

PENGARUH BIOPERTALITE DARI UMBI PORANG (*AMORPHOPHALLUS ONCOPHYLLUS*) TERHADAP KINERJA MESIN HONDA VARIO 125CC TAHUN 2021

Ambrosius Madha Ika Yunianto

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: ambrosius.19056@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: muhaji61@unesa.ac.id

Abstrak

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor sebagai transportasi masyarakat mengakibatkan kebutuhan bahan bakar minyak semakin banyak, sedangkan cadangan minyak bumi berkurang setiap tahunnya. Diperlukan pemanfaatan bahan bakar terbarukan yang berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan penggunaan bahan bakar minyak, yaitu dengan memanfaatkan pati umbi-umbian menjadi bioetanol. Bioetanol yang dihasilkan dari pati umbi-umbian salah satunya pati umbi porang mengandung oksigen sekitar 35% sehingga memiliki nilai oktan yang relatif tinggi dan bisa digunakan sebagai aditif pada bahan bakar minyak untuk menurunkan emisi gas buang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh bahan bakar pertalite murni dan biopertalite dari umbi porang terhadap kinerja mesin sepeda motor Honda Vario 125 cc tahun 2021 (torsi, daya efektif/daya roda, *fuel consumption*, *bmep*, dan efisiensi termal). Mesin uji eksperimen Honda Vario 125cc tahun 2021 dengan menggunakan alat uji instrumen *chassis dynamometer*. Pengujian kinerja mesin menggunakan standar pengujian SAE J1349 metode pengujian *full open throttle valve* dengan variasi putaran mesin 3000 rpm hingga 9000 rpm. Analisa data menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Hasil dari pengujian kinerja mesin menunjukkan bahwa E50 memberikan pengaruh terbesar. Hal ini dibuktikan dengan torsi sebesar 12,22 Nm pada putaran mesin 5000 rpm, daya efektif/daya roda sebesar 10,57 HP pada putaran mesin 8000 rpm, *bmep* sebesar 12,54 kgf/cm² pada putaran mesin 5000 rpm, dan efisiensi termal sebesar 20,20% pada putaran 4000 rpm.

Kata Kunci: pertalite, bioetanol, biopertalite, umbi porang, kinerja mesin

Abstract

The increasing number of motorised vehicles as public transport has resulted in increased demand for fuel oil, while petroleum reserves are decreasing every year. Sustainable use of renewable fuels is needed to reduce dependence on the use of fuel oil, namely by utilising tuber starch into bioethanol. Bioethanol produced from tuber starch, one of which is porang tuber starch, contains about 35% oxygen so that it has a high octane number and can be used as an additive to fuel oil to reduce exhaust emissions. This study aims to analyse the effect of pure pertalite fuel and biopertalite of porang tuber on the performance of Honda Vario 125 cc motorcycle engine in 2021 (torque, effective power/wheel power, fuel consumption, average effective pressure, and thermal efficiency). Honda Vario 125cc experimental test engine in 2021 using chassis dynamometer instrument test equipment. Engine performance testing using SAE J1349 testing standards full open throttle valve test method with engine speed variations from 3000 rpm to 9000 rpm. Data analysis using quantitative descriptive method. The results of the engine performance testing showed that E50 had the greatest effect. This is evidenced by the torque of 12,22 Nm at 5000 rpm, effective power/wheel power of 10,57 HP at 8000 rpm, bmep of 12,54 kgf/cm² at 5000 rpm, and thermal efficiency of 20,20% at 4000 rpm.

Keywords: *pertalite, bioethanol, biopertalite, porang tuber, engine performance*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor pada rentang waktu tahun 2017 hingga tahun 2021 meningkat sebesar 4,53% setiap tahunnya dengan total jumlah kendaraan 141 juta pada tahun 2021. Dimana sepeda motor merupakan jenis kendaraan yang paling banyak digunakan masyarakat Indonesia yaitu 81,78%, diikuti oleh mobil penumpang dan mobil barang masing-masing 11,2% dan 5,3% (Statistik Transportasi Darat, 2021).

Akibat revolusi industri pada tahun 1990-an, sumber energi dunia mengalami perubahan, dari yang awalnya menggunakan biomassa untuk memenuhi kebutuhan energi dunia, menjadi energi fosil yaitu batu bara dan minyak bumi. Oleh karena itu semakin tingginya penggunaan energi fosil untuk pemenuhan energi dunia

setiap tahunnya yang mengakibatkan kenaikan emisi gas rumah kaca sehingga iklim menjadi tidak stabil serta meningkatnya suhu bumi dan permukaan air laut (Pertamina, 2020). Pasokan minyak bumi Indonesia setiap tahunnya menurun, yang dimana pada tahun 2021 sudah mencapai 2,25 miliar barel (Statistik Minyak dan Gas Bumi, 2021).

Pertalite merupakan bahan bakar minyak yang diproduksi oleh PT Pertamina untuk kendaraan bermesin penyalan busi dengan nilai oktan 90 (ESDM, 2013). Komposisi pertalite adalah nafia RON 65—70 dan *high octane mogas component* (HOMC) kemudian ditambahkan zat aditif *EcoSave* yang berguna untuk tarikan mesin lebih halus, bersih, dan irit (Rusdiani, 2018).

Mengacu pada Perpres No.5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional. Untuk menjaga pasokan energi dalam negeri stabil, maka pemerintah mengembangkan bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak, sekaligus untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Upaya tersebut dilakukan dengan mencari sumber-sumber bahan bakar alternatif terbarukan, salah satu contohnya adalah bioetanol (Sindhuwati dkk., 2021).

Bioetanol (C_2H_5OH) berasal dari pati tumbuhan yang diubah menjadi glukosa dan difermentasi hingga menghasilkan etanol dan karbondioksida (CO_2) (Auliya dkk., 2021). Bioetanol mengandung oksigen sekitar 35% (bahan bakar beroksigenat) yang membuat bioetanol mempunyai nilai oktan yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai aditif pada bahan bakar bensin untuk menurunkan emisi gas buang (Dharmawan, 2016). Bioetanol dapat dihasilkan dari tanaman yang mengandung pati (umbi-umbian, jagung dan sagu), selulosa (kayu, batang pisang dan Jerami), serta sakarin (tetes tebu, nira aren dan nira tebu) (Rifdah dkk., 2022).

Salah satu jenis pati umbi-umbian yang layak dikembangkan sebagai bahan baku bioetanol adalah pati umbi porang. Umbi porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) dengan family *araceae*, keberadaannya cukup melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Pembuatan bioetanol dari jenis umbi merupakan upaya untuk meningkatkan sumber daya alam dan memiliki prospek yang bagus untuk dikembangkan menjadi bioetanol.

Biopertalite ialah campuran antara bahan bakar minyak berjenis pertalite dengan bioetanol. Biopertalite ini merupakan bahan bakar terbarukan yang mempunyai nilai oktan lebih besar dari pada nilai oktan pertalite. Keunggulan yang dimiliki oleh biopertalite yakni ramah lingkungan, kadar gas buang lebih baik, pembakaran lebih sempurna, tidak perlu modifikasi mesin atau alat, memperpanjang umur mesin, dan bahan bakar *renewable*.

Penelitian dengan topik kinerja mesin sepeda motor menggunakan campuran bahan bakar minyak dan bioetanol telah dilakukan oleh beberapa peneliti, salah satunya dalam penelitian Junipitoyo dan Wulansari (2019) mengenai torsi dan daya efektif pada mesin menggunakan bahan bakar pertalite dan bioetanol. Hasil penelitian menunjukkan nilai daya mesin tertinggi 16,7HP pada campuran E45 bahan bakar pertalite dengan bioetanol dibandingkan dengan pertalite murni dibawah 16HP. Nilai torsi tertinggi terjadi pada capuran E35 sebesar 15,49Nm sedangkan nilai torsi menggunakan bahan bakar pertalite murni sebesar 10,78Nm.

Sebayang dkk. (2020) melakukan penelitian kinerja mesin pada motor bensin dengan menggunakan bioetanol biji sorgum, pada 3500 rpm torsi mesin untuk semua campuran bahan bakar biopertalite biji Sorghum cenderung meningkat sebesar 38,58 Nm (E10), 38,82 Nm (E15), dan 38,95 Nm (E20) daripada dengan menggunakan bahan bakar pertalite (E0) yaitu (38,27 Nm).

Putri, M. U. H. (2023) melakukan penelitian penggunaan campuran bahan bakar pertalite dengan

bioetanol limbah brem pada mesin Honda PCX 160CC. Hasil pengujian torsi dan daya efektif tertinggi yaitu pada bahan bakar E50 yang masing-masing pada putaran 6000 rpm dan 7000 rpm.

Berdasarkan uraian diatas dan didukung dengan beberapa penelitian sebelumnya mengenai penggunaan bioetanol, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait pengaruh penggunaan bioetanol terhadap kinerja mesin kendaraan bermotor dengan judul "Pengaruh Biopertalite Dari Umbi Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) Terhadap Kinerja Mesin Honda Vario 125CC Tahun 2021". Rumusan masalah yang terbentuk ialah bagaimana pengaruh penggunaan bahan bakar pertalite murni dan biopertalite dari umbi porang terhadap torsi, daya efektif/daya roda, *fuel consumption*, *bmp* dan efisiensi termal pada mesin Honda Vario 125 cc tahun 2021. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk menganalisis pengaruh penggunaan bahan bakar pertalite murni dan biopertalite dari umbi porang terhadap torsi, daya efektif/daya roda, *fuel consumption*, *bmp* dan efisiensi termal pada mesin Honda Vario 125 cc tahun 2021.

METODE

Jenis eksperimen yang digunakan pada penelitian ini dengan menganalisis pengaruh penggunaan bahan bakar pertalite dan biopertalite dari umbi porang terhadap kinerja mesin Honda Vario 125 cc tahun 2021. Bahan bakar yang digunakan untuk pengujian ada 2 kelompok yaitu kelompok standar menggunakan bahan bakar pertalite (E0), sedangkan kelompok eksperimen menggunakan bahan bakar campuran pertalite dengan bioetanol dari umbi porang (E10, E20, E30, E40, E50, E60 dan E70).

Waktu dan Tempat Penelitian

• Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 5 hari yaitu pada 19 Oktober-24 Oktober 2023.

• Tempat Penelitian

Pengujian kinerja mesin dilakukan di Laboratorium Pengujian Performa Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

Variabel Penelitian

• Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bahan bakar pertalite (E0) dan campuran antara pertalite dengan bioetanol dari umbi porang (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70)

• Variabel Terikat

Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: torsi, daya efektif/daya roda, *fuel consumption*, *bmp* dan efisiensi termal pada mesin Honda Vario 125 cc tahun 2021.

• Variabel Kontrol

Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Sepeda motor Honda Vario 125 cc tahun 2021 dengan perbandingan kompresi 11:1

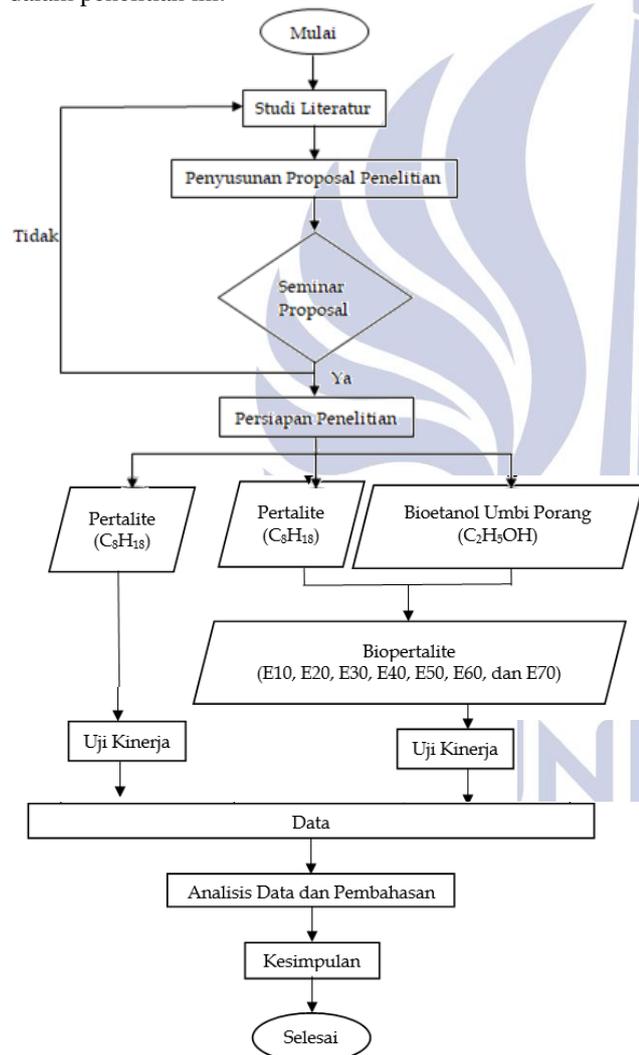
2. Pengujian kinerja mesin dilakukan pada putaran mesin 3000-9000 rpm dengan interval 1000 rpm.
3. Bahan bakar E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70.
4. Temperatur minyak pelumas 80-90°C.
5. Kekentalan minyak pelumas SAE 10W-40.

Standar Pengujian

Untuk mendapatkan data yang akurat, pengujian harus dilakukan sesuai standar. Pengujian kinerja mesin pada sepeda motor Honda Vario 125cc 2021 menggunakan metode *Full Open Throttle Valve* berdasarkan SAE J1349.

Diagram Alur Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

• Alat

Beberapa alat yang digunakan pada pengujian kinerja mesin ialah sebagai berikut:

1. Tie down untuk mengikat sepeda motor yang akan diuji diatas chasis dynamometer.
2. Blower membantu mendinginkan mesin sesuai dengan kecepatan putaran mesin.
3. Monitor untuk menampilkan grafik torsi dan daya efektif/daya roda yang dihasilkan dalam pengujian kinerja mesin.
4. Hot plate magnetic stirrer untuk mencampur pertalite dan bioetanol umbi porang agar menjadi homogen.

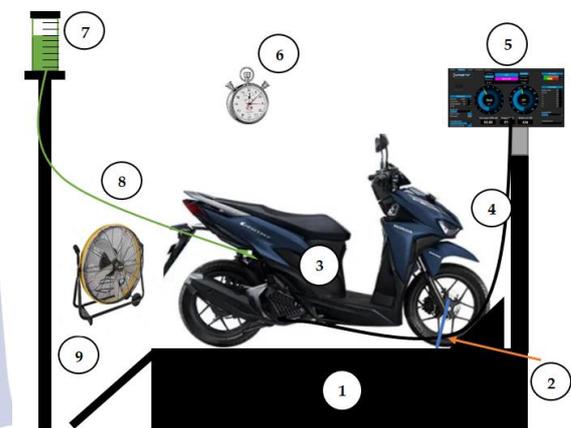
• Bahan

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini antara lain:

1. Pertalite (E0)
2. Biopertalite umbi porang (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70)

• Instrumen Penelitian

Berikut merupakan rangkaian dari peralatan instrumen penelitian yang dipakai dalam penelitian ini:



Gambar 2. Rangkaian Peralatan Instrumen Penelitian

Keterangan:

1. Chassis dynamometer, alat untuk membaca torsi dan daya efektif/daya roda yang dihasilkan mesin sepeda motor
2. Tie down
3. Sepeda motor Honda Vario 125 cc tahun 2021
4. Console cable dan penjepit busi
5. Monitor komputer dan tachometer digital untuk mengukur putaran mesin
6. Stopwatch untuk menghitung waktu ketika pengujian konsumsi bahan bakar
7. Fuel flow meter untuk menghitung volume laju aliran bahan bakar yang digunakan ketika mesin bekerja
8. Saluran bahan bakar
9. Blower

Prosedur Penelitian

Prosedur Pengujian kinerja mesin sepeda motor Honda Vario 125 cc tahun 2021 menggunakan bahan bakar pertalite dan biopertalite dari umbi porang adalah sebagai berikut:

• Persiapan Pengujian

1. Melakukan tune up atau perawatan pada sepeda motor yang akan diuji.
2. Mempersiapkan bahan bakar yang akan diuji.
3. Menyiapkan peralatan pendukung, yaitu: chasis dynamometer, tie down, console cable, monitor dan tachometer digital, blower, stopwatch, dan fuel flow meter.
4. Menaikkan sepeda motor ke atas chasis dynamometer.
5. Mengencangkan tie down pada shock absorber depan motor sampai sepeda motor tidak goyang.
6. Memasang console cable digital tachometer pada kabel busi motor, nyalakan motor dan pastikan rpm telah terkoneksi.
7. Menyalakan monitor.
8. Membuka software chasis dynamometer.

• Pengujian Torsi dan Daya

1. Menyalakan blower.
2. Melakukan akselerasi hingga mencapai 3000 rpm dan pastikan roda belakang sepeda motor berputar. Setelah mencapai putaran 3000 rpm tekan tombol switch sekali untuk merekam data, dan putar handle gas untuk memastikan throttle terbuka penuh.
3. Melakukan langkah ke-2 hingga sepeda motor mencapai putaran 9000 rpm, lalu tekan tombol switch dan kembalikan handle gas ke posisi semula pada waktu yang bersamaan.
4. Menyimpan data hasil pengujian.
5. Menguji dan mengambil data dilakukan minimal 3 kali agar hasil yang didapatkan valid. Sebelum melakukan penelitian selanjutnya, dicek kembali untuk temperatur pelumas pada 80-90°C.

• Pengujian Fuel Consumption

1. Memasang selang injektor pada pipet fuel flow meter yang sudah terhubung dengan tangki bahan bakar terpisah.
2. Mengisi tangki terpisah tersebut dan membuka kran penghubung pipet dan tangki sehingga pipet terisi penuh.
3. Menyalakan blower.
4. Mengatur bukaan valve bahan bakar sesuai dengan mesin sepeda motor yaitu pada putaran 3000-9000 rpm dengan interval 1000 rpm menggunakan handle gas.
5. Menggunakan stopwatch untuk mengukur waktu penggunaan bahan bakar mulai batas maksimum hingga mencapai batas minimum pipet volumetric.
6. Mencatat waktu penggunaan bahan bakar.
7. Menguji dan Mengambil data dilakukan minimal 3 kali agar hasil yang didapatkan valid. Sebelum melakukan penelitian selanjutnya, dicek kembali untuk temperatur pelumas pada 80-90°C.

• Perhitungan Bmep

Melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus.

• Perhitungan Efisiensi Termal

Melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus.

• Akhir Pengujian

1. Membiarkan mesin sepeda motor uji sesaat pada putaran idle.
2. Mematikan blower.
3. Mematikan mesin sepeda motor uji.

Teknik Pengambilan Data

Untuk pengambilan data dilakukan dengan cara eksperimen melalui penelitian kinerja mesin terhadap objek yang akan diteliti dan mencatat data-data yang diperlukan, antara lain: torsi, daya efektif/daya roda, *fuel consumption*, *bmep*, dan efisiensi termal dari masing-masing bahan bakar (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70) dengan harapan dapat mengurangi bias dan mendapatkan data yang valid.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Campuran (Biopertalite)

Pencampuran bahan bakar pertalite dan bioetanol umbi porang dilakukan dengan menggunakan magnetic stirrer agar kedua bahan bakar menjadi homogen. Komposisi bahan bakar yang dicampurkan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Komposisi Campuran Biopertalite

Biopertalite	Pertalite	Bioetanol
E10	90%	10%
E20	80%	20%
E30	70%	30%
E40	60%	40%
E50	50%	50%
E60	40%	60%
E70	30%	70%



Gambar 3. Bahan Bakar Campuran Pertalite dan Bioetanol Umbi Porang (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70).

Hasil Pengujian Kinerja Mesin

• Torsi

Pengujian torsi menggunakan bahan Bakar campuran pertalite dan bioetanol umbi porang (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70). pada mesin sepeda motor Honda Vario 125cc 2021 ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Hasil Penelitian Torsi Menggunakan Bahan Bakar Campuran Pertalite dan Bioetanol Umbi Porang (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70)

rpm	Torsi (Nm)							Persentase Perubahan (Δ%)							
	E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4	Δ5	Δ6	Δ7
3000	9,05	9,40	9,63	9,97	10,35	10,45	9,73	7,97	3,87%	6,41%	10,21%	14,37%	15,48%	7,59%	-11,87%
4000	10,16	10,52	10,77	11,19	11,52	11,62	10,88	8,97	3,58%	6,04%	10,14%	13,35%	14,34%	7,09%	-11,75%
5000	10,49	10,92	11,19	11,77	12,16	12,22	11,33	9,34	4,03%	6,64%	12,20%	15,85%	16,49%	7,94%	-10,99%
6000	9,73	10,19	10,38	10,60	10,90	11,01	10,50	8,58	4,69%	6,65%	8,91%	11,99%	13,12%	7,91%	-11,85%
7000	8,66	9,07	9,25	9,58	9,84	9,93	9,40	7,43	4,74%	6,89%	10,63%	13,71%	14,67%	8,55%	-14,17%
8000	7,36	7,58	7,83	8,15	8,67	8,76	8,01	6,17	3,08%	6,39%	10,74%	17,81%	19,08%	8,88%	-16,13%
9000	6,09	6,40	6,74	6,99	7,27	7,37	6,87	4,93	5,15%	10,79%	14,84%	19,39%	21,14%	12,81%	-19,06%
Rata-rata									4,16%	7,11%	11,09%	15,21%	16,33%	8,68%	-13,69%

Keterangan:

$$\Delta x = \frac{\text{torsi biopertalite (E)}x - \text{torsi pertalite (E0)}}{E0} \times 100\%$$

Δ1: Persentase Perubahan torsi E10 dibandingkan dengan E0

• **Daya Efektif/Daya Roda**

Pengujian daya efektif menggunakan bahan bakar campuran pertalite dan bioetanol umbi porang (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70) pada mesin sepeda motor Honda Vario 125cc 2021 ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. Hasil Penelitian Daya Efektif Menggunakan Bahan Bakar Campuran Pertalite dan Bioetanol Umbi Porang (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70)

rpm	Daya Efektif/Daya Roda (Hp)							Persentase Perubahan (Δ%)							
	E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4	Δ5	Δ6	Δ7
3000	4,73	5,17	5,50	5,83	6,10	6,23	5,67	4,17	9,16%	16,20%	23,24%	28,87%	31,69%	19,72%	-11,97%
4000	5,47	5,80	6,53	7,03	7,40	7,67	6,73	4,83	6,10%	19,51%	28,66%	35,37%	40,24%	23,17%	-11,59%
5000	6,50	6,83	7,33	7,70	8,20	8,47	7,40	5,93	5,13%	12,82%	18,46%	26,15%	30,26%	13,85%	-8,72%
6000	7,30	7,50	7,90	8,53	8,83	9,03	8,17	6,87	2,74%	8,22%	16,89%	21,00%	23,74%	11,87%	-5,94%
7000	8,00	8,37	8,57	9,17	9,53	9,73	8,70	7,30	4,58%	7,08%	14,58%	19,17%	21,67%	8,75%	-8,75%
8000	8,50	8,80	9,13	9,60	10,40	10,57	9,30	7,87	3,53%	7,45%	12,94%	22,35%	24,31%	9,41%	-7,45%
9000	6,87	7,10	7,37	7,77	8,03	8,17	7,50	6,37	3,40%	7,28%	13,11%	16,99%	18,93%	9,22%	-7,28%
Rata-rata									4,95%	11,22%	18,27%	24,27%	27,26%	13,71%	-8,81%

Keterangan:

$$\Delta x = \frac{\text{daya biopertalite (E)x} - \text{daya pertalite (E0)}}{\text{E0}} \times 100\%$$

Δ1: Persentase Perubahan daya efektif/daya roda E10 dibandingkan dengan E0.

• **Fuel Consumption**

Pengujian *fuel consumption* menggunakan bahan bakar campuran pertalite dan bioetanol umbi porang (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70) pada mesin sepeda motor Honda Vario 125cc 2021 ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Hasil Penelitian Volume *Fuel Consumption* Menggunakan Bahan Bakar Campuran Pertalite dan Bioetanol Umbi Porang (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70).

rpm	Konsumsi Bahan Bakar (ml)							
	E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70
3000	6,93	7,33	7,70	8,13	8,93	9,17	9,37	9,97
4000	9,53	9,90	10,13	10,33	10,93	11,17	11,47	11,90
5000	12,40	12,77	13,07	13,47	14,17	14,40	14,90	15,43
6000	15,87	16,13	16,33	16,77	17,13	17,40	17,73	18,07
7000	22,37	22,67	22,90	23,20	23,80	24,13	24,30	24,80
8000	26,50	26,77	27,03	27,23	27,77	27,97	28,20	29,03
9000	31,33	31,53	31,80	31,90	32,37	32,93	33,20	34,00

Sedangkan hasil laju konsumsi bahan bakar ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Data Laju *Fuel Consumption* Menggunakan Pertalite (E0) dan Biopertalite Umbi Porang (E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70)

rpm	Laju Konsumsi Bahan Bakar (Liter/jam)							Persentase Perubahan (Δ%)							
	E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4	Δ5	Δ6	Δ7
3000	0,42	0,44	0,46	0,49	0,54	0,55	0,56	0,60	5,77%	11,06%	17,31%	20,85%	32,22%	35,11%	43,76%
4000	0,57	0,59	0,61	0,62	0,66	0,67	0,69	0,71	3,85%	6,29%	8,39%	14,63%	17,14%	20,29%	24,83%
5000	0,74	0,77	0,78	0,81	0,85	0,86	0,89	0,93	2,96%	5,38%	8,60%	14,25%	16,13%	20,16%	24,46%
6000	0,95	0,97	0,98	1,01	1,03	1,04	1,06	1,08	1,68%	2,94%	5,67%	7,98%	9,66%	11,76%	13,87%
7000	1,34	1,36	1,37	1,39	1,43	1,46	1,49	1,49	1,94%	2,38%	3,72%	6,41%	8,64%	8,64%	10,88%
8000	1,59	1,61	1,62	1,63	1,67	1,69	1,69	1,74	1,01%	2,01%	2,77%	4,78%	6,42%	6,42%	9,56%
9000	1,88	1,89	1,91	1,91	1,94	1,98	1,99	2,04	0,64%	1,49%	1,81%	3,30%	5,11%	5,96%	8,51%
Rata-rata									2,46%	4,51%	6,90%	11,46%	13,62%	15,48%	19,41%

Keterangan:

$$\Delta x = \frac{\text{fc biopertalite (E)x} - \text{fc pertalite (E0)}}{\text{E0}} \times 100\%$$

Δ1: Persentase Perubahan laju konsumsi bahan bakar E10 dibandingkan dengan E0.

• **Bmep**

Setelah didapatkan hasil data dari torsi, daya efektif/daya roda, dan laju *fuel consumption*, maka dapat menghitung *bmep*. Berikut merupakan data dari hasil perhitungan *bmep* dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 6. Hasil Data *Bmep* Menggunakan Bahan Bakar Campuran Pertalite dan Bioetanol Umbi Porang (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70)

rpm	bmep (kgf/cm2)							Persentase Perubahan (Δ%)							
	E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4	Δ5	Δ6	Δ7
3000	9,28	9,64	9,88	10,23	10,62	10,72	9,99	8,18	3,87%	6,41%	10,21%	14,37%	15,48%	7,59%	-11,87%
4000	10,43	10,80	11,06	11,48	11,82	11,92	11,17	9,20	3,58%	6,04%	10,14%	13,35%	14,34%	7,09%	-11,75%
5000	10,77	11,20	11,48	12,08	12,48	12,54	11,62	9,59	4,03%	6,64%	12,20%	15,85%	16,49%	7,94%	-10,99%
6000	9,99	10,45	10,65	10,88	11,18	11,30	10,78	8,80	4,69%	6,65%	8,91%	11,99%	13,12%	7,91%	-11,85%
7000	8,88	9,30	9,50	9,83	10,10	10,19	9,64	7,63	4,74%	6,89%	10,63%	13,71%	14,67%	8,55%	-14,17%
8000	7,55	7,78	8,03	8,36	8,89	8,99	8,22	6,33	3,08%	6,39%	10,74%	17,81%	19,08%	8,88%	-16,13%
9000	6,25	6,57	6,92	7,17	7,46	7,57	7,05	5,06	5,15%	10,79%	14,84%	19,39%	21,14%	12,81%	-19,06%
Rata-rata									4,16%	7,11%	11,05%	15,21%	16,33%	8,68%	-13,69%

Keterangan:

$$\Delta x = \frac{\text{bmep biopertalite (E)x} - \text{bmep pertalite (E0)}}{\text{E0}} \times 100\%$$

Δ1: Persentase Perubahan tekanan efektif rata-rata E10 dibandingkan dengan E0.

• **Efisiensi Thermal**

Setelah didapatkan hasil data dari torsi, daya efektif/daya roda, dan laju *fuel consumption*, maka dapat menghitung efisiensi thermal. Berikut merupakan data dari hasil perhitungan efisiensi thermal dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 7. Hasil Data Efisiensi Thermal Menggunakan Bahan Bakar Campuran Pertalite dan Bioetanol Umbi Porang (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70)

rpm	Efisiensi Thermal (%)							Persentase Perubahan (Δ%)							
	E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4	Δ5	Δ6	Δ7
3000	7,36	10,61	12,12	15,34	15,62	16,27	13,57	7,69	44,17%	64,63%	108,45%	112,18%	120,96%	84,40%	4,46%
4000	8,14	10,91	12,99	17,56	18,78	20,20	15,66	11,52	33,96%	59,61%	115,64%	130,72%	148,10%	92,30%	41,53%
5000	7,76	10,66	12,70	16,15	17,80	19,10	14,55	10,07	37,98%	63,97%	108,02%	129,32%	146,13%	87,50%	29,75%
6000	7,65	10,16	11,79	15,93	17,08	18,00	13,89	9,49	32,84%	54,07%	108,16%	123,23%	135,22%	81,57%	23,99%
7000	6,52	9,00	9,89	13,20	14,32	14,96	12,33	9,11	30,12%	51,69%	103,77%	119,69%	129,53%	89,22%	39,77%
8000	6,21	8,43	9,52	12,41	13,61	14,19	12,14	8,67	35,80%	59,28%	99,83%	119,09%	128,54%	95,53%	39,55%
9000	3,43	4,66	5,26	6,93	7,48	7,77	6,71	5,26	35,95%	53,58%	102,30%	118,10%	126,70%	95,70%	53,54%
Rata-rata									36,89%	57,20%	106,60%	121,76%	133,60%	89,46%	33,23%

Keterangan:

$$\Delta x = \frac{\text{efisiensi biopertalite (E)x} - \text{efisiensi pertalite (E0)}}{\text{E0}} \times 100\%$$

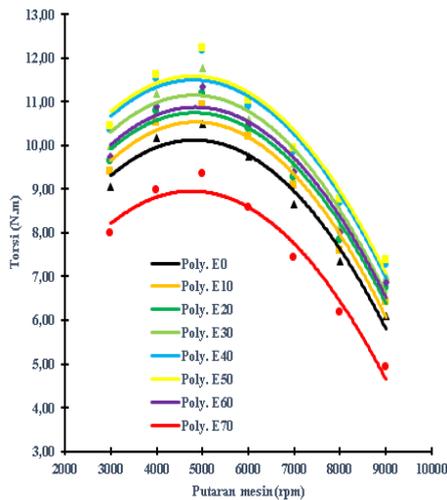
Δ1: Persentase Perubahan efisiensi thermal E10 dibandingkan dengan E0.

Pembahasan

• **Torsi**

Berdasarkan tabel 2, torsi mesin yang dihasilkan oleh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol umbi porang masing-masing mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan E0, sebagai contoh E20 meningkat sebesar 7,11%, E50 meningkat sebesar 16,33%, sedangkan E70 mengalami penurunan sebesar 13,69%.

Dari tabel 2 jika dikonversikan dalam bentuk grafik akan terlihat seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Torsi

Berdasarkan tabel 2 dan gambar 4, torsi mesin mengalami kenaikan pada putaran mesin 3000-5000 rpm yang disebabkan karena meningkatnya efisiensi volumetrik, sehingga campuran udara-bahan bakar yang dikompresi didalam ruang bakar juga semakin banyak. Ketika bahan bakar yang dikompresi semakin banyak maka ledakan yang terjadi di dalam ruang bakar juga semakin besar dan memberikan gaya dorong yang besar pula terhadap kepala piston, sehingga torsi akan meningkat.

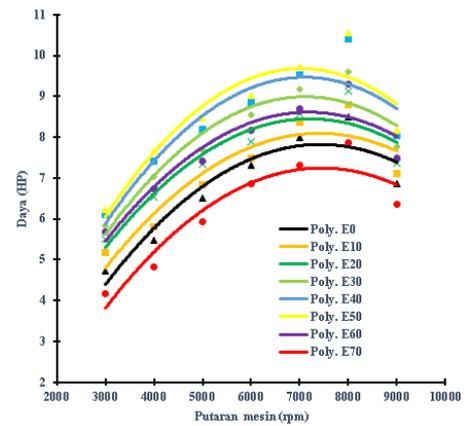
Torsi mesin mengalami penurunan ketika memasuki putaran mesin 6000-9000 rpm. Hal ini terjadi pada putaran mesin yang tinggi, volume campuran udara-bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar untuk dikompresi semakin berkurang.

Hasil penelitian menyatakan bahwa seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol maka torsi akan semakin meningkat juga. Akan tetapi, pada campuran bahan bakar E60 dan E70 torsi mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena viskositas yang tinggi dan nilai kalor yang lebih rendah sehingga nilai torsi yang dihasilkan lebih kecil.

• **Daya Efektif/Daya Roda**

Berdasarkan tabel 3, daya efektif/daya roda yang dihasilkan oleh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol umbi porang masing-masing mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan E0, sebagai contoh E20 meningkat sebesar 11,22%, E50 meningkat sebesar 27,26%, sedangkan E70 mengalami penurunan sebesar 8,81%.

Dari tabel 3 jika dikonversikan dalam bentuk grafik akan terlihat seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Daya Efektif

Berdasarkan tabel 3 dan gambar 5, daya efektif/daya roda mengalami kenaikan pada putaran mesin 3000-8000 rpm. Hal ini terjadi 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.

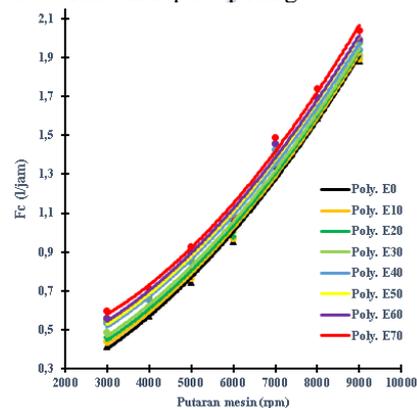
Daya efektif mengalami penurunan ketika memasuki rentang putaran mesin 9000 rpm. Hal ini terjadi karena semakin tinggi putaran mesin semakin tidak sempurnanya pembakaran, sehingga daya yang dihasilkan semakin menurun.

Hasil penelitian menyatakan bahwa seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol ke dalam campuran bahan bakar maka daya efektif/daya roda akan semakin meningkat juga. Akan tetapi, pada campuran bahan bakar E60 dan E70 daya efektif mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena besar kecilnya daya ditentukan oleh besarnya torsi dan kecepatan, sehingga jika torsi mulai menurun pada E60 dan E70, maka daya juga mengalami penurunan.

• **Laju Fuel Consumption**

Berdasarkan tabel 5, laju *fuel consumption* yang dihasilkan oleh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol umbi porang masing-masing mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan E0, sebagai contoh E30 meningkat sebesar 6,90%, E50 meningkat sebesar 13,62%, sedangkan E70 meningkat sebesar 19,41%.

Dari tabel 5 jika dikonversikan dalam bentuk grafik akan terlihat seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Laju Fuel Consumption

Berdasarkan tabel 5 dan gambar 6, laju konsumsi bahan bakar pada putaran mesin 3000-5000 rpm masih sedikit. Hal ini terjadi karena ketika putaran mesin awal throttle valve masih belum terbuka lebar. Akibatnya, bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin juga masih sedikit.

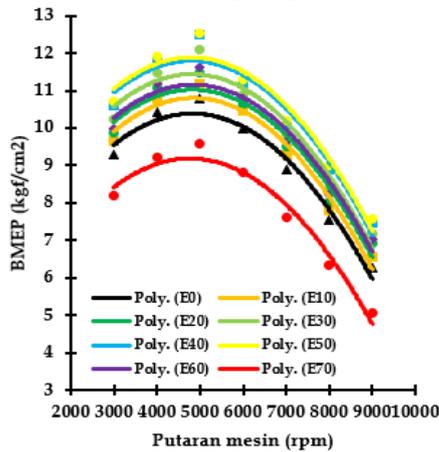
Laju *fuel consumption* cenderung mengalami peningkatan ketika memasuki rentang putaran mesin 6000-9000 rpm. Hal ini terjadi pada ketika putaran mesin yang semakin tinggi maka throttle valve juga terbuka semakin lebar. Akibatnya, bahan bakar yang masuk kedalam ruang bakar juga semakin banyak.

Hasil penelitian menyatakan bahwa seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol ke dalam campuran bahan bakar maka laju *fuel consumption* akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh nilai kalor biopertalite yang lebih tinggi dibandingkan E0, akibatnya membuat mesin membutuhkan lebih banyak energi untuk menghasilkan kinerja mesin yang sama. Selain itu, juga karena rasio udara-bahan bakar E0 yang lebih mendekati rasio sempurna dibandingkan dengan bahan bakar biopertalite.

• **Bmep**

Berdasarkan tabel 6, *bmep* yang dihasilkan oleh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol umbi porang masing-masing mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan E0, sebagai contoh E20 meningkat sebesar 7,11%, E50 meningkat sebesar 16,33%, sedangkan E70 menurun sebesar 13,69%.

Dari tabel 6 jika dikonversikan dalam bentuk grafik akan terlihat seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik *Bmep*

Menurut tabel 6 dan gambar 7, *bmep* mengalami kenaikan pada putaran mesin 3000-5000 rpm. Hal ini terjadi karena ketika putaran mesin semakin meningkat akan membuat pembakaran berlangsung secara sempurna dan perambatan nyala api semakin cepat akibatnya temperatur dan tekanan pembakaran semakin meningkat, sehingga hasil tekanan efektif rata-rata semakin meningkat.

Bmep mengalami penurunan ketika memasuki putaran mesin 6000-9000 rpm. Hal ini terjadi pada putaran mesin yang tinggi, torak tidak memiliki cukup waktu untuk menghisap campuran udara-bahan bakar.

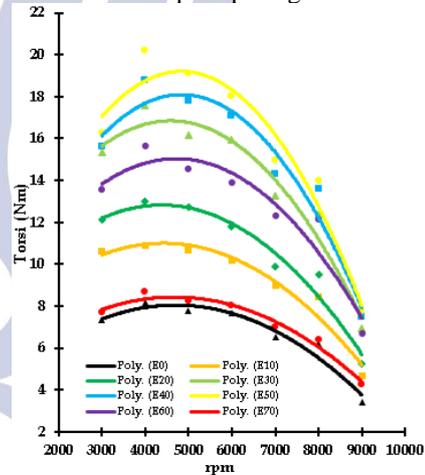
Akibatnya, volume campuran udara-bahan bakar yang terhisap berkurang serta *bmep* juga menurun.

Hasil penelitian menyatakan bahwa seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol ke dalam campuran bahan bakar maka *bmep* akan semakin meningkat juga. Akan tetapi, pada campuran bahan bakar E60 dan E70 *bmep* mengalami penurunan jika dibandingkan dengan bahan bakar E50. Hal ini disebabkan oleh rasio kompresi mesin yang sudah menurun, sehingga bahan bakar E60 dan E70 tidak dapat terkompresi dengan sempurna.

• **Efisiensi Thermal**

Berdasarkan tabel 7, efisiensi termal yang dihasilkan oleh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol umbi porang masing-masing mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan E0, E10 meningkat sebesar 36,89%, E20 meningkat sebesar 57,20%, E30 meningkat sebesar 106,60%, E40 meningkat sebesar 121,76%, E50 meningkat sebesar 133,60%, E60 meningkat sebesar 89,46%, sedangkan E70 meningkat sebesar 33,23%.

Dari tabel 7 jika dikonversikan dalam bentuk grafik akan terlihat seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik Efisiensi Thermal

Berdasarkan tabel 7 dan gambar 8, efisiensi termal pada putaran mesin 3000-4000 rpm cenderung meningkat. Hal ini terjadi karena ketika putaran mesin semakin meningkat, campuran udara-bahan bakar akan semakin mendekati campuran stoikiometri sehingga perambatan nyala api akan semakin cepat dan pembakaran berlangsung lebih sempurna. Akibatnya, tekanan dan temperatur pembakaran juga semakin meningkat sehingga menghasilkan efisiensi termal yang lebih tinggi.

Efisiensi termal mengalami penurunan ketika memasuki putaran mesin 5000-9000 rpm. Hal ini terjadi pada putaran mesin yang tinggi, torak tidak memiliki cukup waktu untuk menghisap campuran udara-bahan bakar.

Hasil penelitian menyatakan bahwa seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol ke dalam campuran bahan bakar maka efisiensi termal akan semakin meningkat juga. Hal ini disebabkan ketika konsentrasi bioetanol semakin meningkat akan menghasilkan daya yang semakin besar, sehingga

efisiensi termal semakin meningkat. Akan tetapi, pada campuran bahan bakar E60 dan E70 efisiensi termal mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena faktor rendahnya nilai kalor bahan bakar, sehingga mempengaruhi penurunan efisiensi thermal.

PENUTUP

Simpulan

Hasil pengujian kinerja mesin pada Honda Vario 125 cc tahun 2021 dengan menggunakan bahan bakar campuran pertalite dan bioetanol umbi porang (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70) menunjukkan torsi maksimum dihasilkan oleh biopertalite E50 sebesar 12,22 Nm dan peningkatan 16,49% dibandingkan dengan pertalite E0 pada putaran mesin 5000 rpm. Daya efektif/ daya roda maksimum dihasilkan oleh biopertalite E50 sebesar 10,57 HP dan peningkatan 24,31% dibandingkan dengan pertalite E0 pada putaran mesin 8000 rpm. *Bmep* maksimum dihasilkan oleh biopertalite E50 sebesar 12,54 kgf/cm² dan peningkatan 16,49% dibandingkan dengan pertalite E0 pada putaran mesin 5000 rpm. Laju *fuel consumption* maksimum dihasilkan oleh biopertalite E70 sebesar 2,04 liter/jam dan peningkatan 8,51% dibandingkan dengan pertalite E0 pada putaran mesin 9000 rpm. Efisiensi termal maksimum dihasilkan oleh biopertalite E50 sebesar 20,20% dan peningkatan 148,10% dibandingkan dengan pertalite E0 pada putaran mesin 4000 rpm.

Saran

- Perlu dilakukannya pengujian karakteristik nilai oktan pada bahan bakar yang akan digunakan sebagai pengujian kinerja mesin.
- Konsentrasi bioetanol yang digunakan dalam campuran bahan bakar hendaknya disesuaikan dengan rasio kompresi mesin tersebut.
- Sebelum melaksanakan pengujian kinerja mesin hendaknya mesin *ditune up* agar kinerja yg dihasilkan lebih optimal.
- Sebaiknya menggunakan mesin uji yang baru atau mesin dengan rasio kompresi yang lebih tinggi agar bahan bakar E70 menghasilkan kinerja mesin yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Auliya, R., P. Irdawati, R. Nabilah, M. W. Putri & Wulandari. (2021). "Prosiding SEMNAS BIO 2021 Analisis Potensi Limbah Pertanian dalam menghasilkan Biofuel dari proses Fermentasi".
- Badan Pusat Statistik. (2022). Statistik Transportasi Darat 2021. Jakarta.
- Dharmawan, R. F. D. (2016). "Studi Eksperimen Pengaruh Rasio Kompresi dan Durasi Penginjeksian Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Engine Honda CB150R Berbahan Bakar Bioetanol E100".
- Direktorat Jenderal Minyak & Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2022). Statistik Minyak dan Gas Bumi Semester 1 2021. Jakarta.

Junipitoyo, B., Wulansari, A. (2019). "Pengaruh Campuran Bioethanol Pada Pertalite Terhadap Torsi Dan Daya Piston Engine 1 Silinder". Jurnal Penelitian, 4(3), 40–48.

PT. Pertamina (Persero). (2020). Fuel Retail.

Putri, M. U. H. (2023). "Studi Eksperimental Pembakaran Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran Bioethanol Dari Limbah Brem Terhadap Kinerja Mesin Sepeda Motor Honda PCX 160CC". Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya. 2023, 25-32.

Rifdah, U. Kalsum, & I. S. Anugrah. (2022). "Pengaruh *Saccharomyces Cerevisiae* Terhadap Kadar Etanol dari Kulit Nanas Secara Fermentasi". Jurnal Teknik Patra Medika, 13(02).

Rusdiani, R. R., D., Magister, P., Lingkungan, D. T., Sipil, F. T., & Kebumian, L. D. A. N. (2018). Surabaya Study of Emission Factors of Gasoline.

SAE Internasional. (2004). Engine Power Test Code—Spark Ignition and Compression Ignition—Net Power Rating. United States of America.

Sebayang, A. H., Ibrahim, H., Dharma, S., Silitonga, A. S., Ginting, B. B., & Damanik, N. (2020). "Pengaruh Campuran Bahan Bakar Pertalite-Bioetanol Biji Sorghum pada Mesin Bensin". Jurnal Teknosains, 9(2), 91.

Sindhuwati, C. A. Mustain, Y. O. Rosly, A. S. Aprijaya, M. Mufid, A. S. Suryandari, Hardjono, & S. Rulianah. (2021). "Review: Potensi Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol dengan Metode Fed Batch pada Proses Hidrolisis". Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan, 5(2), 128.

Syahril, E. (2017). ESDM. Kepdirjen-No.-0486.K_10_Djm.S_2017-(Spesifikasi-BbmBensin-90). Pdf. In Jakarta.