

Uji Banding Kualitas BBM Pertamina dengan BBM E5 Beras Ketan Putih, Beras Biasa, dan Nira Aren pada Kendaraan Bermotor

Annisa Chiyarotul Wardah¹, Usman Fathurohman¹, Tiara Nursyifa Ramadhani¹, Inra¹

¹SMA Negeri 1 Cigemblong, Lebak, Banten, Indonesia;

Email : annisawardah42@guru.sma.belajar.id (A.C.W), usmanfathu@gmail.com (U.F),
tnursyifa28@gmail.com (T.N.R), Indraa090909@gmail.com (I);

Abstrak : Penelitian ini dilatar belakangi oleh tingginya harga bahan bakar minyak pada kendaraan bermotor, khususnya di kecamatan Cigemblong, kabupaten Lebak, provinsi Banten. Melalui metode survei dan observasi, penelitian ini bertujuan untuk menelaah proses pembuatan alat distilasi sederhana untuk mengolah bioetanol sebagai upaya mendukung pemerintah dalam mempersiapkan penggunaan BBM E5 ramah lingkungan dan terjangkau sesuai dengan tujuan *Sustainable Development Goals/SDGs*. Data diolah dan dianalisis secara kuantitatif dan deskriptif. Alat distilasi bioetanol dihubungkan dengan selang yang digunakan sebagai tempat penguapan, kondensasi, dan tempat saluran produk bioetanol yang kemudian ditampung pada wadah. Bahan utama yang digunakan adalah beras ketan putih, beras biasa, dan nira aren yang diperoleh dari petani kecamatan Cigemblong. Bahan baku tersebut diolah melalui proses hidrolisis, fermentasi, dan distilasi kemudian masuk ke tahap uji coba produk pada kendaraan motor. Terdapat 8 uji yaitu uji densitas, kalor pembakaran, nyala api, emisi gas buang CO, CO₂, SO_x, NO_x dan uji konsumsi bahan bakar lapangan. Berdasarkan kedelapan uji tersebut, diperoleh data kuantitatif yang dinyatakan dengan akumulasi poin kualitas terbaik pada BBM E5 beras ketan putih dengan perolehan 26 poin, kemudian BBM E5 beras biasa dan nira aren dengan poin 24, sedangkan BBM pertamax hanya memiliki akumulasi 19 poin. Berdasarkan hasil tersebut, maka diperoleh kesimpulan bahwa BBM E5 produk penelitian ini layak untuk menjadi bahan bakar alternatif ramah lingkungan pada kendaraan bermotor. Target penelitian ini adalah dapat memberikan informasi ilmiah sehingga masyarakat sekitar tempat penelitian dapat mengadopsi prosedur kerja secara mandiri, sehingga dapat mengatasi masalah krusial di bidang energi, khususnya di wilayah Cigemblong, Lebak, Banten.

Kata Kunci : BBM E5, Beras Biasa, Beras Ketan Putih, Bioetanol, Kendaraan Bermotor, Nira Aren

Jurnal Energi Baru & Terbarukan, 2026, Vol. 7, No. 2, pp 1 – 12

Received : 23 Februari 2026

Accepted : 30 Maret 2026

Published : 4 Mei 2026



Copyright: © 2022 by the authors. [Jurnal Energi Baru dan Terbarukan](#) (p-ISSN: [2809-5456](#) and e-ISSN: [2722-6719](#)) published by Master Program of Energy, School of Postgraduate Studies. This article is an open access article distributed under the terms and condition of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#) (CC BY-SA 4.0).

Abstract : This research is motivated by the high price of fuel oil for motor vehicles, especially in Cigemblong District, Lebak Regency, Banten Province. Through survey and observation methods, this research aims to examine the process of making a simple distillation tool to process bioethanol as an effort to support the government in preparing the use of environmentally friendly and affordable E5 fuel in accordance with the goals of Sustainable Development Goals/SDGs. Data were processed and analyzed quantitatively and descriptively. The bioethanol distillation tool is connected to a hose which is used as a place for evaporation, condensation, and a channel for bioethanol products which are then collected in a container. The main materials used are white gluty rice, ordinary rice, and aren nira obtained from farmers in Cigemblong District. The raw materials are processed through hydrolysis, fermentation, and distillation processes then enter the product trial stage on motor vehicles. There are 8 tests, namely density test, combustion heat, flame, CO, CO₂, Sox, Nox exhaust emissions and field fuel consumption test. Based on these eight tests, quantitative data is obtained which is expressed by the accumulation of the best quality points on E5 white gluty rice fuel with 26 points, then E5 ordinary rice fuel and aren nira with 24 points, while pertamax fuel only has an accumulation of 19 points. Based on these results, it is concluded that the E5 fuel product of this research is suitable to be an environmentally friendly alternative fuel for motor vehicles. The target of this research is to provide scientific information so that the community around the research site can adopt the work procedure independently, so as to overcome the crucial problem in the field of energy, especially in Cigemblong, Lebak, Banten.

Keywords : E5 Fuel, Ordinary Rice, White Gluty Rice, Bioethanol, Motor Vehicles, Aren Palm Sap (or simply Aren Nira)

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi Bahan Bakar Minyak (BBM) baik secara global maupun nasional terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah populasi penduduk. Hal ini berdampak pada kebutuhan akan bahan bakar yang bertambah, sehingga ketersediaan sumber daya tak terbarukan (*non renewables*) sangat terbatas disebabkan oleh laju pembentukan yang membutuhkan waktu ribuan tahun. Hal ini tidak menutup kemungkinan kelangkaan BBM akan terjadi dan akibatnya harga tambah melonjak dan berdampak besar pada pembangunan suatu negara. Berdasarkan data Kementerian Keuangan Republik Indonesia (2025), Indonesia mengalami kenaikan faktor ICP (*Indonesia Crude Price*) yang merupakan dampak dari peningkatan konsumsi BBM. Kenaikan ini menunjukkan bahwa permintaan BBM di Indonesia sedang meningkat, yang berakibat pada kenaikan harga minyak mentah di Indonesia (Peraturan Presiden Nomor 98 tahun 2022). Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2025) telah menetapkan harga minyak mentah Indonesia bulan Januari 2025 sebesar USD 76,81 per barel. Angka tersebut naik USD 5,20 perbarel dari harga minyak mentah pada Desember 2024 yang dipatok pada angka USD 71,61 per barel. Kondisi ini diperparah oleh semakin tipisnya sumber cadangan minyak dunia yang menurun 500 ribu barel menjadi 415,1 juta barel apabila dibandingkan stok di akhir bulan sebelumnya (*Energy Information Administration (EIA) Amerika Serikat, 2025*).

Dengan berbagai permasalahan BBM tersebut, menjadi tantangan besar bagi Indonesia, termasuk wilayah Cigemblong. Saat ini, kebutuhan energi di Indonesia masih mengandalkan sumber daya fosil, seperti minyak, gas bumi serta batu bara. Bahan bakar fosil tersebut berdampak mencemari lingkungan,

pemanasan global (Pranata, Dantes, Wiratmaja, 2020), emisi gas buang CO, hidrokarbon, NO₂ dan SO₂ yang berdampak negatif bagi kesehatan dan mengurangi tebal lapisan ozon (Yunus, Fahrudin, 2024).

Berdasarkan data sekunder di atas, hal tersebut relevan dengan harga BBM khususnya jenis pertamax di kecamatan Cigemblong kabupaten Lebak provinsi Banten. Melalui survei, diperoleh data primer harga pertamax di beberapa kampung di kecamatan Cigemblong berkisar antara Rp 15.000,00 hingga Rp 17.000,00 per liter. Angka tersebut mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya yang masih dipatok Rp 15.000,00 per liter. Harga tersebut memiliki rentang cukup jauh jika dibandingkan dengan harga pertamax yang dirilis oleh Pertamina per tanggal 1 Agustus 2025 untuk wilayah Provinsi Banten sebesar Rp 12.200,00 per liter. Hal ini disebabkan oleh distribusi bahan bakar yang membutuhkan biaya lebih, karena jarak kecamatan Cigemblong dari pusat kota (Rangkasbitung) yang cukup jauh, ± 67 kilometer (BPS Lebak, 2024). Oleh karena itu, hal tersebut menuntut negara- negara di dunia termasuk Indonesia untuk menciptakan berbagai sumber energi baru dan terbarukan yang aplikatif, terjangkau, dan ramah lingkungan.

Dalam pelaksanaan pengembangan sumber daya baru terbarukan biasanya mengandalkan teknologi, namun hal ini akan menjadi kendala baru apabila penerapannya di negara berkembang seperti Indonesia, khususnya di wilayah pedesaan Cigemblong. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan teknologi yang tepat guna, sederhana, aplikatif, dan alat bahannya tersedia di Cigemblong, sehingga masyarakat Cigemblong mampu mengadaptasi secara mandiri (Mangunwidjaja dan Sailah, 2005). Cigemblong merupakan salah satu wilayah di Lebak dengan kekayaan nabati luar biasa, hal ini dikarenakan wilayahnya sebagian besar adalah hutan dan lahan pertanian. Hampir seluruh lahan tani di Cigemblong ditanami tanaman padi berupa beras biasa dan sebagian kecilnya merupakan komoditas beras ketan putih serta tanaman palawija (BPS Lebak, 2025). Beberapa tahun terakhir, komoditas padi Kabupaten Lebak mengalami peningkatan produksi, bahkan melampaui target yang telah ditetapkan. Selain itu, luas areal tanaman aren di Kabupaten Lebak pada tahun 2018 mencapai 2,890.85 Ha, dengan produksi nira aren sebesar 1,872.01 ton dengan tingkat produktivitas sebesar 1,092.28 Kg/Ha termasuk di dalamnya wilayah kecamatan Cigemblong. (Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Lebak, 2019). Dari sekian banyak sumber daya nabati yang tersedia di Cigemblong, pada penelitian ini memanfaatkan bahan paling berpotensi yakni beras ketan putih (*Oryza sativa- glutinosa*), beras biasa (*Oryza sativa*), dan nira aren (*Arenga pinnata*). Sejauh ini, rata-rata petani Cigemblong mampu memproduksi beras biasa sebanyak 500 kg dan beras ketan putih 50 kg setiap kali panen. Hasil tersebut sudah sangat cukup bahkan lebih untuk memenuhi kebutuhan makanan pokok sehari-hari, bahkan ketersediaan yang terlampaui banyak dapat menurunkan harga jual beras di pasaran. Tidak jarang petani memiliki stok beras yang sangat berlebih hingga berjamur tidak layak untuk dikonsumsi dan hanya berakhir sebagai pakan ternak seperti ayam dan unggas lainnya. Hal ini dikarenakan hampir seluruh mata pencaharian masyarakat Cigemblong adalah petani tanaman padi. Selain itu, profesi terbanyak berikutnya masyarakat Cigemblong adalah pengrajin gula aren yang baru memanfaatkan nira aren sebagai produksi gula. Pemasokan tersebut sudah mencukupi kebutuhan gula aren masyarakat Cigemblong bahkan daerah sekitar. Oleh karena itu, diperlukan upaya penciptaan produksi samping (*by-products*) untuk mengoptimalkan kebermanfaatan beras ketan putih, beras biasa, dan nira aren.

Dalam penerapannya di Indonesia, produk BBM campuran bioetanol 5% atau E5 sudah beredar dalam bentuk Pertamax *Green* namun belum bersifat kewajiban. Pertamax *Green* 95 adalah BBM campuran Pertamina dengan 5% bioetanol (E5) yang berasal dari molase tebu. Produk ini merupakan

bahan bakar baru yang diluncurkan oleh Pertamina sebagai upaya energi terbarukan untuk menyediakan bahan bakar ramah lingkungan. Penerapan BBM E5 ini ditargetkan oleh Kementerian Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) secara bertahap pada tahun 2026 (DetikFinance, 2025) dikarenakan pasokan bioetanol yang masih terbatas. Tercatat jumlah produksi baru mencapai 60 ribu kiloliter, sementara kebutuhan mencapai 1,2 juta kiloliter. Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, diperlukan adanya upaya alternatif untuk mendukung pemerintah sesuai dengan tujuan SDGs (*Sustainable Development Goals*).

2. Metodologi Penelitian

Prosedur penelitian diawali dengan proses observasi melalui 2 tahap. Observasi tahap 1 dilakukan secara survei kuantitatif untuk memperoleh data primer harga bahan bakar minyak yang sering digunakan oleh masyarakat Cigemblong yaitu pertamax.

Tabel 1. Data Primer Observasi Harga Pertamax di Kecamatan Cigemblong

No.	Nama Kampung	Harga BBM Pertamax per Liter
1.	Cilipung	Rp 15.000,00
2.	Lebak Tundun	Rp 16.000,00
3.	Cibanteng	Rp 16.000,00
4.	Cikate	Rp 16.000,00
5.	Cisaat	Rp 16.000,00
6.	Cikareo	Rp 16.000,00
7.	Ciondo	Rp 17.000,00

Pada observasi tahap 2 diperoleh data kualitatif mengenai proses persiapan bahan baku, hidrolisis, fermentasi, distilasi, pengukuran kadar etanol, hingga proses uji coba produk BBM E5 beras ketan putih, beras biasa, dan nira aren dibandingkan dengan BBM Pertamax pada kendaraan bermotor merk Honda Supra Fit. Data diperoleh dari observasi dan pengukuran kemudian direkap pada instrumen berupa lembar observasi kemudian dianalisis secara deskriptif.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini berupa produk BBM E5 beras ketan putih, beras biasa, dan nira aren dengan menggunakan sistem produksi sederhana aplikatif agar mudah diadopsi pengolahannya oleh masyarakat Cigemblong. Prosedur kerja meliputi persiapan bahan baku, hidrolisis, fermentasi, distilasi, pengukuran kadar etanol, dan uji kualitas BBM E5. Ketiga bahan baku yang telah disiapkan kemudian masuk ke tahap selanjutnya, beras ketan putih dan beras biasa dihidrolisis sedangkan nira aren langsung difermentasi. Berikut data kuantitatif proses hidrolisis dari beras ketan putih dan beras biasa.

Tabel 2. Data Kuantitatif Proses Hidrolisis Bahan Baku Bioetanol

No.	Komponen	Bahan Baku Bioetanol		
		Beras Ketan Putih	Beras Biasa	Nira Aren
1.	Massa pati	300 gram	300 gram	2.400 mL
2.	Massa aquades	2.400 mL	2.400 mL	-
3.	Massa enzim α -amylase	1,8 gram	1,8 gram	-
4.	Massa enzim <i>glukoamylase</i>	1,8 gram	1,8 gram	-
5.	Suhu Gelatinasi	95°C	95°C	-
6.	Waktu Gelatinasi	40 menit	40 menit	-
7.	Suhu Likuifaksi	90°C	90°C	-
8.	Waktu Likuifaksi	2 jam	2 jam	-
9.	pH Likuifaksi	5	5	-

10.	Suhu Sakarifikasi	60°C	60°C	-
11.	Waktu Sakarifikasi	2 jam	2 jam	-
12.	pH Sakarifikasi	4	4	-

Proses selanjutnya adalah fermentasi bahan baku pada suhu dengan bantuan mikroorganisme/ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Dalam fermentasi, glukosa diubah oleh mikroorganisme menjadi etanol dan gas karbon dioksida. Semakin banyak glukosa yang terkandung dalam sampel, maka semakin besar potensi produksi bioetanol, yang ditunjukkan oleh tingginya kadar alkohol (dalam hal ini etanol). Selain itu, agar proses fermentasi berjalan dengan optimal, maka ditambahkan NPK mutiara dan urea sebagai pemasok nutrisi bagi mikroorganisme (*Saccharomyces cerevisiae*) yang terlibat pada proses fermentasi. NPK sebagai penyedia nutrisi lengkap nitrogen, phosphor, dan kalium sedangkan urea sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhan mikroba dan meningkatkan kualitas hasil fermentasi. Namun, untuk bahan baku nira aren tidak dilakukan penambahan ragi, NPK mutiara, maupun urea. Hal ini dikarenakan fermentasi nira aren dapat berlangsung secara alami tanpa bantuan mikroorganisme. Selama proses fermentasi, sampel ditempatkan pada wadah tertutup (anaerob) dan diukur suhu dan pH-nya secara berkala selama 4 hari. Sampel hasil fermentasi berubah menjadi 3 lapisan yaitu lapisan terbawah berupa endapan protein dan di atasnya merupakan air dan etanol. Endapan protein dipisahkan dari larutan etanol yang kemudian disisihkan, sedangkan larutan etanol siap diproses untuk tahap distilasi.

Tabel 3. Data Kuantitatif Proses Fermentasi Bahan Baku Bioetanol

No.	Komponen	Bahan Baku Bioetanol		
		Beras Ketan Putih	Beras Biasa	Nira Aren
1.	Massa ragi <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2,5 gram	2,5 gram	-
2.	Massa NPK mutiara	1,2 gram	1,2 gram	-
3.	Massa urea	2,4 gram	2,4 gram	-
4.	Suhu fermentasi	27°C	27°C	27°C
5.	pH fermentasi	5,9	5,41	5,5
6.	Volume larutan etanol hasil fermentasi	465 mL	518 mL	1.920 mL

Hasil fermentasi yang dipisahkan dari endapan protein pati hingga diperoleh larutan etanol yang siap untuk didistilasi. Alat distilasi terdiri atas kompor gas untuk sumber api pembakaran, panci *stainless steel* sebagai wadah pemanasan hasil fermentasi, selang untuk menyalurkan uap etanol dan proses kondensasi serta labu takar untuk menampung etanol hasil distilasi. Proses distilasi dilakukan untuk memisahkan etanol dari larutan hasil fermentasi dengan cara memanaskan larutan tersebut dengan menjaga suhu pemanasan pada titik didih etanol 78°C, sehingga etanol lebih dahulu menguap dan gas hasil penguapan dialirkan pada selang kondensasi yang sebagian selang dicelupkan pada air pendingin, sehingga gas akan menjadi etanol cair dan ditampung pada labu takar tertutup agar etanol tidak menguap.

Tabel 3. Data Kuantitatif Proses Distilasi Bahan Baku Bioetanol

No.	Komponen	Bahan Baku Bioetanol		
		Beras Ketan Putih	Beras Biasa	Nira Aren
1.	Suhu Distilasi	78°C	78°C	78°C
2.	Volume bioetanol hasil distilasi	80 mL	71,1 mL	30 mL

Etanol cair yang diperoleh dari proses distilasi selanjutnya diukur kadar etanolnya dengan menggunakan refraktometer alkohol. Prinsip kerja refraktometer dengan refraksi cahaya. Ketika cahaya melewati satu medium ke medium lain, cahaya tersebut akan dibelokkan/ direfraksikan. Sudut refraksi cahaya tergantung pada indeks bias, semakin tinggi indeks bias semakin besar sudut refraksi cahaya. Alat ini mengukur indeks bias larutan alkohol dengan menggunakan prisma atau lensa. Ketika cahaya melewati prisma/lensa cahaya tersebut akan direfraksikan dan membentuk bayangan pada skala pengukuran. Hasil pengukuran kadar etanol menggunakan refraktometer kemudian dilakukan konversi dengan hasil pengujian dengan alat *gase chromatography* (GC) untuk mengetahui kadar etanol yang sesungguhnya, hal ini dikarenakan hasil ukur alat GC lebih akurat (Simanjutak dan Subagyo, 2019).

Tabel 4. Data Kuantitatif Pengukuran Kadar Bioetanol

No.	Pengukuran Kadar Bioetanol	Kadar Bioetanol		
		Beras Ketan Putih	Beras Biasa	Nira Aren
1.	Pengukuran menggunakan <i>refractometer</i>	2%	15%	1%
2.	Konversi pengukuran <i>gase chromatography</i> (GC)	24,16%	81,39%	16,40%

Bioetanol yang telah diukur kadar etanolnya kemudian digunakan sebagai campuran 5% dengan bahan bakar minyak pertamax yang kemudian disebut sebagai BBM E5 lalu diuji coba pada kendaraan bermotor. Uji coba BBM E5 dilakukan melalui 8 tahap uji sebagai berikut:

1. Uji Densitas (Massa Jenis/Kerapatan Massa)

Berdasarkan data tersebut, dilakukan perhitungan densitas dilakukan BBM dengan rumus: ρ (massa jenis) = massa per volume. Densitas yang baik untuk BBM kendaraan bermotor berkisar pada angka 0,72 – 0,78 gram/mL. Densitas BBM yang terlalu rendah menyebabkan penguapan yang berlebihan, sehingga mengurangi efisiensi mesin. Sebaliknya, densitas BBM yang terlalu tinggi dapat menyebabkan masalah pada sistem bahan bakar, seperti kesulitan mengalir ke mesin, sehingga meningkatkan konsumsi bahan bakar. Densitas yang tepat dapat memengaruhi kinerja mesin, efisiensi bahan bakar, dan emisi gas buang. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan BBM yang sesuai dengan spesifikasi kendaraan dan standar yang digunakan.

Tabel 5. Data Kuantitatif Uji Densitas BBM

No	Uji Densitas	Bahan Bakar Minyak (BBM)			
		Pertamax	Beras Ketan Putih	Beras Biasa	Nira Aren
1.	Massa BBM/BBM E5	35,00 gram	35,36 gram	36,00 gram	34,59 gram
2.	Volume BBM/BBM E5	50 mL	50 mL	50 mL	50 mL
3.	Densitas BBM/BBM E5	0,700 g/mL	0,703 g/mL	0,720 g/mL	0,688 g/mL

Berdasarkan data hasil perhitungan tersebut, diperoleh massa jenis bahan bakar yang tepat dan berpengaruh baik pada kinerja mesin dan efisiensi bahan bakar sesuai teori yaitu BBM E5 beras biasa, BBM E5 beras ketan putih, BBM pertamax, dan yang paling tidak mendekati dengan nilai densitas sesuai teori adalah BBM E5 nira aren.

2. Uji Kalor Pembakaran

Hasil kalor pembakaran diperoleh melalui percobaan kalorimetri dengan perhitungan kalor pembakaran air (Q_{air}) terlebih dahulu kemudian hasil perhitungan Q_{air} digunakan untuk mencari nilai kalor pembakaran BBM (Q_{BBM}).

$$Q_{air} = \text{massa air} \times \text{kalor jenis air} \times (T_{akhir\ air} - T_{awal\ air}) \text{ dengan kalor jenis air sebesar } 4,18 \frac{Joule}{g^{\circ}C} \text{ lalu}$$

$$Q_{BBM} = \frac{Q_{air}}{\text{massa BBM}}$$

Tabel 6. Data Kuantitatif Kalor Pembakaran BBM

No	Uji Kalor Pembakaran	Bahan Bakar Minyak (BBM)			
		Pertamax	Beras Ketan Putih	Beras Biasa	Nira Aren
1.	Massa air (yang dididihkan)	0,48 gram	0,56 gram	0,19 gram	0,40 gram
2.	Kalor jenis air	4,18 Joule/g°C	4,18 Joule/g°C	4,18 Joule/g°C	4,18 Joule/g°C
3.	Suhu awal air	29°C	29°C	28,5°C	30°C
4.	Suhu akhir air	46°C	45°C	43°C	40°C
5.	Qair	34,11 Joule	37,48 Joule	11,52 Joule	16,72 Joule
6.	Massa BBM terbakar	6,68 gram	4,50 gram	1,52 gram	1,76 gram
7.	QBBM	5,106 Joule	8,330 Joule	7,579 Joule	9,500 Joule

Semakin tinggi Q_{BBM} , semakin banyak energi yang dihasilkan per satuan massa. Oleh karena itu, BBM dengan kalor pembakaran yang tinggi biasanya lebih efisien dan lebih baik untuk digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan energi tinggi. Berdasarkan data hasil perhitungan tersebut, diperoleh kalor pembakaran bahan bakar yang tepat dan berpengaruh baik pada kinerja mesin dan efisiensi bahan bakar sesuai teori yaitu BBM E5 nira aren, BBM E5 beras ketan putih, BBM E5 beras biasa, dan yang paling tidak mendekati dengan nilai kalor pembakaran sesuai teori adalah BBM pertamax.

3. Uji Nyala Api

Uji nyala api BBM bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan bakar, keamanan penyimpanan, dan kinerja mesin. Semakin cerah nyala api, semakin baik kualitas BBM. Jika nyala api stabil dan tidak bergetar, maka kualitas BBM lebih baik.



Gambar 1. Uji Nyala Api Bahan Bakar dari kiri ke kanan pertamax, beras ketan putih, beras biasa, nira aren.

Berdasarkan hasil uji nyala api tersebut, diperoleh hasil bahwa urutan kualitas BBM dari yang kurang baik hingga paling baik yaitu BBM E5 beras biasa, BBM pertamax, BBM E5 beras ketan putih, dan nyala api dengan kualitas terbaik yaitu BBM E5 nira aren. Hal ini ditandai dengan kecerahan dan kestabilan nyala api, sehingga menunjukkan kualitas BBM tersebut.

4. Uji Emisi Gas Buang

Emisi gas buang yang diuji pada penelitian ini yaitu uji gas CO (Karbon monoksida), CO₂ (Karbon dioksida), So_x (Sulfur oksida), dan No_x (Nitrogen oksida). Pada uji ini diperoleh data warna kertas lakmus, nilai pH, dan analisis kualitatif pada produk uji yang dihasilkan.

Tabel 7. Data Kuantitatif Uji Emisi Gas Buang BBM

No	Bahan Bakar Minyak (BBM)				
	Uji Emisi Gas Buang	Pertamax	Beras Ketan Putih	Beras Biasa	Nira Aren
1.	CO Karbon monoksida				
	pH awal air	6	6	6	6
	Warna kertas lakmus hasil uji CO	Merah	Merah	Merah	Merah
	pH hasil uji CO	4	6	5	6
2.	CO ₂ Karbon dioksida				
	pH awal air kapur sirih	13	13	13	13
	Warna kertas lakmus hasil uji CO ₂	Biru	Biru	Biru	Biru
	pH hasil uji CO ₂	12	14	13	14
3.	So _x (Sulfur oksida)				
	pH awal H ₂ O ₂ 3%	4	4	4	4
	Warna kertas lakmus hasil uji SO _x	Merah	Merah	Merah	Merah
	pH hasil uji SO _x	5	6	4	5
	pH setelah penambahan BaCl ₂	5	6	5	5
4.	No _x (Nitrogen oksida)				
	pH awal H ₂ O ₂ 3%	2,4	2,4	2,4	2,4
	Warna kertas lakmus hasil uji NO _x	Merah	Merah	Merah	Merah
	pH hasil uji NO _x	6	6	6	6

Semakin kecil nilai pH (bersifat asam) maupun semakin besar nilai pH (bersifat basa), maka juga dapat menyebabkan korosi pada komponen-komponen logam dalam sistem bahan bakar dan mesin. Nilai pH yang ideal dan aman untuk komponen logam agar tidak mudah mengalami korosi yaitu pada rentang 5-10. Oleh karena itu, berdasarkan data hasil uji emisi gas buang tersebut, diperoleh bahwa hampir seluruh BBM layak dan aman untuk penggunaan kendaraan bermotor. Namun, pada uji emisi gas CO karbon monoksida BBM pertamax memiliki nilai pH 4 di mana pH tersebut cukup asam dan dapat meningkatkan risiko korosi pada komponen-komponen logam. Selain itu, pada uji emisi gas CO₂ karbon dioksida diperoleh seluruh BBM memiliki nilai pH di atas 12 di mana pH tersebut cukup basa dan dapat meningkatkan risiko korosi pada komponen-komponen logam.

5. Uji Konsumsi Bahan Bakar Lapangan

Pada uji ini dilakukan dengan memasukkan bioetanol ke botol semprot kosong sebagai tangki motor dengan volume yang sama yaitu 100 mL untuk uji BBM pertamax dan BBM E5. Kemudian uji konsumsi bahan bakar dilakukan dengan menjalankan kendaraan uji pada rute yang sama dan telah ditentukan dengan berbagai kondisi, seperti jalan lurus, menanjak, menurun, berliku-liku, jalan bagus dan rusak serta kondisi lalu lintas yang berbeda-beda. Data jarak, kecepatan rata-rata, kecepatan maksimal *directord* menggunakan aplikasi *smartphone* yaitu *GPS speedometer* dan menghitung konsumsi bahan bakar dengan membagi jarak tempuh (km) dengan volume bahan bakar (liter). Semakin kecil nilai pH (bersifat asam) maupun semakin besar nilai pH (bersifat basa), maka juga dapat menyebabkan korosi pada komponen-komponen logam dalam sistem bahan bakar dan

mesin. Nilai pH yang ideal dan aman untuk komponen logam agar tidak mudah mengalami korosi yaitu pada rentang 5-10. Oleh karena itu, berdasarkan data hasil uji emisi gas buang tersebut, diperoleh bahwa hampir seluruh BBM layak dan aman untuk penggunaan kendaraan bermotor. Namun, pada uji emisi gas CO karbon monoksida BBM pertamax memiliki nilai pH 4 di mana pH tersebut cukup asam dan dapat meningkatkan risiko korosi pada komponen- komponen logam. Selain itu, pada uji emisi gas CO₂ karbon dioksida diperoleh seluruh BBM memiliki nilai pH di atas 12 di mana pH tersebut cukup basa dan dapat meningkatkan risiko korosi pada komponen-komponen logam.



Gambar Hasil Uji Konsumsi Bahan Bakar by Aplikasi GPS Speedometer
 (Dari kiri ke kanan: Pertamax, Beras Ketan Putih, Beras Biasa, Nira Aren)

Tabel 8. Data Kuantitatif Uji Konsumsi Bahan Bakar Lapangan

No	Uji Konsumsi Bahan Bakar Lapangan	Bahan Bakar Minyak (BBM)			
		Pertamax	Beras Ketan Putih	Beras Biasa	Nira Aren
1.	Kecepatan maksimal kendaraan bermotor	46 km/jam	55 km/jam	52 km/jam	51 km/jam
2.	Kecepatan rata-rata kendaraan bermotor	14 km/jam	19 km/jam	21 km/jam	19 km/jam
3.	Gigi transmisi	Gigi 1	Gigi 1	Gigi 2	Gigi 2
4.	Waktu tempuh BBM	11' 47"	09' 00"	07' 41"	08' 34"
5.	Jarak tempuh BBM	2,90 km	2,93 km	2,81 km	2,84 km
6.	Volume BBM awal	100 mL	100 mL	100 mL	100 mL
7.	Sisa BBM di garis finish	0 mL	13,0 mL	23,0 mL	14,2 mL
8.	Volume BBM yang diuji	100 mL	87,0 mL	77,0 mL	85,8 mL
9.	Konsumsi BBM (km/mL)	0,0290	0,0337	0,0365	0,0331
10.	Konsumsi BBM (km/L)	29,0 km/L	33,7 km/L	36,5 km/L	33,1 km/L

*Keterangan = ' (menit) '' (detik)

Berdasarkan data uji konsumsi bahan bakar, diperoleh hasil bahwa konsumsi BBM E5 beras biasa paling irit yaitu mampu menempuh jarak 36,5 km dalam penggunaan 1 liter. Kemudian 1 liter BBM E5 beras ketan putih mampu menempuh jarak 33,7 km, sedangkan BBM E5 nira aren dapat menempuh jarak 33,1 km dalam penggunaan per liter-nya. Sesuai teori, penggunaan 1 liter BBM

pertamax hanya mampu menempuh jarak 30 km, pada penelitian ini diperoleh konsumsi BBM pertamax yaitu 29,0 km/liter. Selain itu, gigi transmisi yang digunakan BBM E5 beras biasa dan nira aren pada jalan menanjak adalah gigi 2, di mana pada keadaan tersebut, kendaraan bermotor mampu menyediakan torsi yang cukup untuk mengatasi gaya gravitasi. Sedangkan BBM pertamax dan BBM E5 beras ketan putih harus memiliki kondisi gigi 1 untuk menghasilkan torsi yang besar ketika kendaraan menanjak.

Tabel. Data Kuantitatif 8 Uji BBM

No.	8 Uji	Poin Bahan Bakar Minyak (BBM)			
		Pertamax	Beras Ketan Putih	Beras Biasa	Nira Aren
1.	Uji Densitas	2	3	4	1
2.	Uji Kalor Pembakaran	1	3	2	4
3.	Uji Nyala Api	2	3	1	4
4.	Uji Emisi Gas CO	2	4	3	4
5.	Uji Emisi Gas CO ₂	4	2	3	2
6.	Uji Emisi Gas SO _x	3	4	3	3
7.	Uji Emisi Gas NO _x	4	4	4	4
8.	Uji Konsumsi BBM	1	3	4	2
9.	Akumulasi Poin BBM	19	26	24	24

Delapan hasil uji dianalisis secara kuantitatif sederhana di mana BBM yang memiliki kriteria terbaik sesuai teori memperoleh poin sebesar 4, kemudian BBM dengan kualitas di bawahnya memperoleh poin lebih rendah sebesar 3, 2, dan 1 untuk kualitas terburuk di antara keempat BBM tersebut. Berdasarkan data hasil 8 uji BBM, diperoleh akumulasi poin BBM yang paling mendekati dengan kriteria BBM terbaik yaitu BBM E5 beras ketan putih, BBM E5 beras biasa dan nira aren, kemudian BBM dengan kualitas paling rendah di antara keempat BBM uji yaitu BBM pertamax.

Setelah dilakukan uji produk BBM E5 Beras Ketan Putih, Beras Biasa, dan Nira Aren kemudian dilakukan diseminasi produk kepada Masyarakat Cigemblong. Sasaran diseminasi produk ini dilakukan pada usia remaja di Cigemblong, hal ini dikarenakan masyarakat usia tersebut memiliki minat otomotif dan teknologi yang baik, sehingga menarik perhatian mereka. Selain itu, mereka juga memiliki rasa ingin tahu yang tinggi dan kemampuan belajar yang baik serta memiliki pengaruh pada masyarakat. Alasan tersebut menjadi strategi untuk tahap diseminasi yang lebih luas dan pengembangan produk secara *massive* di masyarakat pada umumnya.

Hasil diseminasi produk BBM E5 Bioetanol sangat positif dan menunjukkan bahwa produk ini memiliki potensi besar untuk diterima dan diaplikasikan di masyarakat. Hal ini dibuktikan dengan keberhasilan diseminasi yang meningkatkan kesadaran dan antusiasme masyarakat terhadap produk energi terbarukan ini. Dengan penjelasan yang jelas tentang manfaat dan keunggulan E5 Bioetanol, remaja-remaja di Cigemblong mulai memahami pentingnya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan beralih ke sumber energi yang lebih ramah lingkungan. Selain itu, mereka berpendapat bahwa produk ini memiliki potensi besar dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan kualitas udara di daerah mereka. Mereka juga menunjukkan minat yang besar untuk mengadaptasi serta mengaplikasikan pengetahuan ini dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam bidang otomotif yang mereka minati. Mereka juga merasa bahwa produk ini dapat membantu meningkatkan kesadaran lingkungan di masyarakat dan mempromosikan gaya hidup yang lebih berkelanjutan. Dengan demikian, mereka berencana untuk mengaplikasikan pengetahuan ini dalam kehidupan sehari-hari dan mempromosikan produk E5 Bioetanol kepada

teman-teman dan keluarga mereka. Dengan dukungan dan partisipasi aktif dari masyarakat, produk E5 Bioetanol dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang mahal dan meningkatkan kualitas lingkungan di Cigemblong. Oleh karena itu, pada tahap selanjutnya akan dilakukan upaya lanjutan untuk mempromosikan dan mengaplikasikan produk E5 Bioetanol di masyarakat luas.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil, karena diperoleh produk bioetanol dengan kadar yang cukup sebagai campuran bahan bakar minyak bioetanol (BBM E5). Hal ini dibuktikan dengan 8 uji BBM pada kendaraan bermotor yang menghasilkan bahwa kualitas BBM E5 lebih baik daripada BBM pertamax, dengan urutan: BBM E5 beras ketan putih, BBM E5 beras biasa dan nira aren, dan bahan bakar dengan kualitas paling rendah di antara BBM uji yaitu BBM pertamax. Pada pengembangan pengolahan bahan baku bioetanol selanjutnya akan dilakukan evaluasi pada beberapa sub tahap proses pengolahan, sehingga dapat diperoleh bioetanol yang lebih berkualitas. Selanjutnya, penelitian ini berpotensi untuk dikembangkan secara *massive* di kecamatan Cigemblong. Selain itu, untuk diseminasi alat distilasi bioetanol disusun menggunakan komponen hayati yang melimpah di Cigemblong, sehingga meminimalisir penggunaan bahan bakar minyak pada kompor gas.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Lebak. 2024. Kecamatan Cigemblong dalam angka: 12. ISSN 3031-6170. https://lebakkab.bps.go.id/id/publication/2024/09/26/3db0b58a84c305_92b6d52380/kec_amatan-cigemblong-dalam-angka-2024.html [26 September 2024].
- Badan Pusat Statistik. 2025. Luas panen, produksi, dan produktivitas padi menurut provinsi, 2024. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTO5OCMy/luas-panen--produksi--danproduktivitas-padi-menurut-provinsi.html>. [3 Februari 2025].
- DetikFinance. 2025. Kewajiban BBM campur bioethanol 5% ditargetkan berlaku tahun depan. <https://finance.detik.com/energi/d-7917133/kewajiban-bbm-campurbioetanol-5-ditargetkan-berlaku-tahun-depan>. [16 Mei 2025].
- Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Lebak. 2019. Rencana strategis Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Lebak tahun 2019-2024. <https://dlhk.bantenprov.go.id/read/article/1073/Aren-Produk-Hasil-Hutan-Bukan-Kayu-Potensial-di-Provinsi-Banten.html>. [1 Januari 2019].
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2023. ICP Januari 2023 naik tipis jadi US \$78,54 per barel. <https://migas.esdm.go.id/post/read/icp-januari-2023-naik-tipis-jadi-us-78-54-per-barel>. [3 Februari 2023].
- Kementerian Keuangan Republik Indonesia. 2022. Kenaikan harga BBM: jahat atau sepakat? <https://www.djkn.kemenkeu.go.id/kpknl-sidempuan/baca-artikel/15373/Kenaikan-Harga-BBM-Jahat-atau-Sepakat.html>. [3 September 2022].
- Mangunwidjaja, D dan Sailah, I. 2025. Pengantar teknologi pertanian. Penerbit Swadaya. Depok.
- Pranata, I. W. D. E., Dantes, K. R., Wiratmaja, I. G. 2020. Rancang bangun reaktor pengolah limbah organik menjadi biogas sebagai bahan bakar alternatif kendaraan bermotor. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha 8: 1-8. DOI: 10.23887/jptm.v8i1.27294.
- Simanjutak, A. Y. M., dan Subagyo, R. 2019. Analisis hasil fermentasi pembuatan bioethanol dengan variasi waktu menggunakan bahan (singkong, beras ketan hitam, dan beras ketan putih). SJME Kinematika 4: 79-90.

Yunus, M., Fahrudin, A. 2024. Analisa pengaruh variasi bahan bakar A, B, dan C, terhadap konsumsi bahan bakar, emisi gas buang, dan daya pada mesin 1300 cc. *Innovative Technologica: Methodical Research Journal* 3: 1-13. DOI: <https://doi.org/10.47134/innovative.v3i1.96>.