

ANALISIS KARAKTERISTIK NYALA API DIFUSI BIOETANOL UMBI PORANG (AMORPHOPHALLUS ONCOPHYLLUS) DENGAN CAMPURAN PERTALITE

Roy Abdilah

S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: roy.19030@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: muhaji61@unesa.ac.id

Abstrak

Peningkatan kebutuhan bahan bakar, berkurangnya cadangan minyak bumi, serta peningkatan polusi udara akibat pembakarannya menyebabkan berbagai upaya mencari bahan bakar alternatif, salah satunya bioetanol. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis karakteristik bahan bakar (densitas, viskositas, nilai kalor, dan titik nyala) dan nyala api difusi biopertalite umbi porang. Metode yang digunakan yaitu eksperimen pembakaran difusi dengan tungku pelat *stainless steel*. Variasi bioetanol pertalite (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70, dan E100) dengan volume 1 ml. Uji kandungan karbohidrat menggunakan standar (SNI 01-2891-1922), kadar etanol (ASTM D5501), dan karakteristik bahan bakar (densitas ASTM D1298, viskositas ASTM D1343, nilai kalor ASTM D240, dan titik nyala ASTM D93). Untuk mendapatkan gambar nyala api menggunakan kamera, lama pembakaran dengan pemutar video, temperatur dengan termometer, tinggi dan warna api dengan *software* ImageJ. Umbi porang yang digunakan memiliki kandungan karbohidrat 41,99% dan bioetanolnya memiliki kadar etanol 99,35%, densitas 798,4 kg/m³, viskositas 1,204 mPa.s, nilai kalor 4979 kal/g, dan titik nyala 13°C. Hasil penelitian didapatkan karakteristik bahan bakar terbaik yaitu densitas terendah pada E0 yaitu 745,5 kg/m³ karena dipengaruhi sifat higroskopis atau kandungan air bioetanol, viskositas terendah pada E0 yaitu 0,460 mPa.s karena dipengaruhi sifat polar gugus hidroksil (-OH) bioetanol, nilai kalor tertinggi pada E0 yaitu 10593 kal/g karena dipengaruhi jumlah karbon (C) dan hidrogen (H) pertalite lebih besar, titik nyala tertinggi pada E100 yaitu 13°C karena dipengaruhi sifat polar gugus hidroksil (-OH) dan kandungan air bioetanol, dan nyala api terbaik pada E100 karena dipengaruhi sifat terendah sehingga emisi rendah dan warna dominan biru sehingga pembakaran lebih sempurna.

Kata Kunci: nyala api difusi, bioetanol, umbi porang, pertalite.

Abstract

The increasing need for fuel, decreasing petroleum reserves, and increasing air pollution due to its combustion have led to various efforts to look for alternative fuels, one of which is bioethanol. The aim of this research is to analyze the fuel characteristics (density, viscosity, heating value, and flash point) and the diffusion flame of porang tuber biopertalite. The method used is a diffusion combustion experiment using a stainless steel plate furnace. Variations of pertalite bioethanol (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70, and E100) with volume of 1 ml. Test carbohydrate content using standards (SNI 01-2891-1922), ethanol content (ASTM D5501), and fuel characteristics (ASTM D1298 for density, ASTM D1343 for viscosity, ASTM D240 for heating value, and ASTM D93 for flash point). To get flame picture using camera, burning time using video player, temperature using thermometer, height and color of flame using ImageJ software. The porang tubers used have carbohydrate content of 41,99% and the bioethanol has ethanol content of 99,35%, density of 798,4 kg/m³, viscosity of 1,204 mPa.s, heating value of 4979 cal/g, and a flash point of 13°C. The research results showed that the best fuel characteristics were the lowest density at E0 which was 745,5 kg/m³ because influenced by the hygroscopic properties or water content of bioethanol, the lowest viscosity at E0 which was 0,460 mPa.s because influenced by the polar nature of the hydroxyl group (-OH) of bioethanol, the highest heating value at E0 which was 10593 cal/g because influenced by the greater amount of carbon (C) and hydrogen (H) pertalite, the highest flash point at E100 which was 13°C because influenced by the polar nature of the hydroxyl group (-OH) and the water content of bioethanol, and the best flame is E100 because influenced by the lowest flame so low emissions and dominant color is blue so combustion is more perfect.

Keywords: diffusion flame, bioethanol, porang tubers, pertalite.

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak, semakin berkurangnya cadangan minyak bumi, serta peningkatan polusi udara akibat dari pembakarannya menyebabkan munculnya berbagai upaya untuk mencari bahan bakar alternatif. Bahan alternatif, terutama untuk transportasi,

yang menjadi perhatian banyak negara adalah bahan bakar nabati (BBN), salah satunya yaitu bioetanol (Aiman, 2014). Bahan bakar fosil yang terbanyak digunakan saat ini, namun ketersediaan bahan bakar tidak terbarukan ini semakin menipis dan sudah tidak bisa diandalkan di masa mendatang. Karena itu, pencarian sumber energi alternatif harus dikembangkan sehingga dapat diaplikasikan untuk

penggunaan massal (Arlianti, 2018). Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif dan terbarukan yang dapat menggantikan atau sebagai campuran bahan bakar fosil yang telah digunakan saat ini. Selain dapat diperbarui, bioetanol juga bersifat ramah lingkungan (Prihandoko, 2019).

Bioetanol menjadi target di banyak negara karena hasil pembakaran ramah terhadap lingkungan, nilai oktan yang tinggi, dan bahan baku bioetanol tersedia di dalam negeri masing-masing. Campuran bahan 10% bioetanol dengan 90% BBM (E10) sampai E85, telah dipakai di berbagai negara (Aiman, 2014). Di Indonesia konsumsi sumber energi minyak bumi masih tinggi, bahkan semakin meningkat. Sumber energi minyak di Indonesia saat ini adalah 86,9 miliar barrel, dan cadangan 9,1 miliar barrel, sedangkan produksi tiap tahun sebanyak 387 juta barrel. Dengan data tersebut diperkirakan sumber energi minyak dapat dipakai hingga 23 tahun yang akan datang (Muryanto, 2016). Dalam upaya mengatasi keterbatasan bahan bakar minyak, pemerintah berencana mengembangkan sumber energi alternatif. Dalam Keppres No. 5 Tahun 2006, target kebijakan energi nasional tahun 2025 mencakup alokasi minyak 20%, batubara 33%, gas 30%, dan energi terbarukan sebanyak 17%, termasuk biofuel sebanyak 5%, seperti bioetanol untuk substitusi bensin dan biodiesel untuk substitusi solar (Setyadi, 2016).

Bioetanol (C_2H_5OH) adalah etanol dengan bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi. Etanol yang terbakar menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) (Bahri *et al.*, 2018). Bioetanol dapat dijadikan campuran bahan bakar untuk mendapatkan performa sepeda motor yang lebih tinggi (Murdianto, 2016).

Bioetanol dapat diproduksi dari tanaman yang mengandung pati dan lignoselulosa. Saat ini, banyak upaya pengembangan bioetanol berasal dari bahan limbah, seperti sisa cucian beras, susu yang sudah kedaluwarsa, limbah buah stroberi, sisa kulit nanas, limbah kulit dan bonggol pisang, limbah batang jagung, dan sejenisnya (Arlianti, 2018).

Porang merupakan tanaman penghasil umbi yang telah lama dikenal di Indonesia namun belum banyak dimanfaatkan dan tumbuh secara liar. Umbi porang terdiri dari umbi batang yang berada di dalam tanah dan umbi katak (*bulbil*) yang terdapat di setiap pangkal cabang atau tangkai daun. Umbi yang banyak dimanfaatkan yaitu umbi batang yang berbentuk bulat dan besar dan berwarna kuning kusam atau kuning kecoklatan (Sari dan Suhartati, 2015).

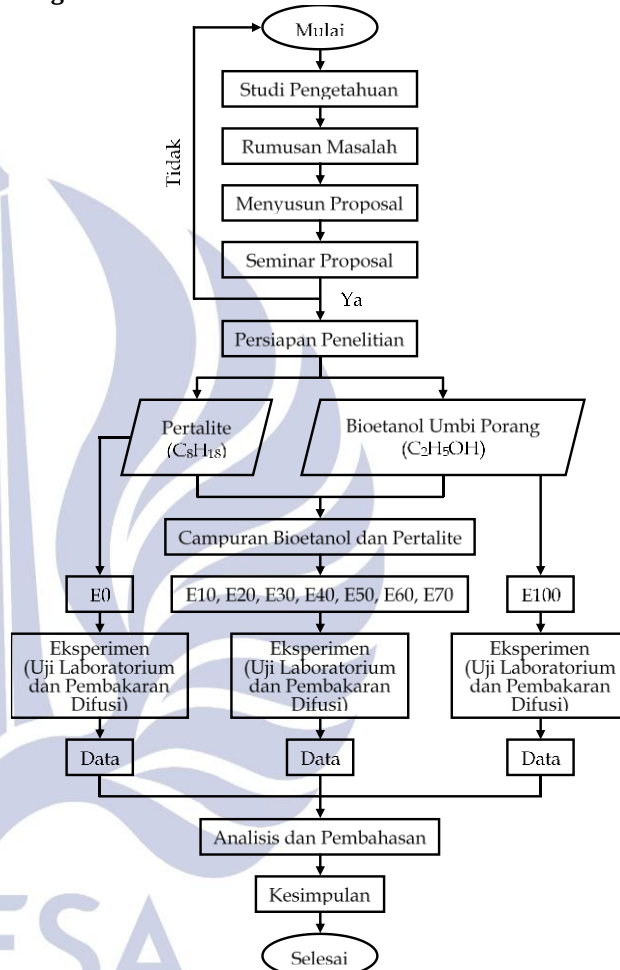
Beberapa kelebihan bioetanol dibandingkan bensin antara lain lebih aman, memiliki titik nyala tinggi, dan menghasilkan emisi gas hidrokarbon lebih sedikit (Senam, 2009). Untuk meningkatkan kualitas bioetanol dapat dilakukan pencampuran dengan bahan bakar pertalite yang akan menghasilkan biopertalite, beberapa fungsi penambahan bioetanol pada bahan bakar antara lain *octane booster* artinya menaikkan nilai oktan yang berdampak positif pada efisiensi bahan bakar dan mesin, *oxygenating agent* yaitu mengandung oksigen sehingga pembakaran lebih sempurna dan meminimalkan polusi udara, *fuel*

extender yakni menghemat bahan bakar fosil (Prihandana *et al.*, 2008).

Tujuan Penelitian ini yaitu untuk menganalisis karakteristik bahan bakar (densitas, viskositas, nilai kalor, dan titik nyala) dan nyala api difusi bahan bakar bioetanol umbi porang (E0), pertalite (E0), dan campurannya (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70).

METODE

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tempat, Standar, dan Waktu Penelitian

1. Tempat penelitian ini dilakukan di:

a. Pengujian karakteristik bahan bakar

- Densitas di Laboratorium Bahan Bakar & Pelumas, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya (ASTM D1298 (*pycnometer*)).
- Viskositas di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya (ASTM D1343 (*viscometer falling ball*)).
- Nilai kalor di Laboratorium Motor Bakar, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya (ASTM D240 (*bomb calorimeter*)).
- Titik nyala di Laboratorium Kimia Analisa dan Kimia Organik, Departemen Teknik Kimia,

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ASTM D93 (*close cup flash point tester*)).

- b. Pengujian nyala api difusi di Laboratorium Bahan Bakar & Pelumas, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
2. Waktu penelitian ini dimulai pada tanggal 10 Juli 2023 sampai 28 Desember 2023.

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah elemen yang memiliki pengaruh atau berperan sebagai penyebab terjadinya perubahan atau munculnya variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. E0, pertalite murni atau 100% pertalite
- b. E10, campuran bioetanol 10% dan pertalite 90%
- c. E20, campuran bioetanol 20% dan pertalite 80%
- d. E30, campuran bioetanol 30% dan pertalite 70%
- e. E40, campuran bioetanol 40% dan pertalite 60%
- f. E50, campuran bioetanol 50% dan pertalite 50%
- g. E60, campuran bioetanol 60% dan pertalite 40%
- h. E70, campuran bioetanol 70% dan pertalite 30%
- i. E100, bioetanol murni atau 100% bioetanol

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang terpengaruh atau muncul sebagai hasil dari adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu

- a. Densitas
- b. Viskositas
- c. Nilai kalor
- d. Titik nyala
- e. Nyala api

3. Variable Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikelola atau dipertahankan pada tingkat konstan, sehingga pengaruhnya terhadap variabel bebas dan variabel terikat tidak terpengaruh oleh faktor eksternal yang tidak menjadi fokus penelitian. Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Umbi porang yang digunakan memiliki kandungan karbohidrat sebesar 41,99% (SNI 01-2891-1922).
- b. Bioetanol yang digunakan memiliki kadar etanol 99,35% (ASTM D5501).
- c. Peralite yang digunakan berasal dari SPBU pertamina 51.601124 Kelurahan Ketintang Kecamatan Gayungan Kota Surabaya.
- d. Volume bahan bakar yang digunakan sebesar 1 ml (E0 0,00716 mol, E10 0,00501 mol, E20 0,00504 mol, E30 0,00505 mol, E40 0,00510 mol, E50 0,00513 mol, E60 0,00517 mol, E70 0,0052 mol, dan E100 0,01733 mol).
- e. Tempat pembakaran menggunakan tungku pembakaran dengan pelat stainless steel ketebalan 0,2 mm, berukuran 40×40 mm, diameter cekungan sebesar 25 mm, dan kedalaman cekungan sebesar 3 mm.
- f. Kotak kaca bagian atas diberi lubang sebesar 20x20 mm.
- g. Penelitian dilakukan saat malam hari.
- h. Menggunakan suhu ruangan yaitu 29°C.
- i. Kelembaban udara antara 56%-60%.

Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

1. Alat Penelitian

- a. Tungku pembakaran
- b. Penyangga/dudukan
- c. Pistol api
- d. *Magnetic Stirrer*
- e. Botol kaca
- f. Suntikan
- g. Meja
- h. Kotak kaca
- i. Tripod
- j. Termokopel

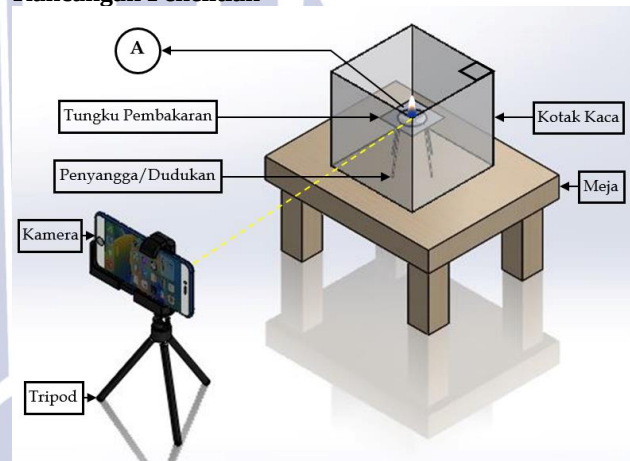
2. Bahan Penelitian

- a. Bioetanol umbi porang
- b. Peralite

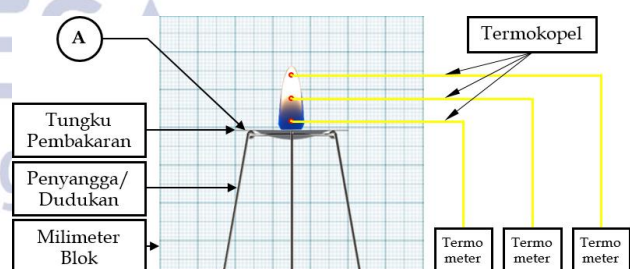
3. Instrumen Penelitian

- a. Kamera
- b. Milimeter blok
- c. Termometer
- d. *Software ImageJ*

Rancangan Penelitian



Gambar 2. Rancangan Instrumen dan Peralatan Eksperimen



Gambar 3. Rancangan Pengukuran Tinggi dan Temperatur Nyala Api

Prosedur Penelitian

1. Tahap Persiapan

- a. Menyiapkan alat, bahan, dan instrumen yang akan digunakan.
- b. Menyiapkan campuran bioetanol umbi porang dan pertalite dengan variasi (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70, dan E100) menggunakan *magnetic stirrer* kemudian disimpan dalam botol kaca.
- c. Menempelkan milimeter blok pada kotak kaca.

- d. Menempatkan termokopel diatas tungku pembakaran dan menyambungkannya dengan termometer digital AMTAST TM-902C.
 - e. Memposisikan kamera Iphone XR sejajar dengan nyala api menggunakan tripod.
2. Tahap Pengambilan Data
 - a. Menyalakan kamera Iphone XR.
 - b. Menghidupkan termometer digital AMTAST TM-902C.
 - c. Mematikan lampu supaya ruangan gelap.
 - d. Mengisi bahan bakar bioetanol umbi porang (E0) pada tungku pembakaran sebanyak 1 ml menggunakan suntikan.
 - e. Membakar bahan bakar yang telah ditempatkan pada tungku pembakaran.
 - f. Mengamati proses pembakaran dan mencatat atau menyimpan data yang diperlukan yaitu video nyala api.
 - g. Membersihkan dan menunggu temperatur tungku pembakaran (29°C) untuk setiap campuran bahan bakar.
 - h. Melakukan pengujian sebanyak tiga kali untuk mendapatkan hasil yang valid.
 - i. Melakukan kembali prosedur (d-h) dengan mengganti bahan bakar (E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70, dan E100).

Teknik Analisa Data

Analisis data dilakukan dengan metode deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menganalisis data tabel hasil pengujian/pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bioetanol Umbi Porang, Peralite, dan Campurannya

Hasil campuran bahan bakar bioetanol umbi porang dan pertalite yang telah dicampur dengan *magnetic stirrer* seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4. Bioetanol Umbi Porang, Peralite, dan Campurannya

Karakteristik Bahan Bakar

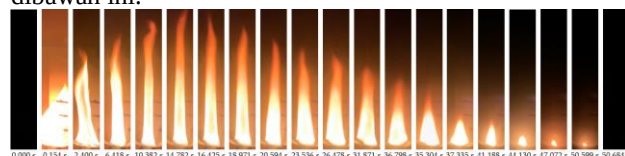
Hasil pengujian karakteristik bahan bakar disajikan dalam tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Bahan Bakar

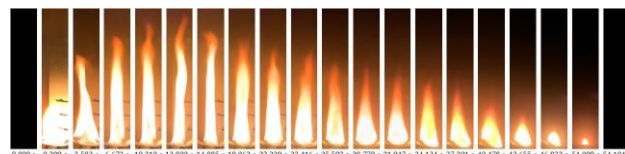
Parameter Uji	Satuan	Hasil Pengujian								
		E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	E100
Densitas	kg/m ³	745,5	752,4	756,8	758,8	765,6	770,0	776,4	781,6	798,4
Viskositas	mPa.s	0,460	0,526	0,610	0,694	0,741	0,858	0,908	0,974	1,204
Nilai kalor	kal/g	10593	8278	7822	6580	6435	6288	6094	5466	4979
Titik nyala	°C	-44	-37	-32	-26	-21	-15	-9	-4	13

Nyala Api

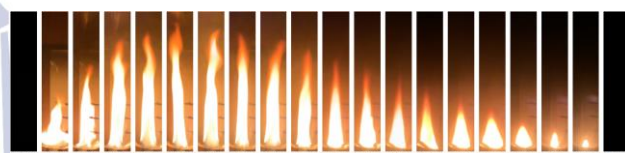
Hasil pengujian nyala api disajikan dalam gambar 5-13 dibawah ini:



Gambar 5. Nyala Api E0 (50,684 s)



Gambar 6. Nyala Api E10 (54,104 s)



Gambar 7. Nyala Api E20 (55,133 s)



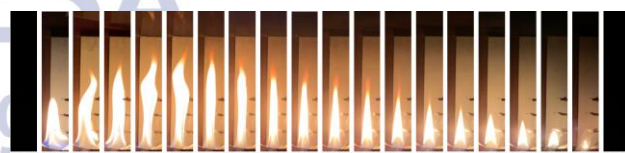
Gambar 8. Nyala Api E30 (56,013 s)



Gambar 9. Nyala Api E40 (57,422 s)



Gambar 10. Nyala Api E50 (57,773 s)



Gambar 11. Nyala Api E60 (61,103 s)



Gambar 12. Nyala Api E70 (63,284 s)

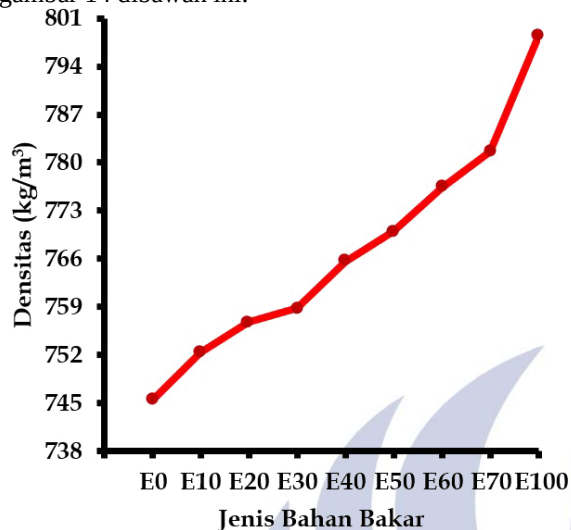


Gambar 13. Nyala Api E100 (72,300 s)

Analisis dan Pembahasan

1. Densitas

Berdasarkan data dalam tabel 1 karakteristik bahan bakar dikonversikan menjadi grafik densitas pada gambar 14 dibawah ini:



Gambar 14. Grafik Densitas Bahan Bakar

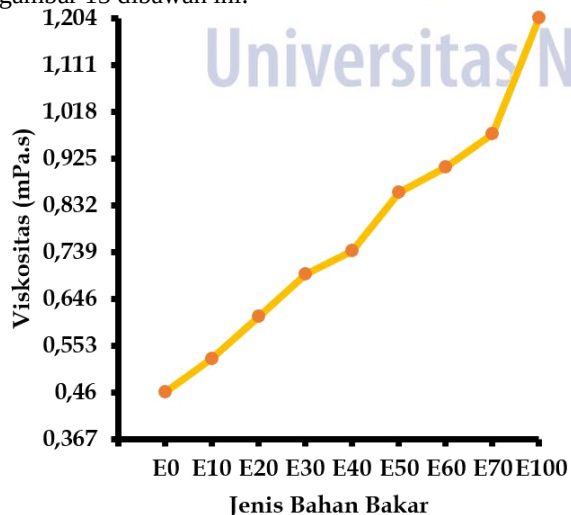
Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 14 tren densitas naik. Semakin besar campuran bioetanol terhadap pertalite mengakibatkan densitas semakin tinggi. E70 dibandingkan dengan E0 naik 36,1 kg/m³ atau 68,24%.

Bioetanol memiliki titik didih dan suhu kritis yang lebih rendah, tetapi densitas cairan dan tekanan uap jenuhnya lebih tinggi dari bahan bakar bensin sehingga akan berdampak pada temperatur hasil pembakaran (Qubeissi *et al.*, 2018).

Selain itu, bioetanol dapat mengandung air dalam jumlah yang signifikan karena sifat higroskopisnya, yaitu kemampuan untuk menyerap air dari udara. Air memiliki densitas yang lebih besar daripada bahan bakar hidrokarbon murni seperti pertalite, sehingga kandungan air dalam bioetanol dapat meningkatkan densitas campurannya (Khuong *et al.*, 2017).

2. Viskositas

Berdasarkan data dalam tabel 1 karakteristik bahan bakar dikonversikan menjadi grafik viskositas pada gambar 15 dibawah ini:



Gambar 15. Grafik Viskositas Bahan Bakar

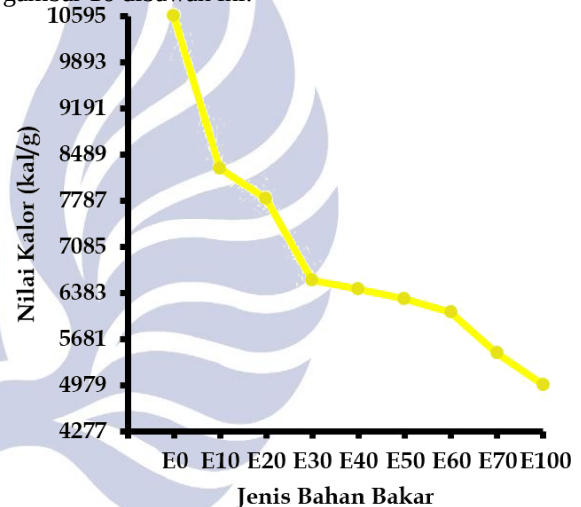
Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 15 tren viskositas naik. Semakin besar campuran bioetanol terhadap pertalite mengakibatkan viskositas semakin tinggi. E70 dibandingkan dengan E0 naik 0,514 mPa.s atau 69,09%.

Bioetanol cenderung menyerap air dari udara karena sifat higroskopisnya. Kandungan air dalam bioetanol dapat meningkatkan viskositas campuran karena air sendiri memiliki viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pertalite (Khuong *et al.*, 2017).

Bioetanol merupakan senyawa alkohol dengan rumus kimia C₂H₅OH. Bioetanol mengandung gugus hidroksil (-OH), membuatnya bersifat polar. Molekul polar dapat saling berinteraksi lebih banyak melalui ikatan hidrogen dengan molekul-molekul di sekitarnya, interaksi ini menyebabkan gaya tarik dan fraksi yang meningkatkan resistensi terhadap aliran (Lapuerta *et al.*, 2017).

3. Nilai Kalor

Berdasarkan data dalam tabel 1 karakteristik bahan bakar dikonversikan menjadi grafik nilai kalor pada gambar 16 dibawah ini:



Gambar 16. Grafik Nilai Kalor Bahan Bakar

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 16 tren nilai kalor turun. Semakin besar campuran bioetanol terhadap pertalite mengakibatkan nilai kalor semakin rendah. E70 dibandingkan dengan E0 turun 5127 kal/g atau 91%.

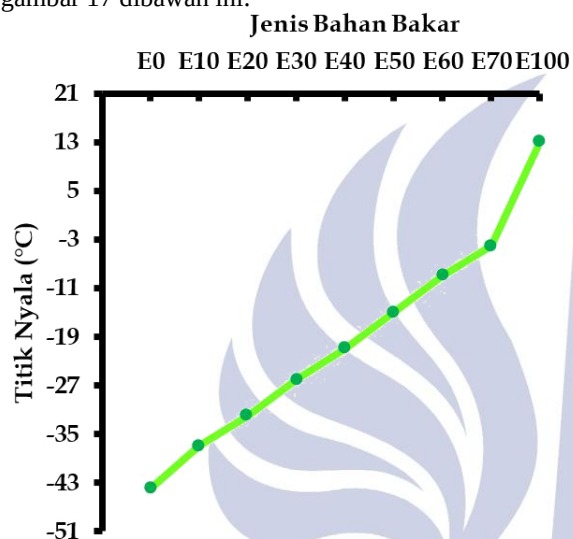
Nilai kalor dipengaruhi oleh adanya kandungan karbon (C) dan hidrogen (H) dalam bahan bakar. Karbon dan hidrogen memiliki heating value yang tinggi, yang mengacu pada jumlah energi yang dapat dilepaskan selama pembakaran bahan bakar tersebut. Oleh karena itu, bahan bakar dengan kandungan karbon dan hidrogen yang tinggi cenderung memiliki nilai kalor yang tinggi (Miranda *et al.*, 2015).

Molekul karbon dan hidrogen membentuk ikatan kimia yang kuat dalam senyawa organik. Misalnya, dalam hidrokarbon, ikatan antara atom karbon dan hidrogen termasuk ikatan kovalen yang kuat. Selama proses pembakaran, ikatan-ikatan ini harus dipecah, melepaskan energi yang tersimpan dalam ikatan kimia (Dishadewi *et al.*, 2020).

Selain itu, kandungan air dalam bioetanol dapat menurunkan nilai kalor karena air merupakan senyawa yang dapat menyerap kalor selama proses pembakaran. Selama fase penguapan, air mengambil energi panas dari sekitarnya untuk berubah menjadi uap air. Proses ini memerlukan energi, yang pada akhirnya dapat mengurangi jumlah energi yang dilepaskan selama pembakaran. Sebagai hasilnya, efek penguapan air dapat menyebabkan penurunan nilai kalor campuran (Martinka *et al.*, 2019).

4. Titik Nyala

Berdasarkan data dalam tabel 1 karakteristik bahan bakar dikonversikan menjadi grafik titik nyala pada gambar 17 dibawah ini:



Gambar 17. Grafik Titik Nyala Bahan Bakar

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Gambar 4.14 tren titik nyala naik. Semakin besar campuran bioetanol terhadap pertalite mengakibatkan titik nyala semakin tinggi. E70 dibandingkan dengan E0 naik 40°C atau 70,18%.

Gugus hidroksil (-OH) dalam etanol dapat mempengaruhi titik nyala bahan bakar. Gugus hidroksil ini bersifat polar dan dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air atau molekul lainnya dalam bahan bakar. Ikatan hidrogen ini memerlukan energi tambahan untuk memutusnya, sehingga meningkatkan titik nyala (Lapuerta *et al.*, 2017).

Selain itu, bioetanol bersifat higroskopis, artinya dapat menyerap air dari udara. Kandungan air dalam bahan bakar dapat meningkatkan titik nyala (Khuong *et al.*, 2017).

5. Nyala Api

Nyala api E0 didapatkan api tertinggi diantara bahan bakar yang lain, dengan nyala api tertinggi pada awal pembakaran kemudian turun dengan waktu yang relatif singkat, temperaturnya terendah dari bahan bakar lain, dan api cenderung berwarna putih dominan jingga.

Nyala api E10 didapatkan api yang lebih rendah dari E0, dengan nyala api tertinggi pada awal pembakaran kemudian turun dengan waktu yang lebih lama dari E0, temperaturnya meningkat, dan api berwarna putih jingga dengan sedikit biru pada bagian bawah.

Nyala api E20 didapatkan api yang lebih rendah dari E10, dengan nyala api tertinggi pada awal pembakaran kemudian turun dengan waktu yang lebih lama dari E10, temperaturnya meningkat, dan api berwarna putih jingga dengan sedikit biru pada bagian bawah.

Nyala api E30 didapatkan api yang lebih rendah dari E20, dengan nyala api tertinggi pada awal pembakaran kemudian turun dengan waktu yang lebih lama dari E20, temperaturnya meningkat, dan api berwarna putih jingga dengan sedikit biru pada bagian bawah.

Nyala api E40 didapatkan api yang lebih rendah dari E30, dengan nyala api tertinggi pada awal pembakaran kemudian turun dengan waktu yang lebih lama dari E30, temperaturnya meningkat, dan api berwarna putih jingga dengan sedikit biru pada bagian bawah.

Nyala api E50 didapatkan api yang lebih rendah dari E40, dengan nyala api tertinggi pada awal pembakaran kemudian turun dengan waktu yang lebih lama dari E40, temperaturnya meningkat, dan api berwarna putih jingga dengan sedikit biru pada bagian bawah.

Nyala api E60 didapatkan api yang lebih rendah dari E50, dengan nyala api tertinggi pada awal pembakaran kemudian turun dengan waktu yang lebih lama dari E50, temperaturnya meningkat, dan api dominan berwarna putih, sedikit jingga pada bagian atas, dan biru pada bagian bawah mulai banyak.

Nyala api E70 didapatkan api yang lebih rendah dari E60, dengan nyala api tertinggi pada awal pembakaran kemudian turun dengan waktu yang lebih lama dari E60, temperaturnya meningkat, dan api berwarna putih, warna jingga mulai menghilang, dan warna biru pada bagian bawah lebih banyak dari E60.

Nyala api E100 didapatkan api terendah daripada bahan bakar yang lain, dengan nyala api tertinggi pada awal pembakaran kemudian turun secara teratur dengan waktu yang terlama, temperaturnya tertinggi, dan api dominan berwarna biru.

PENUTUP

Simpulan

1. Densitas semakin tinggi dengan meningkatnya konsentrasi bioetanol umbi porang dalam campuran bahan bakar. E70 naik 36,1 kg/m³ atau 68,24% dari E0. Densitas semakin tinggi disebabkan bioetanol bersifat higroskopis atau mengandung air, sehingga kandungan air ini mengakibatkan peningkatan densitas. Semakin rendah densitas bahan bakar dengan besaran tertentu maka semakin baik, karena densitas yang rendah, bahan bakar mudah menguap dan mudah terbakar oleh mesin.
2. Viskositas semakin tinggi dengan meningkatnya konsentrasi bioetanol umbi porang dalam campuran bahan bakar. E70 naik 0,514 mPa.s atau 69,09% dari E0. Viskositas semakin tinggi disebabkan kandungan air bioetanol dan bioetanol mengandung gugus hidroksil (-OH) yang mana bersifat polar, sifat ini

membuatnya berinteraksi dengan molekul-molekul nonpolar disekitarnya, sehingga menyebabkan gaya tarik dan fraksi yang meningkatkan resistensi terhadap aliran. Semakin rendah viskositas maka semakin baik, karena viskositas yang tinggi mengakibatkan atomisasi bahan bakar buruk yang berdampak negatif pada kinerja mesin.

3. Nilai kalor semakin rendah dengan meningkatnya konsentrasi bioetanol umbi porang dalam campuran bahan bakar. E70 turun 5127 kal/g atau 91% dari E0. Nilai kalor semakin rendah disebabkan jumlah karbon (C) & hidrogen (H) bioetanol lebih rendah dari pertalite dan bioetanol memiliki kandungan air yaitu senyawa yang dapat menyerap kalor. Semakin tinggi nilai kalor maka semakin baik, karena dapat meningkatkan performa mesin dan mengurangi konsumsi bahan bakar karena efisiensi pembakaran yang lebih baik.
4. Titik nyala semakin tinggi dengan meningkatnya konsentrasi bioetanol umbi porang dalam campuran bahan bakar. E70 naik 40°C atau 70,18% dari E0. Titik nyala semakin tinggi disebabkan bioetanol dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air karena sifat polar pada gugus hidroksilnya, ikatan hidrogen ini memerlukan energi tambahan untuk memutuskannya. Selain itu, kandungan air dalam bioetanol dapat meningkatkan titik nyala. Untuk menyulut, bahan bakar harus memiliki titik nyala yang rendah, tetapi untuk menghindari terjadinya preignition yang disebabkan oleh panas residual dalam kamar combustion panas, bahan bakar harus mempunyai titik nyala yang tinggi.
5. Semakin tinggi konsentrasi bioetanol dalam campuran bahan bakar mengakibatkan api semakin rendah, pembakarannya semakin lama, temperaturnya meningkat, dan warnanya semakin dominan biru. Semakin rendah api semakin baik karena lebih sedikit emisi yang dihasilkan dan semakin biru api semakin baik karena pembakarannya lebih sempurna.

Saran

1. Perlu adanya tambahan variasi campuran bahan bakar bioetanol dan pertalite sehingga didapatkan hasil yang lebih maksimal.
2. Seharusnya menggunakan termometer tipe sensor inframerah karena sensor termocouple akan mempengaruhi warna nyala api saat pengujian.
3. Disarankan untuk penelitian pada pembakaran dalam agar dapat diketahui pengaruh karakteristik bahan bakar dan nyala api terhadap daya, efisiensi, dan emisi mesin kendaraan.
4. Sebaiknya dilakukan penyesuaian spesifikasi mesin agar menghasilkan performa yang lebih baik atau lebih optimal karena pencampuran pertalite dengan bioetanol mengakibatkan nilai kalor semakin rendah.
5. Diperlukan kontrol suhu dan sistem pendingin yang efektif karena pencampuran pertalite dengan bioetanol mengakibatkan temperatur pembakaran semakin tinggi yang dapat menurunkan kinerja mesin dan meningkatkan potensi keausan komponen mesin.
6. Diperlukan metode untuk menurunkan harga bioetanol seperti bahan dan metode pembuatan, dikarenakan harga yang relatif lebih mahal dari pertalite dan energi yang turun pada pencampurannya dengan bioetanol membuatnya tidak efektif digunakan. Mengingat bioetanol merupakan bahan terbarukan dan ramah lingkungan/rendah emisi, maka dapat dipertimbangkan untuk masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiman, S. (2014). Perkembangan Teknologi dan Tantangan dalam Riset Bioetanol di Indonesia. *JKTI (Jurnal Kimia Terapan Indonesia)*, 16(2), 108–117.
- Arlianti, L. (2018). Bioetanol sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial di Indonesia. *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik*, 1(5), 16–22.
- Bahri, S., Aji, A., dan Yani, F. (2018). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 85–100.
- Dishadewi, P., Wiyarsi, A., Prodjosantoso, A. K., dan Nugraheni, A. R. E. (2020). Chemistry-Based Ssocio-Scientific Issues (SSis) as a Learning Context: an Exploration Study of Biofuels. *Journal of Physics*, 1440(1), 1-12.
- Khuong, L. S., Masjuki, H. H., Zulkifli, N. W. M., Mohamad E. N., Kalam, M. A., Alabdulkarem, A., Arslan, A., Mosarof, M. H., Syahir, A. Z., dan Jamshaid, M. (2017). Effect of Gasoline–Bioethanol Blends on the Properties and Lubrication Characteristics of Commercial Engine Oil. *RSC Advances*, 7(25), 15005-15019.
- Lapuerta, M., Fernandez, J. R., Rodriguez, D. F., dan Camino, R. P. (2017). Modeling Viscosity of Butanol and Ethanol Blends with Diesel and Biodiesel Fuels. *Fuel*, 199(1), 332–338.
- Martinka, J., Rantuch, P., dan Wachter, I. (2019). Impact of Water Content on Energy Potential and Combustion Characteristics of Methanol and Ethanol Fuels. *Energies*, 12(18), 1-16.
- Miranda, T., Montero, I., Sepulveda, F. J., Arranz, J. I., Rojas, C. V., dan Nogales, S. (2015). A Review of Pellets from Different Sources. *Materials*, 8(4), 1413-1427.
- Murdianto, I. (2016). Perbedaan Performa (Daya, Torsi, Konsumsi Bahan Bakar) Menggunakan Injektor Standart dan Injektor Racing dengan Bahan Bakar Pertamina dan Pertamina Plus pada Sepeda Motor V-Xion. Skripsi tidak diterbitkan. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Muryanto, E. (2016). Study Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium dan Ethanol terhadap Unjuk Kerja Mesin Motor Bensin Empat Langkah. Skripsi tidak diterbitkan. Surakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Prihandana, R., Noerwijari, K., Gamawati, P., Adinurani, Setyaningsih, D., Setiadi, S., dan Handoko, R. (2008). Bioetanol Umbi Kayu Bahan Bakar Masa Depan. Jakarta: PT Agro Media Pustaka.
- Prihandoko, G. (2019). Identifikasi Model State Space Plant Distilasi Bioetanol. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

- Qubeissi, M. A. Esawi, N. A., Sazhin, S. S., dan Ghaleeh, M. (2018). Ethanol/Gasoline Droplet Heating and Evaporation: Effect of Fuel Blends and Ambient Condition. *Energy & Fuels*, 32(6), 1-21.
- Sari, R. dan Suhartati. (2015). Tumbuhan Porang: Prospek Budidaya sebagai Salah Satu Sistem Agroforestry. *Buletin Eboni*, 12(2), 97–110.
- Senam. (2009). Prospek Bioetanol sebagai Bahan Bakar Yang Terbarukan Dan Ramah Lingkungan. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Setyadi, P. (2016). Pengaruh Penggunaan Bioethanol sebagai Campuran Bahan Bakar pada Mesin Kendaraan Sepeda Motor 4 Langkah dengan Komposisi 10%, 20%, 30%. *JKEM (Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur)*, 3(1), 13–22.

