



EFEKTIFITAS CAMPURAN BAHAN BAKAR PERTALITE DAN ZAT ADITIF TERHADAP PERFORMA MESIN KENDARAAN

Oki Prasetyo Putro^{1*} & Rizqi Fitri Naryanto²

^{1&2}Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Jalan Raya Banaran, Semarang, Jawa Tengah 50229, Indonesia

*Email: okiprasetyoputro@students.unnes.ac.id

Submit: 29-03-2026; Revised: 05-04-2026; Accepted: 08-04-2026; Published: 28-04-2026

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas campuran bahan bakar pertalite dan zat aditif terhadap performa mesin kendaraan. Metode yang digunakan adalah *systematic review* dengan pendekatan kuantitatif terhadap berbagai penelitian terdahulu yang relevan. Data dikumpulkan dari jurnal nasional dan internasional yang terbit pada rentang tahun 2015–2025. Proses seleksi literatur dilakukan menggunakan metode PRISMA, sehingga diperoleh 12 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan zat aditif pada bahan bakar pertalite dapat meningkatkan daya mesin sebesar 3%-10% dan torsi sebesar 2%-8%. Selain itu, konsumsi bahan bakar mengalami penurunan sebesar 3%-8% yang menunjukkan peningkatan efisiensi pembakaran. Emisi gas buang, khususnya karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) juga mengalami penurunan yang signifikan. Disimpulkan bahwa penggunaan zat aditif pada pertalite memberikan dampak positif terhadap performa mesin, meskipun efektivitasnya dipengaruhi oleh jenis aditif, komposisi campuran, dan kondisi mesin.

Kata Kunci: Emisi, Konsumsi Bahan Bakar, Performa Mesin, *Pertalite*, Zat Aditif.

ABSTRACT: This study aims to analyze the effectiveness of a mixture of *Pertalite* fuel and additives on vehicle engine performance. The method used was a systematic review with a quantitative approach of various relevant previous studies. Data were collected from national and international journals published between 2015 and 2025. The literature selection process was conducted using the PRISMA method, resulting in 12 articles meeting the inclusion criteria. The analysis results show that adding additives to *Pertalite* fuel can increase engine power by 3%-10% and torque by 2%-8%. Furthermore, fuel consumption decreased by 3%-8%, indicating improved combustion efficiency. Exhaust emissions, particularly carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (HC), also decreased significantly. It was concluded that the use of additives in *Pertalite* has a positive impact on engine performance, although its effectiveness is influenced by the type of additive, mixture composition, and engine condition.

Keywords: Emissions, Fuel Consumption, Engine Performance, *Pertalite*, Additives.

How to Cite: Putro, O. P., & Naryanto, R. F. (2026). Efektifitas Campuran Bahan Bakar *Pertalite* dan Zat Aditif terhadap Performa Mesin Kendaraan. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(2), 1150-1160. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i2.1219>



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan is Licensed Under a [CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Mengacu pada Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, dalam upaya menjaga kestabilan pasokan energi dalam negeri, pemerintah mengembangkan bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak sekaligus untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Bioetanol (C₂H₅OH) berasal dari pati tumbuhan yang diubah menjadi glukosa,



kemudian difermentasi hingga menghasilkan etanol dan karbon dioksida (CO₂). Bioetanol mengandung oksigen sekitar 35% (bahan bakar beroksigenat) yang menyebabkan bioetanol memiliki nilai oktan tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai aditif pada bahan bakar bensin untuk menurunkan emisi gas buang. Bioetanol dapat dihasilkan dari tanaman yang mengandung pati (umbi-umbian, jagung, dan sagu), selulosa (kayu, batang pisang, dan jerami), serta sakarida (tetes tebu, nira aren, dan nira tebu) (Yunianto & Muhaji, 2024).

Salah satu jenis pati umbi-umbian yang layak dikembangkan sebagai bahan baku bioetanol adalah pati umbi porang. Umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) termasuk dalam famili Araceae dengan ketersediaan yang cukup melimpah, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan umbi sebagai bahan baku bioetanol merupakan upaya peningkatan nilai sumber daya alam yang memiliki prospek baik untuk dikembangkan (Yunianto & Muhaji, 2024).

Biopertalite merupakan campuran antara bahan bakar minyak jenis pertalite dengan bioetanol. Biopertalite termasuk bahan bakar terbarukan yang memiliki nilai oktan lebih tinggi dibandingkan pertalite. Keunggulan biopertalite antara lain ramah lingkungan, menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah, pembakaran lebih sempurna, tidak memerlukan modifikasi mesin, dapat memperpanjang umur mesin, serta bersifat terbarukan (Yunianto & Muhaji, 2024).

Penelitian mengenai kinerja mesin sepeda motor dengan menggunakan campuran bahan bakar minyak dan bioetanol telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Salah satunya adalah penelitian Rachman *et al.* (2023) yang mengkaji torsi dan daya efektif mesin menggunakan bahan bakar pertalite dan bioetanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya mesin tertinggi sebesar 16,7 HP diperoleh pada campuran E45, lebih tinggi dibandingkan pertalite murni yang berada di bawah 16 HP. Nilai torsi tertinggi terjadi pada campuran E35 sebesar 15,49 Nm, sedangkan torsi pada pertalite murni sebesar 10,78 Nm (Yunianto & Muhaji, 2024).

Sebayang *et al.* (2020) melakukan penelitian kinerja mesin pada motor bensin menggunakan bioetanol dari biji sorgum. Pada putaran 3500 rpm, torsi mesin untuk semua campuran biopertalite biji sorgum cenderung meningkat, yaitu sebesar 38,58 Nm (E10), 38,82 Nm (E15), dan 38,95 Nm (E20), dibandingkan dengan bahan bakar pertalite (E0) sebesar 38,27 Nm. Selain itu, Putri & Muhaji (2023) meneliti penggunaan campuran pertalite dengan bioetanol limbah *brem* pada mesin Honda PCX 160 cc. Hasil penelitian menunjukkan bahwa torsi dan daya efektif tertinggi diperoleh pada bahan bakar E50, masing-masing pada putaran 6000 rpm dan 7000 rpm.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong manusia untuk menciptakan inovasi. Kebutuhan manusia yang semakin meningkat dan beragam juga menjadi pemicu perkembangan teknologi, termasuk di bidang otomotif (Mulyani & Haliza, 2021). Kendaraan seperti mobil dan sepeda motor masih bergantung pada bahan bakar berkualitas tinggi seperti pertalite dan solar yang jika digunakan secara berlebihan dapat menyebabkan kelangkaan minyak global. Berbagai penelitian telah mengembangkan bahan bakar alternatif sebagai campuran maupun pengganti bahan bakar konvensional (Rachman *et al.*, 2023).



Seiring meningkatnya permintaan energi terbarukan, berbagai negara mulai beralih ke sumber energi berkelanjutan. Saat ini, krisis bahan bakar menjadi isu internasional dan nasional yang mengkhawatirkan. Di Indonesia, dalam beberapa tahun terakhir terjadi kelangkaan bahan bakar di beberapa daerah. Kondisi ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah kendaraan bermotor serta menipisnya cadangan minyak bumi, baik di Indonesia maupun dunia (Fahrizal & Adiwibowo, 2024). Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor pada periode 2017-2021 meningkat rata-rata sebesar 4,53% per tahun, dengan total mencapai 141 juta unit pada tahun 2021. Sepeda motor merupakan jenis kendaraan yang paling banyak digunakan, yaitu sebesar 81,78%, diikuti mobil penumpang sebesar 11,2% dan mobil barang sebesar 5,3% (Iskandar *et al.*, 2022).

Sejak revolusi industri tahun 1990-an, sumber energi dunia mengalami pergeseran dari biomassa ke energi fosil, seperti batu bara dan minyak bumi. Penggunaan energi fosil yang terus meningkat menyebabkan kenaikan emisi gas rumah kaca, sehingga berdampak pada ketidakstabilan iklim, peningkatan suhu bumi, dan kenaikan permukaan air laut. Selain itu, pasokan minyak bumi Indonesia terus menurun, yang pada tahun 2021 tercatat sebesar 2,25 miliar barel (Setyono & Kiono, 2021).

Pertalite merupakan bahan bakar minyak yang diproduksi oleh PT Pertamina untuk kendaraan bermesin penyalaan busi dengan nilai oktan (RON) 90. Komposisinya terdiri atas nafta RON 65–70 dan *High Octane Mogas Component* (HOMC), serta ditambahkan zat aditif *EcoSave* yang berfungsi meningkatkan performa mesin (lebih halus, bersih, dan hemat) (Yunianto & Muhaji, 2024). Pertalite termasuk bahan bakar jenis *gasoline* yang umum digunakan di Indonesia. Penambahan etanol sebagai zat aditif pada pertalite dapat meningkatkan performa mesin secara keseluruhan (Trisnata *et al.*, 2024). Priyanto *et al.* (2021) menyatakan bahwa pertalite sebagai bahan bakar *unleaded* dengan RON 90 memiliki stabilitas oksidasi yang tinggi dan dapat meningkatkan kinerja motor bakar ketika dicampur dengan aditif.

Pangestu *et al.* (2024) menunjukkan bahwa campuran pertalite-etanol dengan *catalytic converter* memengaruhi performa sepeda motor, dimana etanol berperan dalam meningkatkan angka oktan (RON) dan kestabilan pembakaran. Penelitian Susanto (2019) menunjukkan bahwa penambahan *fuel additive* berbasis oksigenat pada bensin mampu meningkatkan daya efektif serta menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik (BSFC). Hal ini disebabkan oleh peningkatan efisiensi pembakaran akibat suplai oksigen tambahan. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penambahan etanol dalam bensin dapat meningkatkan angka oktan dan efisiensi termal mesin (Yudhanta *et al.*, 2018), serta menurunkan emisi CO dan HC (Gunawan & Effendy, 2019). Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada bensin beroktan tinggi atau campuran *biofuel* tertentu, sehingga kajian spesifik mengenai pertalite (RON 90) masih terbatas.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji pengaruh penambahan zat aditif terhadap performa mesin, sebagian besar masih bersifat parsial dan belum terintegrasi secara sistematis (Melkias *et al.*, 2023). Selain itu, variasi metode pengujian, jenis mesin, serta konsentrasi aditif menyebabkan hasil penelitian sulit dibandingkan secara langsung. Hingga saat ini, belum banyak kajian



komprehensif berbasis *systematic review* yang mensintesis hasil penelitian terkait pengaruh campuran pentalite dan zat aditif terhadap daya, torsi, BSFC, efisiensi termal, serta emisi gas buang.

Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan metode *systematic review* untuk mengintegrasikan hasil penelitian eksperimental mengenai campuran pentalite dan zat aditif, analisis komparatif lintas studi, identifikasi pola pengaruh yang konsisten, serta pengungkapan kesenjangan penelitian (*research gap*). Selain itu, penelitian ini juga menyusun rekomendasi ilmiah berbasis sintesis bukti untuk pengembangan penelitian lanjutan maupun aplikasi praktis di bidang otomotif.

Berdasarkan kajian literatur, penelitian ini mengajukan hipotesis bahwa penambahan zat aditif pada bahan bakar pentalite berpengaruh positif terhadap performa mesin yang ditunjukkan melalui peningkatan daya dan torsi, penurunan konsumsi bahan bakar spesifik, serta perbaikan emisi gas buang. Hipotesis ini akan diuji melalui sintesis sistematis terhadap penelitian empiris yang relevan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas campuran bahan bakar pentalite dan zat aditif terhadap performa mesin kendaraan.

METODE

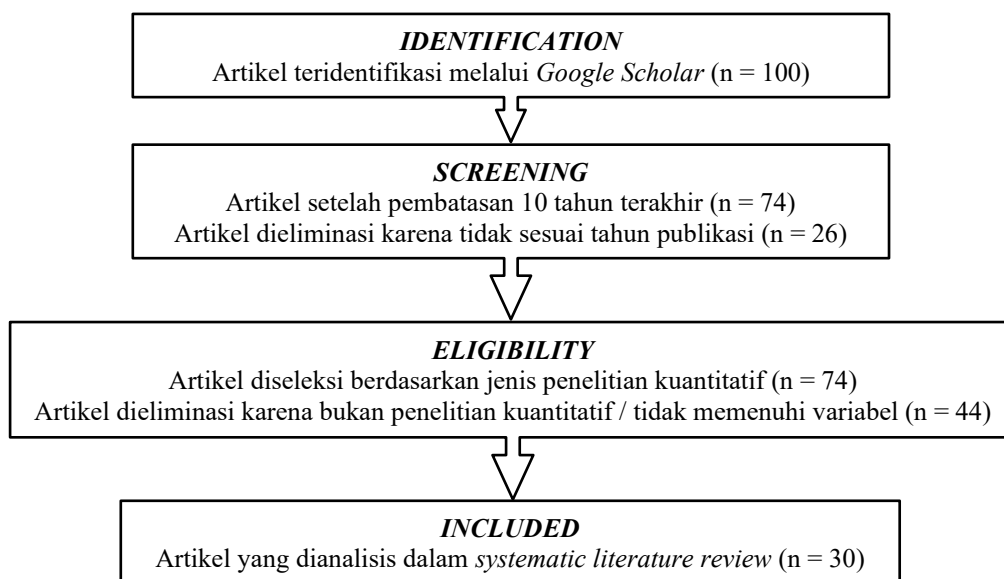
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengkaji secara komprehensif efektivitas campuran bahan bakar pentalite dan zat aditif terhadap performa mesin serta emisi gas buang. Proses kajian dilakukan secara sistematis dengan mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA) guna menjamin transparansi, replikasi, dan validitas proses seleksi literatur (Nurasiah & Azizi, 2026).

Tahap awal penelitian dimulai dengan penentuan kata kunci yang relevan, yaitu “efektivitas campuran bahan bakar pentalite dan zat aditif terhadap performa dan emisi”. Penelusuran literatur dilakukan melalui mesin pencari *Google Scholar* dengan mempertimbangkan artikel yang terindeks pada jurnal nasional SINTA 2 hingga SINTA 5 serta Portal Garuda. Hasil pencarian awal memperoleh 100 artikel yang berkaitan dengan variabel penelitian. Selanjutnya, dilakukan proses penyaringan (*screening*) berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi meliputi: 1) artikel dipublikasikan dalam rentang 10 tahun terakhir; 2) penelitian membahas campuran bahan bakar pentalite dan zat aditif; 3) memuat parameter kuantitatif performa mesin dan/atau emisi gas buang; dan 4) dipublikasikan pada jurnal nasional terindeks. Berdasarkan pembatasan tahun publikasi, jumlah artikel yang memenuhi kriteria berkurang menjadi 74 artikel.

Tahap berikutnya adalah seleksi berdasarkan jenis penelitian, yaitu hanya artikel dengan pendekatan kuantitatif eksperimental yang dianalisis lebih lanjut. Setelah dilakukan identifikasi metodologi pada masing-masing artikel, diperoleh 30 artikel yang memenuhi kriteria sebagai sampel akhir dalam kajian SLR ini. Selanjutnya, 30 artikel tersebut dianalisis melalui proses ekstraksi data yang meliputi variabel penelitian, jenis aditif yang digunakan, persentase campuran, parameter pengujian (daya, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik, serta emisi CO,

HC, dan CO₂), serta hasil utama penelitian. Data yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk tabel sintesis dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk mengidentifikasi pola, tren, serta konsistensi temuan antarpenelitian. Visualisasi data dilakukan menggunakan grafik untuk memperjelas distribusi dan kecenderungan hasil penelitian.

Dengan tahapan seleksi yang sistematis dan berbasis pada kerangka PRISMA, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif dan terstruktur mengenai efektivitas campuran bahan bakar pertalite dan zat aditif terhadap performa mesin, sekaligus mengidentifikasi celah penelitian (*research gap*) yang dapat menjadi dasar rekomendasi bagi penelitian selanjutnya.



Gambar 1. Prisma Flow Diagram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

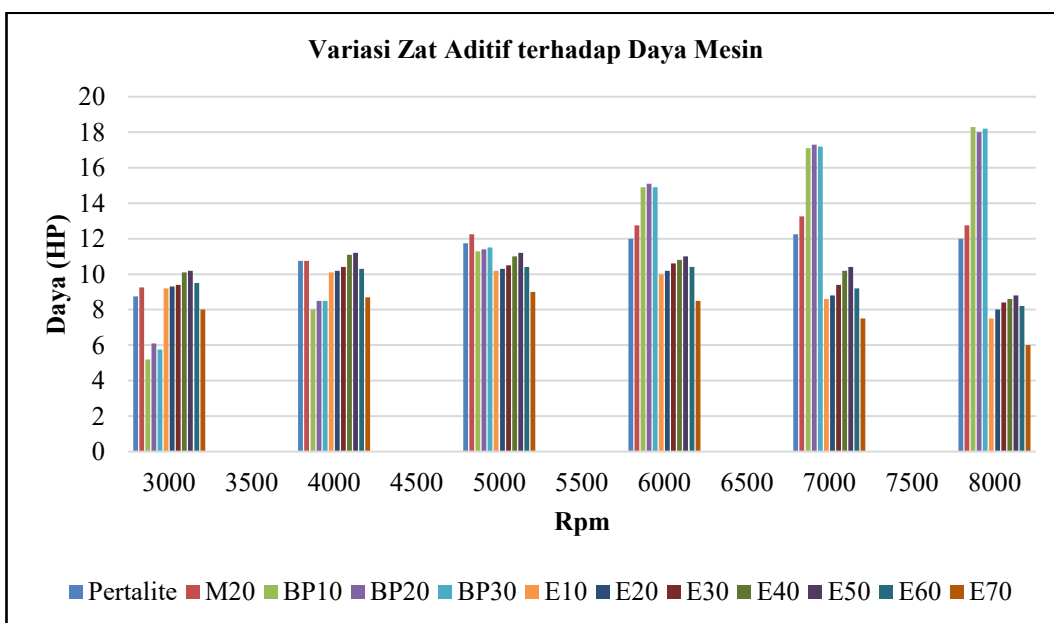
Temuan ilmiah yang diperoleh adalah dengan mencampurkan antara bahan bakar pertalite dan zat aditif seperti kulit nangka, biji durian, dan serai, maka dapat meningkatkan performa mesin kendaraan secara spesifik meningkatkan daya dan torsi mesin. Peningkatan daya terjadi dikarenakan ketika pada putaran mesin yang tinggi, maka bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar untuk dikompresi juga semakin banyak, akibatnya daya yang dihasilkan semakin meningkat.

Peningkatan torsi terjadi karena peningkatan putaran mesin yang diikuti dengan meningkatnya efisiensi volumetrik. Karena campuran bahan bakar dan oksigen yang dikompresi di ruang bakar semakin banyak, sehingga pembakaran juga semakin besar. Karena pembakaran semakin besar, maka torsi akan meningkat karena dorongan piston yang semakin besar di dalam mesin. Penambahan zat aditif berbasis bahan alami tersebut juga berpotensi memengaruhi proses atomisasi bahan bakar sehingga pembakaran menjadi lebih homogen di dalam ruang bakar. Hal ini dapat berkontribusi pada penurunan emisi gas buang tertentu apabila pembakaran berlangsung lebih sempurna.

Tabel 1. Pengaruh Aditif terhadap Daya.

RPM	3000	4000	5000	6000	7000	8000
Pertalite	8.75 HP	10.75 HP	11.75 HP	12 HP	12.25 HP	12 HP
M20	9.25 HP	10.75 HP	12.25 HP	12.75 HP	13.25 HP	12.75 HP
BP10	5.2 HP	8 HP	11.3 HP	14.9 HP	17.1 HP	18.3 HP
BP20	6.1 HP	8.5 HP	11.4 HP	15.1 HP	17.3 HP	18 HP
BP30	5.75 HP	8.5 HP	11.5 HP	14.9 HP	17.2 HP	18.2 HP
E10	9.2 HP	10.1 HP	10.2 HP	10 HP	8.6 HP	7.5 HP
E20	9.3 HP	10.2 HP	10.3 HP	10.2 HP	8.8 HP	8 HP
E30	9.4 HP	10.4 HP	10.5 HP	10.6 HP	9.4 HP	8.4 HP
E40	10.1 HP	11.1 HP	11 HP	10.8 HP	10.2 HP	8.6 HP
E50	10.2 HP	11.2 HP	11.2 HP	11 HP	10.4 HP	8.8 HP
E60	9.5 HP	10.3 HP	10.4 HP	10.4 HP	9.2 HP	8.2 HP
E70	8 HP	8.7 HP	9 HP	8.5 HP	7.5 HP	6 HP

Keterangan: HP: Satuannya; M20: Pertalite methanol 20%; BP10: Campuran bioetanol kulit buah nangka 10% dan bahan bakar pertalite 90% dari volume 1 liter; BP20: Campuran bioetanol kulit buah nangka 20% dan bahan bakar pertalite 80% dari volume 1 liter; BP30: Campuran bioetanol kulit buah nangka 30% dan bahan bakar pertalite 70% dari volume 1 liter; E10: Etanol 10%; E20: Etanol 20%; E30: Etanol 30%; E40: Etanol 40%; E50: Etanol 50%; E60: Etanol 60%; dan E70: Etanol 70%.



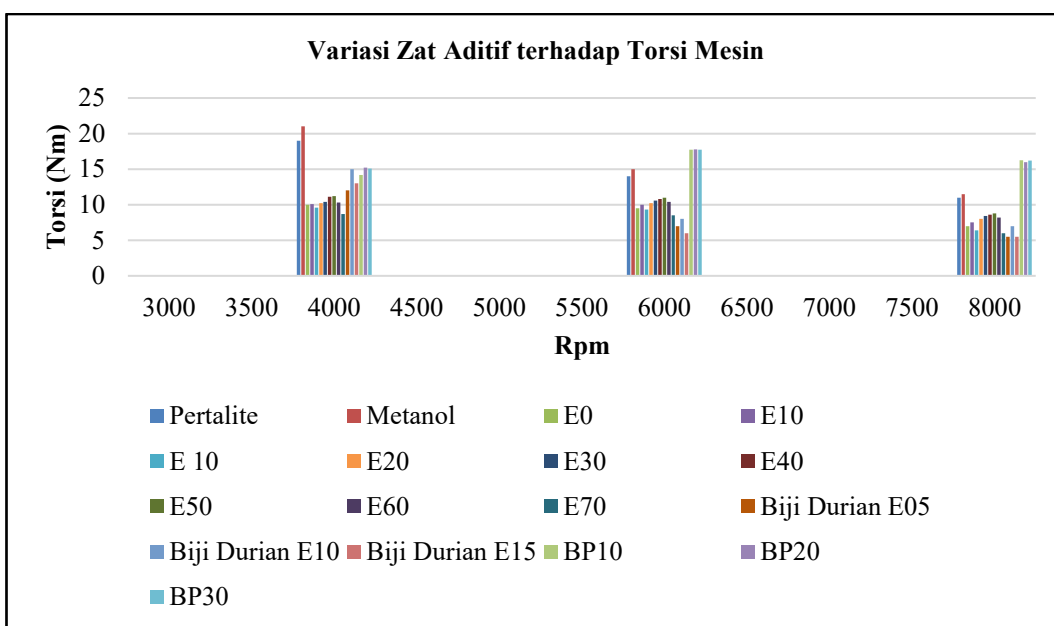
Gambar 2. Variasi Zat Aditif terhadap Daya Mesin.

Tabel 2. Pengaruh Daya terhadap Torsi.

RPM	4000	6000	8000
Pertalite	19 Nm	14 Nm	11 Nm
Metanol	21 Nm	15 Nm	11.5 Nm
E0	10 Nm	9.5 Nm	7 Nm
E10	10.1 Nm	10 Nm	7.5 Nm
E10	9.6 Nm	9.3 Nm	6.4 Nm
E20	10.2 Nm	10.2 Nm	8 Nm
E30	10.4 Nm	10.6 Nm	8.4 Nm
E40	11.1 Nm	10.8 Nm	8.6 Nm
E50	11.2 Nm	11 Nm	8.8 Nm
E60	10.3 Nm	10.4 Nm	8.2 Nm

RPM	4000	6000	8000
E70	8.7 Nm	8.5 Nm	6 Nm
Biji Durian E05	12 Nm	7 Nm	5.5 Nm
Biji Durian E10	15 Nm	8 Nm	7 Nm
Biji Durian E15	13 Nm	6 Nm	5.5 Nm
BP10	14.2 Nm	17.74 Nm	16.25 Nm
BP20	15.2 Nm	17.76 Nm	16 Nm
BP30	15.1 Nm	17.75 Nm	16.2 Nm

Keterangan: Nm: Satuannya; E0: Pertalite murni; E10: Etanol 10%; E20: Etanol 20%; E30: Etanol 30%; E40: Etanol 40%; E50: Etanol 50%; E60: Etanol 60%; E70: Etanol 70%; Biji Durian E05: 95% bensin dan 5% bioetanol; Biji Durian E10: 90% bensin dan 10% bioetanol; dan Biji Durian E15: 85% bensin dan 15% bioetanol.



Gambar 3. Variasi Zat Aditif terhadap Torsi Mesin.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat konsentrasi optimum bioetanol kulit nangka untuk menghasilkan performa mesin yang maksimal. Torsi tertinggi diperoleh pada penggunaan campuran 20% bioetanol dalam pertalite pada putaran mesin 6000 rpm, yaitu sebesar 18,10 Nm. Sementara itu, pada penggunaan campuran 10% bioetanol dan 90% pertalite pada putaran mesin 8000 rpm, diperoleh daya sebesar 18,53 HP yang merupakan nilai daya tertinggi.

Berdasarkan tinjauan literatur sistematis terhadap 30 artikel eksperimental yang memenuhi kriteria inklusi, ditemukan bahwa pencampuran bahan bakar pertalite (RON 90) dengan berbagai jenis zat aditif memberikan pengaruh yang terukur terhadap performa mesin (torsi dan daya), konsumsi bahan bakar, serta karakteristik emisi gas buang. Zat aditif yang digunakan dalam berbagai literatur tersebut sangat beragam, meliputi senyawa alkohol (bioetanol, metanol, dan butanol), minyak atsiri (minyak serai wangi, cengkeh, dan kayu putih), serta aditif komersial dan aditif padat. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa pemilihan jenis dan konsentrasi aditif sangat berperan dalam mengoptimalkan efisiensi pembakaran serta menurunkan emisi tanpa mengorbankan performa mesin.



Peningkatan Performa Mesin: Torsi dan Daya Efektif

Secara umum, substitusi parsial pertalite dengan zat aditif berbasis oksigenat (seperti etanol dan metanol) maupun bioaditif alami terbukti mampu meningkatkan torsi dan daya mesin. Penambahan bioetanol dari berbagai sumber biomassa, seperti kulit nangka, limbah *brem*, dan biji durian, secara konsisten menunjukkan tren peningkatan performa. Peningkatan torsi tersebut dipengaruhi oleh efisiensi volumetrik yang meningkat seiring dengan kenaikan putaran mesin, dimana campuran udara dan bahan bakar yang terkompresi di dalam ruang bakar menjadi lebih padat. Kepadatan campuran ini memicu daya ledak yang lebih besar pada saat proses pembakaran, sehingga menghasilkan gaya dorong mekanis yang lebih kuat terhadap piston. Selain golongan alkohol, penggunaan bioaditif berbasis minyak atsiri, seperti minyak cengkeh dan serai wangi juga memberikan dampak positif. Minyak atsiri mengandung senyawa oksigenat yang mampu meningkatkan nilai oktan dan kualitas pembakaran, sehingga daya puncak mesin yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan penggunaan pertalite murni.

Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar (BSFC)

Parameter *Brake Specific Fuel Consumption* (BSFC) atau konsumsi bahan bakar spesifik merupakan indikator penting dalam menilai efisiensi mesin. Tinjauan literatur menunjukkan bahwa zat aditif berperan krusial dalam menekan laju konsumsi bahan bakar. Campuran bahan bakar dengan metanol, etanol, maupun butanol terbukti mampu menurunkan nilai BSFC secara signifikan. Penurunan tersebut terjadi karena tingginya kandungan oksigen (*oxygen content*) yang terdapat dalam zat aditif yang berfungsi sebagai agen perambatan nyala api di dalam ruang silinder. Nyala api yang merambat secara cepat dan merata menyebabkan proses oksidasi berlangsung lebih sempurna. Fenomena peningkatan efisiensi yang serupa juga ditemukan pada penggunaan aditif minyak serai wangi dan minyak kayu putih yang mampu menurunkan konsumsi bahan bakar hingga lebih dari 30% pada rasio campuran yang optimal.

Reduksi Emisi Gas Buang (CO dan HC)

Fokus utama dari transisi energi ramah lingkungan adalah menekan emisi gas buang. Berdasarkan data sintesis, penambahan aditif oksigenat sangat efektif dalam mereduksi emisi karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang tidak terbakar secara sempurna. Sebagai representasi dari berbagai literatur, perbandingan kadar emisi gas buang disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 3. Perbandingan Konsentrasi Campuran Aditif pada Pertalite terhadap Penurunan Emisi Gas Buang.

Jenis Bahan Bakar	Rasio Kandungan Campuran	Emisi Karbon Monoksida/ CO (%)	Emisi Hidrokarbon HC (ppm)
Pertalite (murni / standar)	-	0.59	123
Pertalite + bioetanol biji durian	5%	0.25	80
Pertalite + minyak serai wangi	2%	0.39	97
Pertalite + metanol	20%	0.12	32

Berdasarkan Tabel 1 (dan dapat diilustrasikan melalui Grafik 1), terlihat jelas bahwa penambahan zat aditif mampu menekan emisi berbahaya secara signifikan dibandingkan dengan penggunaan pertalite murni. Kadar emisi CO



terendah dan HC terendah didapatkan pada campuran pertalite dan metanol 20% (M20) yang mana CO turun menjadi 0,12% dan HC turun menjadi 32 ppm. Penurunan emisi ini dipengaruhi oleh karakteristik struktur kimiawi aditif. Metanol dan bioetanol (alkohol) memiliki ikatan molekul hidroksil (OH) ekstra, sedangkan minyak serai wangi mengandung senyawa turunan oksigenat seperti geraniol. Suplai oksigen molekuler ekstra ini mencegah terjadinya pembakaran parsial di dalam ruang silinder, yakni dengan cara membantu mereaksikan karbon monoksida menjadi karbon dioksida (CO₂) yang lebih aman secara lingkungan, serta memastikan sisa bahan bakar murni (HC) terbakar dengan tuntas.

Titik Jenuh Campuran (*Anomali*) dan Batasan Aditif

Meskipun memberikan banyak dampak positif, temuan studi ini juga menggarisbawahi adanya titik jenuh (*saturation point*) pada rasio pencampuran aditif. Penambahan bioetanol dalam persentase yang terlampaui tinggi (rata-rata di atas rentang 20% hingga 30%) justru memicu efek balik, yaitu torsi melemah dan konsumsi bahan bakar kembali membengkak. Degradasi performa pada rasio tinggi ini disebabkan oleh penurunan nilai kalor total campuran bahan bakar, dan terjadinya fenomena pelebaran waktu bukaan katup buang (*overlapping*) pada putaran tinggi, sehingga bahan bakar terbuang sia-sia sebelum meledak secara optimal. Di sisi lain, beberapa studi juga menyoroti penggunaan zat aditif padat komersial seperti kamper. Penambahan aditif semacam ini terbukti kurang efektif secara ekonomi, memberikan peningkatan oktan yang tidak signifikan, dan justru memunculkan risiko pelepasan residu naftalena yang berbahaya bagi kesehatan.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan ada konsentrasasi bioetanol kulit nangka yang optimum untuk menghasilkan performa maksimal. Torsi tertinggi telah didapatkan ketika menggunakan campuran 20% bioetanol pada pertalite saat putaran mesin 6000 rpm, yaitu sebesar 18,10 Nm. Pada penggunaan campuran bahan bakar 10% bioetanol dan 90% pertalite untuk putaran mesin 8000 rpm, diperoleh nilai daya sebesar 18,53 HP yang merupakan daya tertinggi. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penambahan zat aditif pada bahan bakar pertalite mampu meningkatkan performa mesin kendaraan, meliputi peningkatan daya dan torsi, serta penurunan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

SARAN

Penerbit atau jurnal yang dipilih sebaiknya berasal dari kategori SINTA 1, SINTA 2, atau SINTA 3 sebagai rujukan dalam penyusunan artikel yang akan di-submit pada jurnal SINTA 4. Selain itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian eksperimental secara langsung, serta mengkaji dampak jangka panjang penggunaan zat aditif terhadap komponen mesin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada kedua orang tua tercinta, bapak Rizqi, bapak Ahmad Mujaki, sahabat-sahabat, dan saudara-saudara atas dukungan moril maupun materiil, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.



DAFTAR RUJUKAN

- Fahrizal, M. A., & Adiwibowo, P. H. (2024). Analisis Pengaruh Campuran Bahan Bakar Metanol dengan *Pertalite* terhadap Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor Yamaha Nmax Tahun 2020. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(3), 69-76.
- Gunawan, L. V., & Effendy, M. (2019). Pengaruh Campuran Bioetanol Biji Durian pada Bahan Bakar *Pertalite* terhadap Performa Mesin dan Emisi Gas Buang Kendaraan. *Rotasi*, 21(2), 76-81. <https://doi.org/10.14710/rotasi.21.2.76-81>
- Iskandar, A. N. C. P., Pratama, D. F., & Muhdar, M. (2022). Transformasi Energi Indonesia: Konstelasi Geopolitik dan Pengaturan untuk Energi Terbarukan. *Jurnal De Jure*, 14(1), 18-28. <https://doi.org/10.36277/jurnaldejure.v14i1.629>
- Melkias, A., Putra, E., & Rusmana. (2023). Analisis Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar *Pertalite*, BP 90, dan Revvo 90 terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Xeon 2011. *Jurnal Energi*, 12(1), 42-47. <https://doi.org/10.35313/.v12i1.5162>
- Mulyani, F., & Haliza, N. (2021). Analisis Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 3(1), 101-109. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v3i1.1432>
- Nurasiyah, L., & Azizi, H. (2026). *Systematic Literature Review* : Eksplorasi Etnomatematika pada Aktivitas Pengukuran. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(1), 467-487. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i1.1009>
- Pangestu, O. S. W., Firdausy, M. F., Rahmadian, R. R., Maulana, I., & Venriza, O. (2024). Optimasi Penambahan Aseton untuk Meningkatkan Nilai Oktan dan Performa Mesin Bensin pada *Pertalite*. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 13(1), 83-96. <https://doi.org/10.29103/jtku.v13i1.16603>
- Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional*. 2006. Jakarta: BPK RI.
- Priyanto, T., Budiyono, B., & Prasetyo, I. (2021). Perbandingan Penggunaan Dua Buah Jenis Zat Aditif terhadap Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor 4 Langkah. *Surya Teknika*, 5(2), 18-27. <https://doi.org/10.48144/suryateknika.v5i2.1334>
- Putri, M. U. H., & Muhaji. (2023). Studi Eksperimental Pembakaran Bahan Bakar *Pertalite* dengan Campuran Bioetanol dari Limbah *Brem* terhadap Kinerja Mesin Sepeda Motor Honda PCX 160cc. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(1), 25-32.
- Rachman, R. R., Junipitoyo, B., & Winiastri, L. (2023). Campuran Bahan Bakar *Pertalite* 25% Ethanol Mesin Piston 1 Silinder terhadap Performa dengan Variasi Waktu Pengapian. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan* (pp. 1-6). Surabaya, Indonesia: Politeknik Penerbangan Surabaya.
- Sebayang, A., Ibrahim, H., Dharma, S., Silitonga, A., Ginting, B., & Damanik, N. (2020). Pengaruh Campuran Bahan Bakar *Pertalite*-Bioetanol Biji *Sorghum* pada Mesin Bensin. *Jurnal Teknosains*, 9(2), 91-104. <https://doi.org/10.22146/teknosains.40502>



- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020-2050. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 2(3), 154-162. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>
- Susanto, A. (2019). Antecedents of Environmental Management Accounting and Environmental Performance: Evidence from Indonesian Small and Medium Enterprises. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(1), 401-407. <https://doi.org/10.32479/ijeep.8366>
- Trisnata, E. P., Dzulkarnain, S., Saputra, M. Z., Suprpto, B. A. E., & Venriza, O. (2024). Evaluasi Perfoma Bahan Bakar *Pertalite* dengan Menambahkan Zat Aditif Menggunakan Metode Spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 4(4), 2539-2546. <https://doi.org/10.54082/jupin.1000>
- Yudhanta, R., Praja, S. W., P, J., & Djajadi. (2018). Pengaruh Campuran Bioetanol pada *Pertalite* terhadap Unjuk Kerja (Performa) Mesin Otto 4 Silinder. *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat*, 9(1), 88-97. <https://doi.org/10.55511/jpsttd.v9i1.58>
- Yunianto, A., & Muhaji. (2024). Pengaruh *Biopertalite* dari Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) terhadap Kinerja Mesin Honda Vario 125cc Tahun 2021. *JTM (Jurnal Teknik Mesin)*, 12(3), 17-24.