

ANALISIS KARAKTERISTIK NYALA API CAMPURAN BAHAN BAKAR PERTALITE DAN BIOETANOL BERAS KETAN PUTIH (*ORYZA SATIVA GLUTINOSA*)

Shannon Ellya Marolop Tambunan

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: shannon.19031@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

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

Abstrak

Kebutuhan bahan bakar merupakan masalah krusial yang wajib untuk menjadi perhatian oleh semua pihak, karena ketersediaannya semakin menipis, terutama yang berasal dari sumber yang tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu, diperlukan sumber energi alternatif seperti bioetanol, yang dapat digunakan sebagai campuran pada bahan bakar. Bahan dasar yang digunakan untuk pembuatan bioetanol adalah beras ketan putih. Bioetanol beras ketan putih memiliki kadar etanol 99,86%. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik nyala api (lama waktu pembakaran, tinggi nyala api, temperatur nyala api dan warna nyala api) dari pertalite (E0), bioetanol beras ketan putih (E100), dan biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60). Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode eksperimen berupa pembakaran difusi. Pada saat pengambilan data, setiap jenis bahan bakar diuji sebanyak 3 kali, dengan volume sebesar 2 ml setiap pengujian. Instrumen pada penelitian ini meliputi *stopwatch*, kamera, LCD *Digital Temperature*, dan penggaris. Plat *stainless steel* digunakan sebagai tungku pembakaran bahan bakar, dengan ukuran 2,5 cm, ketebalan 0,2 mm, dan berbentuk cekungan. Data hasil penelitian di analisis dengan metode deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian yang didapatkan yaitu: nyala api tertinggi dihasilkan oleh pertalite E0, dengan tinggi rata-rata 26,7 cm, dan terendah adalah bioetanol E100, dengan tinggi rata-rata 8,8 cm. Durasi waktu pembakaran terlama dihasilkan oleh bioetanol E100, dengan rata-rata waktu 249 detik, dan durasi tercepat dihasilkan oleh pertalite E0, dengan rata-rata waktu 218 detik. Temperatur nyala api tertinggi dihasilkan oleh bioetanol E100, dengan rata-rata suhu sebesar 978,2 °C, dan temperatur terendah adalah pertalite E0, dengan rata-rata suhu sebesar 796 °C. Warna dominan yang dihasilkan oleh bioetanol E100 adalah biru.

Kata kunci: beras ketan putih, bioetanol, nyala api, pembakaran difusi

Abstract

The fuel needs is a crucial issue that must be a concern to all sides, because of the availability is running low, especially that came from non-renewable resources. Therefore, an alternative source of energy such as bioethanol is required, which can be used as a fuel mixture. The basic ingredients that used to make bioethanol is white sticky rice. The white sticky rice bioethanol has an ethanol rate of 99,86%. The aim of this research is to analyze the flame characteristics (burning time, flame height, flame temperature, and flame color) of pertalite (E0), white sticky rice bioethanol (E100), and biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60). This research was carried out by using an experimental method in the form of diffusion combustion. During the data collection, each type of fuel was tested 3 times, with a volume of 2ml for each test. The instrument in this research are stopwatch, camera, LCD Digital Temperature, and ruler. a stainless steel plate was used as a fuel burning stove, with a size of 2.5 cm, a thickness of 0.2 mm, and has a concave shape. The research data were analyzed using quantitative descriptive methods. The research result that obtained are: The highest flame height was produced by pertalite E0, with an average height of 26.7 cm, and the lowest was bioethanol E100, with an average height of 8.8 cm. The longest combustion duration was produced by bioethanol E100, with an average time of 249 seconds, and the fastest duration was produced by pertalite E0, with an average time of 218 seconds. The highest flame temperature was produced by bioethanol E100, with an average temperature of 978.2 °C, and the lowest temperature was pertalite E0, with an average temperature of 796 °C. The dominant color produced by bioethanol E100 is blue.

Keywords: white sticky rice, bioethanol, flame, diffusion combustion

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bakar merupakan masalah krusial yang wajib untuk menjadi perhatian oleh semua pihak, karena ketersediaannya semakin menipis, terutama yang berasal dari sumber yang tidak dapat diperbaharui. Di Indonesia, jenis bahan bakar yang digunakan oleh masyarakat masih didominasi oleh bahan bakar fosil, yang keberadaannya tidak dapat diperbaharui, sehingga pada tahun 2025 pemerintah Indonesia menargetkan adanya kontribusi minyak bumi sebesar 20%, gas bumi 30% dan

energi terbarukan sebesar 17% (DESDM, 2012).

Penggunaan bahan bakar fosil secara terus menerus dan berlebihan, serta tidak diikuti dengan peningkatan produksi akan mengakibatkan cadangan energi tersebut menipis, sehingga mengakibatkan kelangkaan energi. Untuk bisa mengatasi keterbatasan dari bahan bakar fosil tersebut, negara Indonesia perlu untuk mengembangkan dan beralih kepada energi terbarukan atau energi alternatif, agar keberlangsungan dan ketersediaan energi dapat dipenuhi secara terus menerus.

Upaya untuk mencari sumber-sumber bahan bakar alternatif terbarukan telah dilakukan oleh banyak pihak. Pemerintah juga telah bersiap, untuk mengembangkan bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui, pemerintah juga telah mendukung banyak penelitian mengenai pembuatan energi alternatif sebagai pengganti bahan bahan bakar fosil. Energi alternatif ini diharapkan mampu menggantikan penggunaan bahan bakar fosil di masa depan.

Salah satu upaya untuk mencari sumber bahan bakar alternatif terbarukan adalah *biofuel*. Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar nabati (*biofuel*) yang berasal dari tanaman atau limbah tanaman. Bioetanol dapat dihasilkan dari karbohidrat, yang dibuat dari tanaman yang mengandung pati atau gula, seperti jagung, tebu, ubi jalar, sorgum manis, dan kentang, serta biomassa selulosa dari sumber non-makanan seperti batang pisang dan jerami (Roy dan Abedin, 2022).

Beras ketan putih atau *oryza sativa glutinosa* dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan bioetanol. Zat pati pada beras ketan putih adalah sekitar 80-85%. Nilai kandungan gizi yang dimiliki oleh beras ketan putih, yaitu: protein 6,7%, kadar abu 0,2%, kadar air 12%, lemak 0,7%, dan karbohidrat 79,4% (Pristiwanto dan Subagyo, 2019). Daerah provinsi Jawa Timur merupakan produsen beras ketan putih terbesar kedua di Indonesia setelah daerah provinsi Jawa Tengah (Maknun, 2021).

Bioetanol berasal dari dua kata, yaitu bio dan etanol. Proses pembuatan bioetanol dapat dilakukan dengan memfermentasi gula (karbohidrat atau bahan berpati dan bahan berlignoselulosa) menggunakan bantuan ragi (*sacharomyces cerevisiae*) atau mikroorganisme lainnya (Subrimobdi dkk., 2016). Bioetanol beras ketan putih yang telah diproduksi diwajibkan untuk diuji pada laboratorium, untuk mendapatkan informasi terkait karakteristik bahan bakarnya. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka data karakteristik dari bioetanol beras ketan putih disajikan atau ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristi bioetanol beras ketan putih

No	Karakteristik	Hasil Uji	Metode
1	Kadar Etanol	99,86%	ASTM D5501
2	Densitas	0,7976 g/cm ³	ASTM D1298
3	Viskositas	1,19 cSt	ASTM D445
4	Nilai Kalor	6845 kkal/kg	IKA/LEL-ITS/BK
5	Titik Nyala	14°C	ASTM D93

Sumber: Maulana & Muhaji 2023

Bioetanol yang digunakan sebagai bahan bakar harus memiliki kandungan alkohol 99,5-100% (Hendrawati dkk.,

2019). Persyaratan ini bersifat mutlak, karena apabila bioetanol berkadar dibawah 90%, maka mesin kendaraan tidak dapat menyala, karena kandungan airnya yang tinggi. Bioetanol memiliki rumus kimia yaitu C₂H₅OH. Bioetanol memiliki sifat multi-guna, diakrenakan pada komposisi berapapun saat dicampurkan dengan bensin akan memberikan dampak yang positif.

Biopertalite merupakan campuran antara bioetanol dengan bahan bakar minyak atau BBM berjenis pertalite. Biopertalite adalah bahan bakar terbarukan atau renewable yang memiliki angka oktan lebih besar dari pada pertalite. Biopertalite sering disebut dengan notasi "Ex", dimana x adalah persentase kandungan bioetanol dalam bahan bakar tersebut. Keunggulan yang dimiliki oleh biopertalite adalah emisi gas buang yang lebih baik, pembakaran yang lebih sempurna, ramah untuk lingkungan, tidak membutuhkan modifikasi pada mesin atau alat, membersihkan ruang mesin, serta merupakan bahan bakar yang terbarukan dan bersifat detergen atau membersihkan ruang bakar (Laksono, 2016).

Pembakaran merupakan suatu reaksi kimia yang terjadi antara material yang dapat terbakar dengan oksigen pada volume serta temperatur tertentu. Pembakaran akan terjadi apabila terdapat tiga sumber yang terdiri atas bahan bakar, oksigen, dan sumber nyala. Pembakaran difusi merupakan proses pembakaran, dimana bahan bakar dan udara sebagai pengoksidasi tidak bercampur secara mekanik, melainkan dibiarkan bercampur secara alami melalui proses difusi dalam ruang bakar.

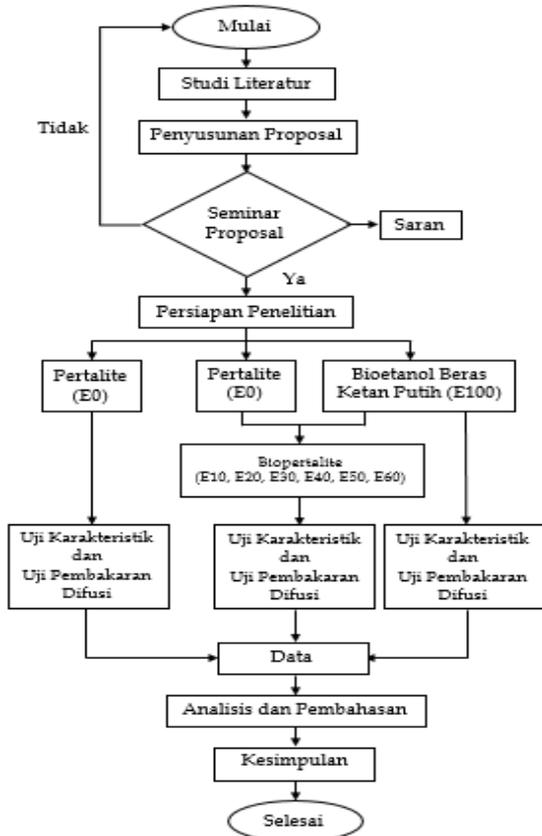
Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik nyala api pertalite (E0), bioetanol (100), dan biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60), seperti tinggi nyala api, lamanya waktu pembakaran, temperatur nyala api, dan warna api. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan solusi untuk krisis energi di Indonesia. Berdasarkan uraian diatas, maka judul penelitian yang diambil adalah "Studi Eksperimen Pembakaran Difusi Campuran Bahan Bakar Pertalite dan Bioetanol Beras Ketan Putih (*Oryza Sativa Glutinosa*)."

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

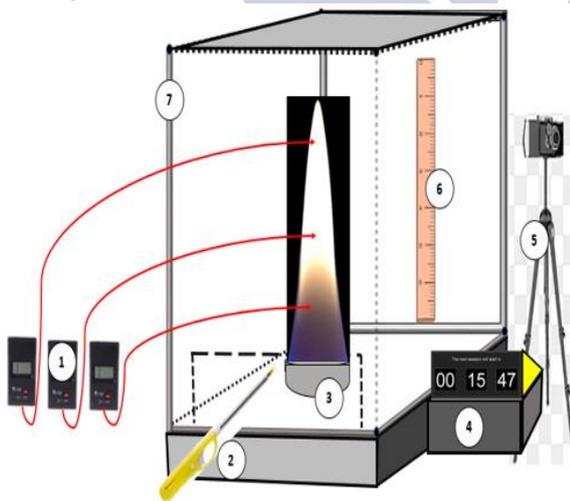
- Tempat Penelitian
Penelitian karakteristik nyala api difusi yang terdiri dari warna nyala api, tinggi nyala api, lama waktu pembakaran nyala api, dan temperatur nyala api bahan bakar dilakukan pada Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- Waktu Penelitian
Penelitian terkait karakteristik nyala api difusi bahan bakar dimulai pada 5 Mei 2023 sampai dengan 10 Oktober 2023.

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Diagram Rancangan Penelitian

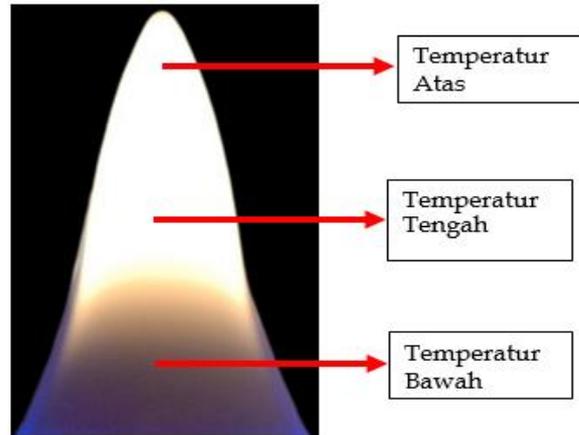
Rancangan Peralatan dan Instrumen Penelitian



Gambar 2. Rancangan Peralatan dan Instrumen Penelitian

Keterangan:

1. LCD Digital Temperature
2. Pemantik Kompor Api
3. Plat Stainless Steel
4. Stopwatch
5. Kamera
6. Penggaris
7. Kotak Kaca



Gambar 3. Rancangan Pengukuran Temperatur

Objek Penelitian

1. Pertalite (E0)
2. Bioetanol Beras Ketan Putih (E100)
3. Biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60)

Jenis Penelitian

Jenis penelitian adalah penelitian eksperimen untuk menganalisis karakteristik nyala api bahan bakar pertalite, bioetanol, dan biopertalite dengan metode pembakaran difusi pada tungku pembakaran berbahan *stainless steel*.

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas
Variabel bebas merupakan suatu variabel yang akan mempengaruhi variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:
 - a. Biopertalite E10 (Pertalite 90% + Bioetanol 10%)
 - b. Biopertalite E20 (Pertalite 80% + Bioetanol 20%)
 - c. Biopertalite E30 (Pertalite 70% + Bioetanol 30%)
 - d. Biopertalite E40 (Pertalite 60% + Bioetanol 40%)
 - e. Biopertalite E50 (Pertalite 50% + Bioetanol 50%)
 - f. Biopertalite E60 (Pertalite 40% + Bioetanol 60%)
2. Variabel Terikat
Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah: Karakteristik nyala api bahan bakar
 - a. Nyala Api
 - b. Lama Waktu Pembakaran Nyala Api
 - c. Tinggi Nyala Api
 - d. Temperatur Nyala Api
3. Variabel Kontrol
8. Variabel kontrol merupakan suatu variabel yang dibuat konstan atau dikendalikan, sehingga pengaruh variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu:
 - a. Bahan bakar pertalite yang digunakan diperoleh dari SPBU milik Pertamina 51.601124 Kelurahan Ketintang, Kecamatan Gayungan, Kota Surabaya.

- b Bioetanol yang digunakan untuk penelitian terbuat dari beras ketan putih.
- c Bioetanol beras ketan putih yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar etanol 99,86%.
- d Penelitian dilakukan pada malam hari.
- e Pada setiap pengujian, volume bahan bakar yang digunakan sebanyak 2ml.
- f Tungku pembakaran terbuat dari *stainless steel* yang berbentuk cekungan, dengan ketebalan 0,2 mm.
- g Penelitian dilakukan di suhu ruangan 30°C – 39°C.
- h Kelembapan udara antara 50% sampai dengan 60%.

- b Menghidupkan kamera yang digunakan untuk mengambil gambar dan video pada saat melakukan pengujian.
- c Menghidupkan *stopwatch* untuk menghitung waktu pada saat pengujian.
- d Mematikan lampu pada ruangan
- e Membakar cairan bahan bakar yang telah ditetaskan di atas plat *stainless steel*.
- f Mengamati proses pembakaran yang terjadi kepada bahan bakar yang ditetaskan ke plat *stainless steel*.
- g Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap jenis bahan bakar.
- h Data pengujian disimpan setelah api padam dan semua pengujian telah selesai dilakukan .

Bahan, Alat, dan Instrumen Penelitian

1. Bahan Penelitian
 - a Peralite (E0)
 - b Bioetanol beras ketan putih (E100)
 - c Campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol dari beras ketan putih atau Biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60).
2. Alat Penelitian
 - a Pemantik api kompor
 - b Plat *stainless steel* sebagai tungku pembakaran
 - c Kotak kaca
 - d Suntikan
 - e Termokopel
 - f *Hot Plate Magnetic Stirrer*
 - g Tripod
3. Instrumen Penelitian
 - a Stopwatch
 - b Milimeter blok
 - c Kamera
 - d LCD *Digital Temperature* TM-902C
 - e *Software Image*

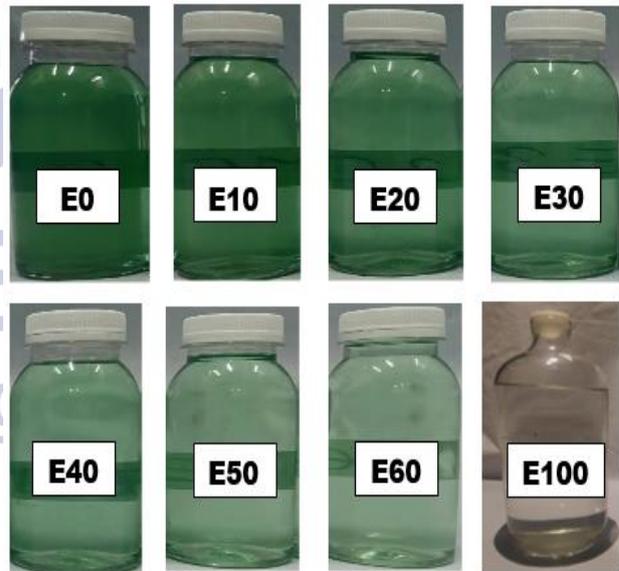
Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini, data hasil penelitian dianalisis dengan metode deskriptif kuantitatif. Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menganalisis data berupa tabel dan grafik hasil pengujian atau pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Proses Pencampuran Bahan Bakar

Proses pencampuran bahan bakar dilakukan dengan alat *magnetic stirrer*. Hasil dari pencampuran antara pertalite dengan bioetanol disebut biopertalite. Biopertalite yang dihasilkan adalah E10, E20, E30, E40, E50, E60. Hasil biopertalite tersebut terlihat pada gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Peralite, Bioetanol, Biopertalite

Prosedur Penelitian

1. Tahap Persiapan
 - a Mempersiapkan objek penelitian yang akan diuji, berupa pertalite (E0), bioetanol beras ketan putih, dan biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60)
 - b Mempersiapkan instrumen penelitian yang digunakan dalam pengujian.
 - c Mempersiapkan alat penelitian yang digunakan dalam pengujian.
 - d Menempatkan kamera sesuai dengan tempat yang telah di atur.
 - e Menyambungkan termokopel dengan LCD Digital Temperature TM-902C, untuk digunakan dalam mengukur suhu bahan bakar.
 - f Meneteskan pertalite, biopertalite, dan bioetanol beras ketan putih ke atas tungku pembakaran *stainless steel* yang digunakan sebagai wadah untuk pengujian.
2. Tahap Pengambilan Data
 - a Menghidupkan LCD *Digital Temperature* yang digunakan untuk mengukur suhu.

Karakteristik Bahan Bakar

Hasil pengujian karakteristik untuk bahan bakar pertalite (E0), bioetanol beras ketan putih (E100), dan biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60) disajikan atau ditampilkan dalam tabel 2

Tabel 2. Hasil Uji Karakteristik Bahan Bakar

Parameter Uji	Satuan	Hasil Pengujian							
		E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E100
Viskositas 40°C	cSt	0,495	0,515	0,585	0,630	0,692	0,786	0,884	1,2
Densitas	g/cm ³	0,75	0,756	0,760	0,762	0,772	0,774	0,779	0,797
Nilai Kalor	Kkal/kg	10375	9845	9358	9067	8691	8379	7929	6845
Titik Nyala	°C	-44	-38	-32	-26	-20	-14	-8	14

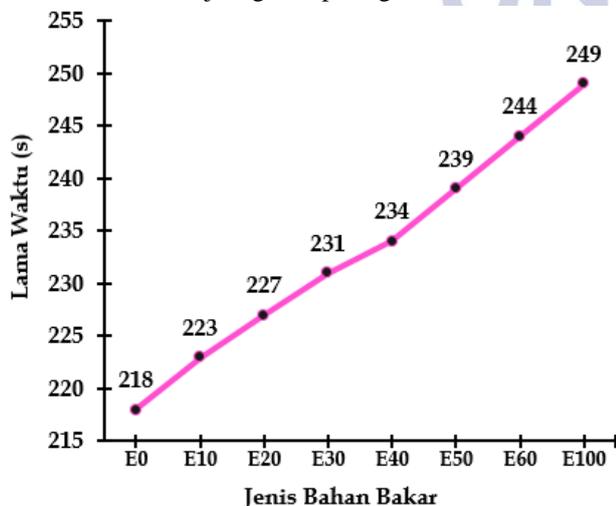
Lama Waktu Pembakaran

Hasil pengujian lama waktu pembakaran pada bahan bakar pertalite (E0), bioetanol beras ketan putih (E100), dan biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60) disajikan atau ditampilkan dalam tabel 2 dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Uji Lama Waktu Pembakaran Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	Hasil Uji 1 (sekon)	Hasil Uji 2 (sekon)	Hasil Uji 3 (sekon)	Rata-Rata Waktu Pembakaran (sekon)
E0	217	220	218	218
E10	224	221	223	223
E20	227	225	229	227
E30	231	229	232	231
E40	233	236	234	234
E50	239	237	241	239
E60	244	243	245	244
E100	249	251	247	249

Berdasarkan data pada tabel 3, hasil lama waktu pembakaran bahan bakar yang telah didapatkan kemudian dikonversikan menjadi grafik pada gambar 5:



Gambar 5. Grafik Lama Waktu Pembakaran Bahan Bakar

Berdasarkan tabel 3 dan gambar 5, bahan bakar dengan waktu pembakaran tercepat adalah E0 atau pertalite dengan rata-rata waktu 218 detik, sedangkan bahan bakar dengan waktu pembakaran terlama adalah E100 atau bioetanol dengan rata-rata waktu 249 detik. Peningkatan rata-rata lama waktu pembakaran dari bahan bakar pertalite (E0) hingga bahan bakar biopertalite (E60) adalah sebesar 11,9%, sedangkan peningkatan rata-rata lama waktu pembakaran dari bahan bakar pertalite (E0) hingga bioetanol (E100) adalah sebesar 14,2%.

Peningkatan rata-rata lama waktu pembakaran dipengaruhi oleh karakteristik bahan bakar yang digunakan, yaitu viskositas, titik nyala, serta persentase campurannya. Viskositas yang tinggi menghasilkan waktu pembakaran yang lebih lama. Viskositas yang tinggi membuat bahan bakar menjadi sulit mengalir, sehingga pencampuran bahan bakar dengan udara membutuhkan waktu yang lebih lama, dan kurang efisien untuk mencapai kondisi ideal pembakaran. Titik nyala juga mempengaruhi lama waktu pembakaran. Bahan bakar yang memiliki titik nyala yang tinggi memiliki waktu penyalaan yang lebih lama, hal ini terjadi karena kecepatan penguapannya lambat (Arwin, dkk, 2020). Semakin tinggi konsentrasi campuran bioetanol pada biopertalite maka semakin meningkat nilai titik nyala dan viskositasnya, dan berpengaruh pada rata-rata lama waktu pembakaran bahan bakar.

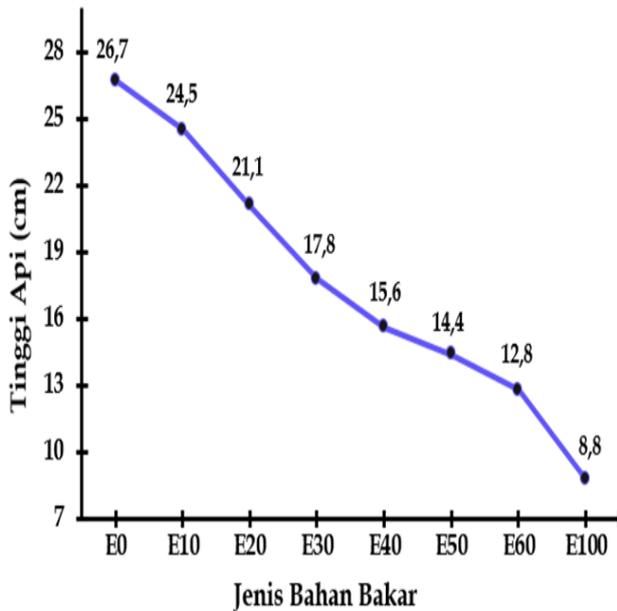
Tinggi Nyala Api

Hasil pengujian untuk tinggi nyala api pada bahan bakar pertalite (E0), bioetanol beras ketan putih (E100), dan biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60) yang telah dilakukan disajikan dalam tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4. Hasil Uji Tinggi Nyala Api Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	Hasil Pengujian 1 (cm)	Hasil Pengujian 2 (cm)	Hasil Pengujian 3 (cm)	Rata-Rata Tinggi Api (cm)
E0	26,9	26,6	26,7	26,7
E10	24,8	24,2	24,6	24,5
E20	21,2	20,9	21,3	21,1
E30	17,7	18	17,9	17,8
E40	16	15,2	15,7	15,6
E50	14,4	14,5	14,4	14,4
E60	12,5	12,8	13,2	12,8
E100	8,7	9,2	8,5	8,8

Berdasarkan data pada tabel 4, hasil uji tinggi nyala api bahan bakar yang telah didapatkan kemudian dikonversikan menjadi grafik tinggi nyala api bahan bakar pada gambar 6:



Gambar 6. Grafik Tinggi Nyala Api Bahan Bakar

Berdasarkan data pada tabel 4 dan gambar 6, bahan bakar dengan nyala api terendah dimiliki oleh E100 atau bioetanol dengan rata-rata tinggi nyala api 8,8 cm, sedangkan bahan bakar dengan nyala api tertinggi dimiliki oleh E0 atau pertalite dengan rata-rata tinggi nyala api 26,7 cm.

Penurunan rata-rata tinggi nyala api dari bahan bakar pertalite (E0) hingga bahan bakar biopertalite (E60) adalah sebesar 52%, sedangkan penurunan rata-rata tinggi nyala api dari bahan bakar pertalite (E0) hingga bioetanol (E100) adalah sebesar 67%.

Tinggi nyala api dipengaruhi oleh kandungan dalam bahan bakar (karbon dan hidrogen) dan karakteristik bahan bakar yang digunakan (densitas dan viskositas), serta persentase konsentrasi bioetanol pada campurannya. Viskositas dan densitas yang tinggi membuat bahan bakar sulit untuk terbakar dengan optimal saat terjadi reaksi pembakaran, sehingga nyala api yang dihasilkan lebih pendek dibandingkan bahan bakar dengan nilai viskositas dan densitas yang lebih rendah (Prasetyo dan Djoko, 2022).

Pada bioetanol beras ketan putih (E100) terdapat kandungan oksigen dan air (H₂O), dimana kedua unsur ini tersedia dalam jumlah yang cukup banyak pada bioetanol (E100). Kandungan air atau H₂O akan menguap saat terjadinya proses pembakaran pada bioetanol tersebut..

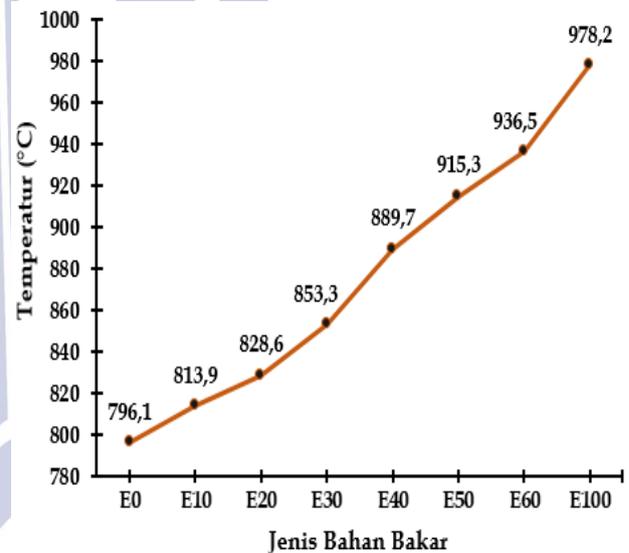
Temperatur Nyala Api

Hasil pengujian temperatur nyala api pada bahan bakar pertalite (E0), bioetanol beras ketan putih (E100), dan biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60) disajikan atau ditampilkan dalam tabel 5 :

Tabel 5. Hasil Uji Temperatur Nyala Api Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	Temperatur Bawah (°C)	Temperatur Tengah (°C)	Temperatur Atas (°C)	Rata-Rata Temperatur Nyala Api (°C)
E0	768,8	790,5	829,2	796,1
E10	782,7	819,4	839,7	813,9
E20	805,6	827,5	852,8	828,6
E30	830,8	856,5	872,6	853,3
E40	866,4	893,7	909,2	889,7
E50	895,5	917,2	933,3	915,3
E60	923,7	939,3	961,6	926,5
E100	940,2	979,6	1015	978,2

Berdasarkan data pada tabel 5, hasil uji temperatur nyala api bahan bakar yang telah didapatkan kemudian dikonversikan menjadi grafik pada gambar 7:



Gambar 7 Grafik Temperatur Nyala Api Bahan Bakar

Berdasarkan tabel 5 dan gambar 4.16 rata-rata temperatur nyala api terendah dimiliki oleh E0 atau pertalite dengan rata-rata temperatur 796,1°C, sedangkan bahan bakar dengan rata-rata temperatur nyala api tertinggi dimiliki oleh E100 atau bioetanol dengan rata-rata temperatur 978,2°C.

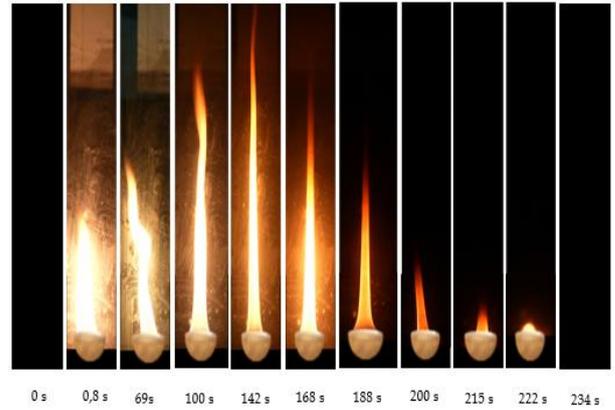
Kenaikan nilai rata-rata temperatur nyala api dari bahan bakar pertalite (E0) hingga bahan bakar biopertalite (E60) adalah sebesar 17,6%, sedangkan kenaikan nilai rata-rata tinggi nyala api dari bahan bakar pertalite (E0) hingga bioetanol (E100) adalah sebesar 22,8%.

Peningkatan rata-rata temperatur nyala api dipengaruhi oleh karakteristik bahan bakar yang digunakan dan konsentrasi bioetanol dalam campuran biopertalite. Semakin tinggi konsentrasi bioetanolnya maka temperatur nyala api yang dihasilkan akan semakin tinggi.

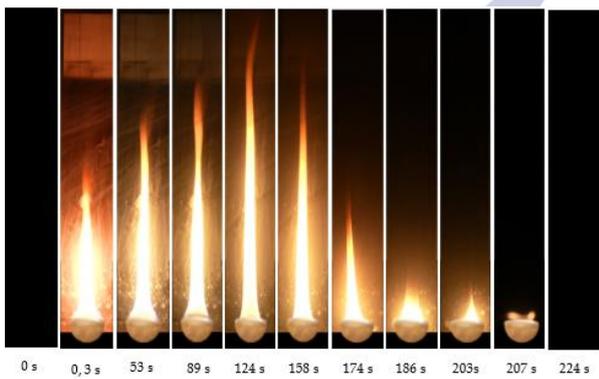
Warna Nyala Api



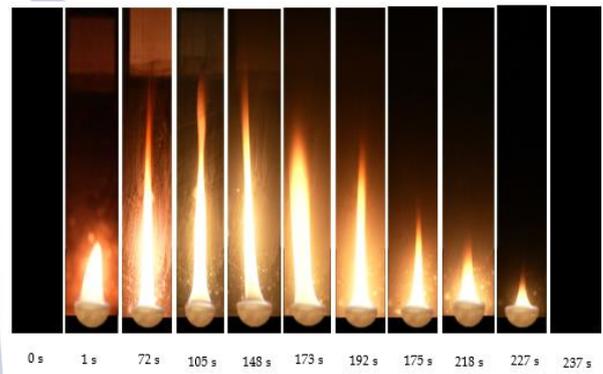
Gambar 8. Warna Nyala Api (E0)



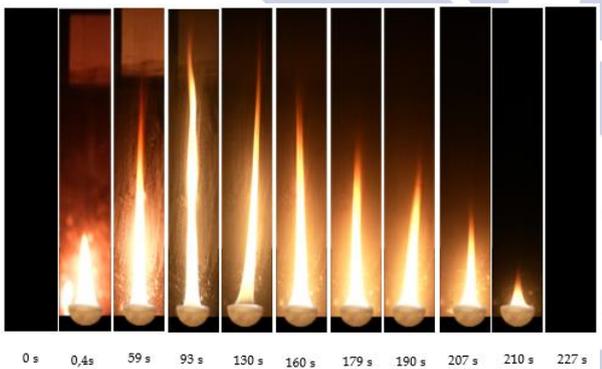
Gambar 12. Warna Nyala Api (E40)



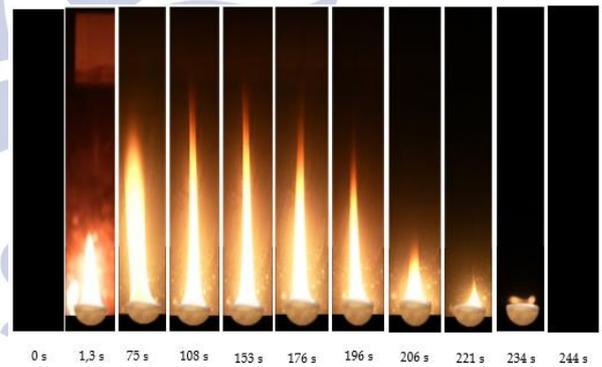
Gambar 9. Warna Nyala Api (E10)



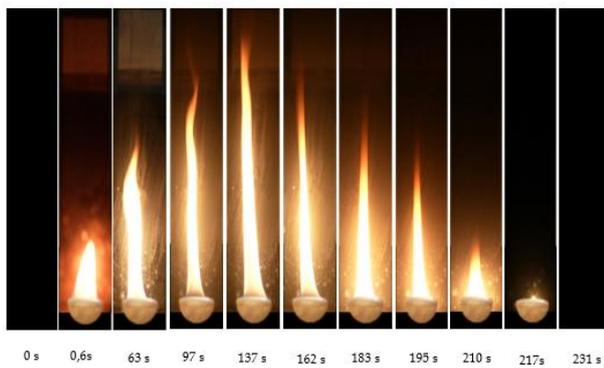
Gambar 13. Warna Nyala Api (E50)



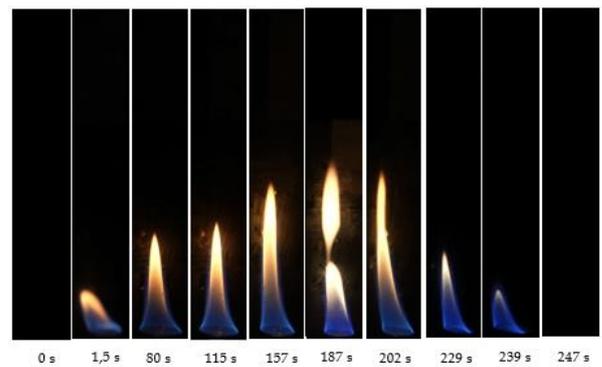
Gambar 10. Warna Nyala Api (E20)



Gambar 14. Warna Nyala Api (E60)



Gambar 11. Warna Nyala Api (E30)



Gambar 15. Warna Nyala Api (E100)

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dari eksperimen pembakaran difusi pada karakteristik nyala api bahan bakar pertalite (E0), bioetanol beras ketan putih (E100), dan biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60), dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Karakteristik sifat fisika bahan bakar sangat memiliki pengaruh pada nyala api yang dihasilkan oleh bahan bakar saat dilakukannya eksperimen pembakaran difusi.
2. Karakteristik nyala api pada bahan bakar berupa lama waktu pembakaran, temperatur nyala api, tinggi nyala api, dan warna nyala api akan berubah seiring bertambahnya konsentrasi bioetanol pada bahan bakar.
3. Rata-rata waktu pembakaran terlama dimiliki oleh E100 (249 sekon), hal dipengaruhi oleh nilai viskositas dan titik nyala pada bahan bakar.
4. Rata-rata temperatur api tertinggi dihasilkan oleh E100 (978,2°C), hal ini dipengaruhi oleh penguapan panas laten dan nilai kalor bahan bakar.
5. Nyala api tertinggi dihasilkan oleh E0 (26,7 cm), hal ini dipengaruhi oleh densitas dan viskositas bahan bakar.
6. Warna nyala api yang dihasilkan memiliki tiga warna dominan, yaitu merah, kuning, biru. Warna nyala api merah dominan pada E30, Warna nyala api kuning dominan pada E30, dan Warna nyala api biru dominan pada E100. Kandungan yang terdapat pada bahan bakar turut mempengaruhi karakteristik warna nyala api.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran atau masukan yang dapat digunakan untuk penelitian lanjutan agar mendapatkan hasil yang maksimal, yaitu:

1. Pengujian untuk karakteristik sifat fisika dan karakteristik nyala api difusi pada bahan bakar biopertalite dapat dilanjutkan dengan menggunakan biopertalite konsentrasi E70, E80, dan E90.
2. Disarankan menggunakan alat atau instrumen pengujian yang kualitasnya baik, seperti *high speed camera* untuk mendapatkan hasil yang lebih jelas dan akurat, termometer dengan tipe sensor infra merah, agar tidak mengganggu hasil dari warna api, serta kaca dengan kualitas yang lebih baik, agar gambar yang diambil dapat terlihat jelas.
3. Pengujian untuk karakteristik bahan bakar berupa nilai oktan dapat dilakukan kepada bahan bakar biopertalite E10 hingga E90, dan pada bioetanol E100

DAFTAR PUSTAKA

Afriyanti, Y., Sasana, H., & Jalunggono, G. 2020. "Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan di Indonesia". *Directory*

Journal of Economic. Vol. 2 (3) doi: 10.31002/dinamic.v2i3.1428.

Arwin, Lilis Yulianti, dan Agung Sugeng Widodo, 2020. "Karakteristik Pembakaran Droplet Dengan Variasi Komposisi Campuran Bensi-Etanol". *Rekayasa Mesin v. 11, n. 1, pp. 1 – 9*. Malang. Universitas Brawijaya.

Fadholi, Azhar Hanif .2019. Uji Karakteristik Nyala Api dari Bioetanol Kulit Durian (*Durio Zibethinus*). Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Negeri Surabaya,.

Haqi, Fawas Bay. 2018. Analisa Karakteristik Api Pembakaran Premix Biogas dengan *Liquified Petroleum Gas* (LPG) Menggunakan Bunsen Burner. Skripsi: Program Studi Strata Satu Teknik Mesin Universitas Jember

I Gede Wiratmaja, 2010. "Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni". *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. Bali. Universitas Udayana.

Irawan, B. (2017). Perhitungan Energi Pembakaran Bahan Bakar di Dalam Silinder Mesin Bensin. *Seminar Nasional Teknologi Terapan*, 3(1), 13-16.

Leman. 2015. Sensivitas Harga Diesel Oil Means Oil Of Platts Singapore, Crude Oil dan Kurs BI Terhadap Harga Solar Industri di Indonesia. Tesis: Program Pasca Sarjana Magister Ekonomi Universitas Lampung.

Nursiyah, Siti, dan Muhaji, 2022. "Unjuk Kerja Nyala Api Dari Bioetanol Umbi Batang Pisang Raja (*Musa Paradisiaca*). *Jurnal Teknik Mesin*. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya

Prasetyo, Romadhan Fitrianto E. 2019. Unjuk Kerja Api dari Bioetanol Umbi Walur (*Amorphopallus Variabilis*). Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Negeri Surabaya.

Prasetyo, Yuliyon Prawoko Dodi. 2019. Analisis Kinerja Nyala Api *Bioethanol* dari Umbi Ganyong (*Canna Edulis Kerr*). Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Negeri Surabaya.

Samlawi, Achmad Kusairi 2017. Buku Ajar Teknik Pembakaran HMKB646. Lampung: Universitas Lampung Mangkurat

Sindunatha, Sidhi. 2019. Karakteristik Nyala Api Dari Bioetanol Buah Tomat (*Splanum Lycopersicum*). Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Negeri Surabaya.