yang memperkuat hasil kuantitatif sebelumnya. Pada Gambar 6, tampak bahwa nyala droplet dari bensin murni menunjukkan api yang relatif kecil dan cepat padam. Sebaliknya, droplet dengan kandungan minyak atsiri lebih tinggi menampilkan api yang lebih besar, lebih terang, dan bertahan lebih lama pada waktu $t = 0,3$ detik. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan minyak atsiri, khususnya limonene, meningkatkan intensitas dan stabilitas termal dari nyala api.



Gambar 5. Grafik Perbandingan visualisasi api pada $t = 0,3s$

Ciri ini sangat penting karena menunjukkan bahwa struktur kimia limonene yang mengandung ikatan rangkap dan rantai bercabang mendukung reaktivitas tinggi dan nyala yang lebih stabil, terutama pada fase pertengahan dan akhir pembakaran. Namun, perlu dicatat bahwa pada konsentrasi tinggi, terjadi potensi ketidakstabilan yang meningkat akibat

fenomena microexplosion, yakni pelepasan tekanan internal dari komponen volatil yang terjebak dalam droplet dengan viskositas tinggi. Fenomena ini menyebabkan ketidakteraturan dalam nyala dan mempercepat fragmentasi droplet, yang dapat berdampak baik terhadap atomisasi maupun sebaliknya pada kestabilan pembakaran. Secara keseluruhan, tampilan visual nyala api tidak hanya mendukung hasil pengukuran burning rate dan temperatur maksimum, tetapi juga menunjukkan bahwa OPO memiliki kemampuan untuk mengubah pola pembakaran secara nyata. Efek ini sangat dipengaruhi oleh seberapa banyak minyak atsiri yang ditambahkan dan kondisi lingkungan saat pembakaran berlangsung.

4. Kesimpulan

5. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa penambahan OPO ke dalam bensin beroktan rendah secara signifikan memengaruhi karakteristik pembakaran droplet. Peningkatan konsentrasi OPO terbukti memperpanjang waktu pembakaran, menurunkan konstanta laju pembakaran, dan meningkatkan temperatur maksimum pembakaran. Hal ini berkaitan erat dengan sifat fisik dan kimia limonene, terutama densitas tinggi dan titik didih yang lebih besar dibandingkan komponen bensin. Pada konsentrasi 25% ke atas, mulai teramati fenomena microexplosion yang menandakan ketidakstabilan pembakaran akibat perbedaan volatilitas antar komponen. Selain itu, visualisasi nyala api menunjukkan perubahan yang konsisten dengan hasil kuantitatif, di mana nyala terlihat lebih terang, stabil, dan bertahan lebih lama pada konsentrasi minyak atsiri yang tinggi. Secara praktis, hasil penelitian ini menjadi dasar dalam pengembangan bioaditif berbasis *orange peel oil* (OPO) untuk bahan bakar bensin yang lebih berkelanjutan. Karakteristik waktu pembakaran, laju pembakaran, dan temperatur droplet yang diperoleh dapat menjadi acuan awal dalam perancangan

formulasi bahan bakar. Namun, karena penelitian ini masih dilakukan pada skala *single droplet*, diperlukan pengujian lanjutan pada mesin bensin untuk memverifikasi pengaruhnya terhadap performa, konsumsi bahan bakar, dan emisi.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam pengambilan data dalam penelitian ini.

Referensi

- [1] A. F. Sa'adah, A. Fauzi, and B. Juanda, "Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik," *J. Ekon. dan Pembang. Indones.*, vol. 17, no. 2, pp. 118–137, 2017, doi: 10.21002/jepi.v17i2.661.
- [2] S. Farzad, M. Mandegari, and J. F. Görgens, "A novel approach for valorization of waste tires into chemical and fuel (limonene and diesel) through pyrolysis: Process development and techno economic analysis," *Fuel Process. Technol.*, vol. 224, no. August, 2021, doi: 10.1016/j.fuproc.2021.107006.
- [3] Musyaroh, W. Wijayanti, M. N. Sasongko, and Winarto, "The Effect of Additive Polarity Levels on the Bond Stability and RON of Low-octane Hydrocarbons," 2024. doi: 10.1063/5.0227770.
- [4] Musyaroh, W. Wijayanti, M. N. Sasongko, and Winarto, "Influence of sweet orange peel oil additive on physicochemical properties of gasoline: Influence of sweet orange peel oil," *Alexandria Eng. J.*, vol. 61, no. 6, pp. 4875–4888, 2022, doi: 10.1016/j.aej.2021.09.057.
- [5] Musyaroh, W. Wijayanti, M. Nur Sasongko, and Winarto, "The effects of limonene and eugenol additives in n-heptane and low-octane gasoline on the emission characteristics and fuel consumption of single-cylinder

- gasoline engine,” *Eng. Sci. Technol. an Int. J.*, vol. 51, no. June 2022, p. 101648, 2024, doi: 10.1016/j.jestch.2024.101648.
- [6] K. Purushothaman and G. Nagarajan, “Performance, emission and combustion characteristics of a compression ignition engine operating on neat orange oil,” *Renew. Energy*, vol. 34, no. 1, pp. 242–245, 2009, doi: 10.1016/j.renene.2008.03.012.
- [7] N. Sreenivasulu, K. Govindarajulu, K. John Samuel, Y. Rajasekhar, G. Edison, and R. Thundil Karuppa Raj, “Experimental investigation on engine performance and emission characteristics using pongamia - Orange oil blends,” *Int. J. Renew. Energy Res.*, vol. 6, no. 1, pp. 229–236, 2016.
- [8] C. G. Saravanan *et al.*, “Experimental study of feasibility of orange peel oil as a partial replacement for gasoline fuel in SI engine with and without MAO coated piston,” 2022. doi: 10.1016/j.fuel.2022.123173.
- [9] D. Mendez-Perez *et al.*, “Production of jet fuel precursor monoterpenoids from engineered *Escherichia coli*,” *Biotechnol. Bioeng.*, vol. 114, no. 8, pp. 1703–1712, 2017, doi: 10.1002/bit.26296.
- [10] T. Thoharudin, T. H. A. Santosa, and I. Iswandi, “Evaluation of Motorcycle Fueled with Blends of Gasoline and Pyrolytic Oil from Plastic–Palm Kernel Shell Co-Pyrolysis,” *ROTASI; Vol 27, No 1 Vol. 27, NOMOR 1, JANUARI 2025DO - 10.14710/rotasi.27.1.15-22*, Jan. 2025, [Online]. Available: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/view/68937>
- [11] H. Miao, Z. Zhang, X. Zheng, L. Zhang, Y. Wu, and Y. li, “Investigation on ignition enhancement characteristics by high-energy spark in a scramjet combustor under low flight Mach conditions,” *Aerosp. Sci. Technol.*, vol. 155, p. 109681, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ast.2024.109681>.
- [12] B. F. T. Kiono and D. I. Mawarni, “Kajian Eksperimental Kecepatan Pemisahan (Velocity Creaming) Biodiesel/Gliserin Terhadap Konsentrasi Tetesan (Droplet Concentration),” *Rotasi*, vol. 15, no. 2, p. 1, 2013, doi: 10.14710/rotasi.15.2.1-11.