

UNJUK KERJA NYALA API DARI BIOETANOL UMBI BATANG PISANG RAJA (*MUSA PARADISIACA*) DICAMPUR DENGAN PERTALITE

Siti Nursiyah

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: siti.17050754013@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

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

Abstrak

Kebutuhan bahan bakar menjadi masalah besar yang dialami oleh beberapa negara di dunia. Bioetanol biasanya terbuat dari bahan yang mengandung pati, gula dan selulosa yang banyak terkandung pada umbi batang pisang raja. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik nyala api dari bahan bakar bioetanol umbi batang pisang raja dan pertalite. Penelitian dilakukan dengan metode pembakaran difusi menggunakan lampu bersumbu. Variasi campuran bahan bakar yang digunakan yaitu E0, E10, E20, E30, E40, E50 dan E100. Bahan bakar yang dibakar sebanyak 1 ml dengan sumbu yang dibakar 7,5 mm. Alat untuk penelitian yaitu lampu bersumbu, sumbu, pemantik api, meja, tripod, termokopel, botol kaca, suntikan dan kotak aquarium sedangkan instrumen penelitiannya adalah kamera, stopwatch, penggaris dan LCD Digital Temperature TM-902C. Bahan penelitian yaitu pertalite dan bioetanol umbi batang pisang raja. Bioetanol umbi batang pisang raja yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar etanol 99,66%, nilai kalor 7280,5 kkal/l, viskositas 1,14 Cps, dan densitas 828,6 kg/m³. Hasil penelitian didapatkan karakteristik nyala api terbaik yaitu nyala api tertinggi pada E0 yaitu 9,9 cm, waktu pembakaran tercepat pada E0 yaitu 179 detik, temperatur nyala api tertinggi pada E100 yaitu 915,2°C dan nyala api dominan berwarna biru pada campuran bahan bakar E100. Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yaitu penelitian untuk pembakaran dalam untuk mengetahui performa dan emisi dari motor bensin.

Kata kunci: bioetanol, umbi batang pisang raja, pertalite, karakteristik nyala api.

Abstract

Fuel needs are a big problem experienced by some countries in the world. Bioethanol is usually made from ingredients containing starch, sugar and cellulose that are widely contained in the musa paradisiaca stem bulbs. The purpose of this study was to determine the characteristics of the flames from bioethanol musa paradisiaca stem bulbs and pertalite. The research was conducted by the method of diffusion combustion using a wick lamp. Variations of the fuel mixture used are E0, E10, E20, E30, E40, E50 and E100. The fuel is burned as much as 1 ml with a burnt wick of 7,5 mm. The tools for research are wick lamp, wick, lighter, table, tripod, thermocouple, glass bottle, sput and aquarium, while the research instruments are camera, stopwatch, ruler and LCD Digital Temperatur TM-902C. The research materials were bioethanol from musa paradisiaca stem bulbs and pertalite. The bioethanol musa paradisiaca stem bulbs used in this study had an ethanol of 99,66%, a heating value of 7280,5 kkal/l, a viscosity of 1,14 Cps, and a density of 828,6 kg/m³. The best results from characteristics of the flame were the highest flame at E0 which was 9,9 cm, the fastest combustion time at E0 was 179 seconds, the highest flame temperature at E100 was 915,2°C and the dominant flame was blue in the fuel mixture E100. It is hoped that the results of this study can be used for further research, namely research for premix combustion to determine the performance and emissions of gasoline engines

Keywords: bioethanol, musa paradisiaca stem bulbs, pertalite, characteristics of the flame.

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bakar bagi kelangsungan hidup manusia menjadi masalah besar yang dihadapi oleh beberapa negara yang ada di dunia. Salah satunya yaitu bahan bakar minyak yang berasal dari fosil. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) bahwa minyak bumi masih akan mendominasi bauran energi primer dunia hingga tahun 2050. Sehingga pada tahun 2025 pemerintah Indonesia menargetkan adanya kontribusi minyak bumi sebesar 20%,

gas bumi 30% dan energi terbarukan 17 % (ESDM, 2012).

Peraturan Pemerintah (PP) No 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional, Inpres No 1 Tahun 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan BBN, menyatakan bahwa sasaran baruan energi tahun 2025 yaitu penggunaan energi baru terbarukan sebesar 17 persen. Sehingga, berdasarkan pernyataan tersebut, perlu adanya peningkatan penggunaan energi baru terbarukan. Energi baru terbarukan yang dapat dikembangkan salah satunya adalah Bahan Bakar Nabati

(BBN) yang berasal dari bahan baku tumbuhan. Terdapat berbagai jenis Bahan Bakar Nabati (BBN) yang berkembang di Indonesia, salah satunya yaitu bioetanol yang berasal dari bahan baku nabati atau tumbuhan (Prihandana, 2007).

Bioetanol merupakan etanol yang memiliki bahan baku utama dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi. Bahan baku utama dalam pembuatan bioetanol sendiri berasal dari tumbuhan yang mengandung pati, gula dan selulosa yang banyak terdapat pada tebu, umbi kayu, umbi jalar, umbi ganyong, tomat, durian, dan lain-lain (Prihandana, 2007). Penggunaan bioetanol dilakukan dengan cara mencampurkan bioetanol dalam bahan bakar minyak (BBM) seperti premium, pertalite, pertamax maupun solar. Selain ramah lingkungan, bioetanol dapat memberikan keuntungan bagi petani untuk mengurangi limbah hasil pertanian.

Pertalite merupakan bahan bakar minyak yang memiliki *Research Octane Number* (RON) yang lebih tinggi dari premium yaitu 90, dengan adanya bahan bakar pertalite ini masyarakat akan mulai meninggalkan bahan bakar premium dan beralih ke pertalite dengan alasan bahan bakar pertalite dapat meningkatkan performa suatu mesin kendaraan.

Berdasarkan pernyataan yang telah diuraikan maka, bahan baku yang dapat diteliti dan digunakan sebagai bioetanol adalah umbi batang pisang raja. Umbi batang pisang raja berada dibagian bawah dari pohon pisang raja yang akan menjadi bakal tunas pisang baru. Pada bagian ini mengandung banyak serat dan karbohidrat dengan 76% pati, 20% air dan sisanya adalah protein dan vitamin. Kandungan umbi batang pisang tersebut sangat berpotensi dalam pembuatan bahan bakar nabati yaitu bioetanol (Warsa, 2013).

Di Laboratorium Bahan Bakar Teknik Mesin Unesa banyak memproduksi bioetanol dari berbagai macam bahan baku dalam skala kecil. Salah satunya yaitu bioetanol dari bahan baku umbi batang pisang raja.

Tujuan penelitian untuk mengetahui unjuk kerja nyala api bahan bakar bioetanol dari umbi batang pisang raja yang dicampur dengan pertalite. Data yang akan diambil dari penelitian ini yaitu, ketinggian nyala api, lama waktu pembakaran, temperature nyala api, warna nyala api, dan karakteristik dari campuran bahan bakar bioetanol umbi batang pisang raja dan pertalite.

Penelitian mengenai pengaplikasian bioetanol telah dilakukan oleh beberapa peneliti yaitu, Prasetyo, (2019) dalam penelitiannya tentang nyala api bioetanol dari umbi ganyong menghasilkan lama pembakaran nyala api paling tinggi pada E50 yaitu 466 detik, temperatur nyala api paling tinggi pada E0 yaitu 384,9°C dan tinggi nyala api paling tinggi pada E40 yaitu 62 mm.

Kemudian, Elizabeth A, (2018) dalam penelitiannya tentang pengaruh etanol, metana dan metana campuran etanol pada pembentukan jelaga terhadap tekanan menjelaskan bahwa semakin tinggi tekanan maka api difusi semakin tinggi dan luas penampang api semakin bertambah. Selain itu, Tan, (2020) dalam penelitiannya tentang pengaruh PODE3 pada pembentukan jelaga etilen menjelaskan bahwa apabila konsentrasi PODE3 menurun maka pembentukan jelaga meningkat, pada PODE3 5% fraksi volume meningkat menjadi 10%.

Berdasarkan penelitian sebelumnya maka, peneliti mengambil judul penelitian “Unjuk Kerja Nyala Api dari Bahan Bakar Bioetanol Umbi Batang Pisang Raja (*Musa Paradisiaca*) Dicampur dengan Pertalite”. Hasil pengujian ini diharapkan agar dapat digunakan sebagai acuan untuk pengujian performa motor dan emisinya.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

- Pengujian karakteristik nyala api dari bahan bakar umbi batang pisang raja dan pertalite dilakukan di rumah Siti Nursiyah selaku penulis dan pengujian karakteristik bahan bakar dilakukan di Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII No. 14.
- Penelitian dilakukan setelah seminar proposal skripsi yang telah disetujui oleh tim penguji yaitu mulai bulan september sampai desember 2021.

Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah bahan bakar bioetanol umbi batang pisang raja, pertalite dan campurannya.

Variabel Penelitian

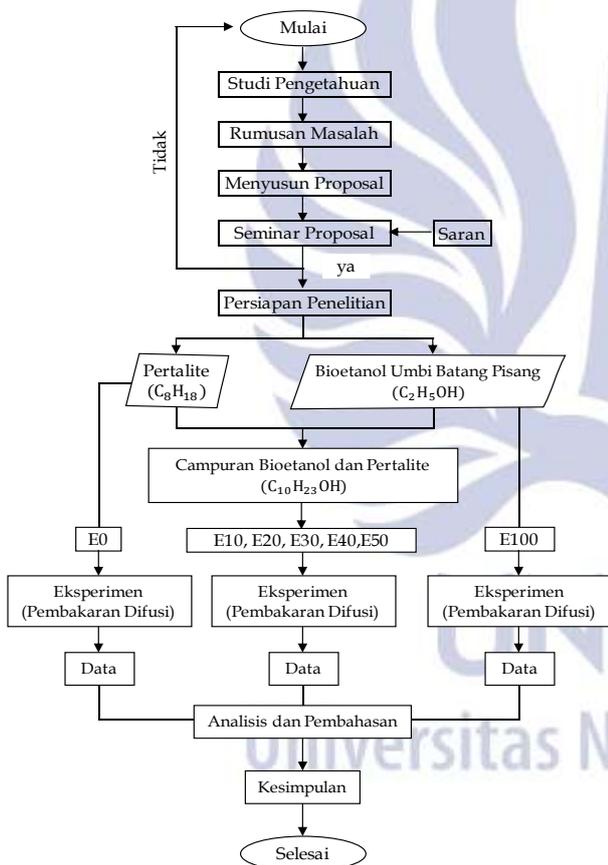
Variabl dalam penelitian ini yaitu:

- Variabel Bebas
Variabel bebas adalah variabel yang akan mempengaruhi variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian yaitu variasi bahan bakar E0, E10, E20, E30, E40, E50 dan E100.
- Variabel Terikat
Merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas atau hasil yang diinginkan dari penelitian. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah karakteristik nyala api seperti ketinggian nyala api, lama waktu pembakaran, temperatur nyala api dan warna nyala api.
- Variabel Kontrol
Variabel kontrol merupakan variabel yang dikendalikan agar variabel bebas dan variabel terikat tidak dapat dipengaruhi oleh faktor yang ada dari luar penelitian. Variabel yang akan dikontrol dalam penelitian ini adalah:

- Bioetanol umbi batang pisang raja.
- Peralite dari SPBU pertamina.
- Volume bahan bakar yang digunakan 1 ml.
- Botol kaca berukuran 10 ml, Panjang botol kaca dan tutupnya 60 mm dan diameter 24 mm.
- Penutup sumbu terbuat dari seng dan diameter 4 mm.
- Sumbu berbahan katun, panjangnya 130 mm, panjang yang dibakar 7,5 mm dan lebarnya 3 mm.
- Penelitian dilakukan saat malam hari.
- Menggunakan suhu ruangan antara 20°C sampai 35°C
- Kelembaban udara antara 40% sampai 60%.
- Aquarium bagian atas diberi lubang dengan diameter 100 mm.

- Botol kaca
- Suntikan
- Kotak aquarium
- Bahan Penelitian
 - Bioetanol umbi batang pisang raja
 - Peralite
- Instrumen Penelitian
 - Kamera
 - Stopwatch
 - Penggaris
 - LCD *Digital Temperature* TM-902C

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Alat, Bahan dan Instrumen Penelitian

- Alat Penelitian
 - Lampu bersumbu
 - Sumbu
 - Pemantik api
 - Meja
 - Tripod
 - Termokopel

Prosedur Penelitian

- Tahap Persiapan
 - Siapkan alat, bahan dan instrumen penelitian.
 - Menyiapkan campuran bioetanol umbi batang pisang raja dan peralite.
 - Mengisi lampu bersumbu dengan bahan bakar.
 - Menempatkan penggaris disamping lampu bersumbu.
 - Menempatkan termokopel diatas lampu bersumbu.
 - Menyambungkan termokopel dengan LCD *Digital Temperature* TM-902C.
 - Memosisikan CANON EOS 600D sejajar dengan lampu bersumbu.
- Tahap Pengambilan Data
 - Mulai menghidupkan kamera.
 - Menghidupkan LCD *Digital Temperature* TM-902C.
 - Menghidupkan stopwatch.
 - Mematikan lampu agar ruangan menjadi gelap.
 - Membakar sumbu pada lampu bersumbu.
 - Amati proses pembakaran hingga api padam.
 - Lakukan pengujian sebanyak tiga kali.
 - Setelah api padam simpan semua data yang didapatkan dari pengujian.

Teknik Analisa Data

Data hasil penelitian dianalisis dengan deskriptif kuantitatif dan deskriptif kualitatif. Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menganalisis data berupa tabel. Sedangkan analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk menganalisis warna api.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pencampuran Bahan Bakar

Proses pencampuran bahan bakar dilakukan dengan beberapa langkah yaitu, mengambil bahan bakar (bioetanol dan peralite) dengan suntikan yang berbeda sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan, kemudian menuangkan bahan bakar ke dalam botol kaca, setelah itu kedua bahan bakar akan dicampurkan dengan cara memutar botol kaca.

Campuran bahan bakar kemudian akan dimasukkan dalam lampu bersumbu. Hasil pencampuran bioetanol terlihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2. Campuran Bioetanol dan Pertalite

Pengujian Karakteristik Bahan Bakar

Hasil pengujian karakteristik campuran bioetanol umbi batang pisang raja dan pertalite sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Bahan Bakar

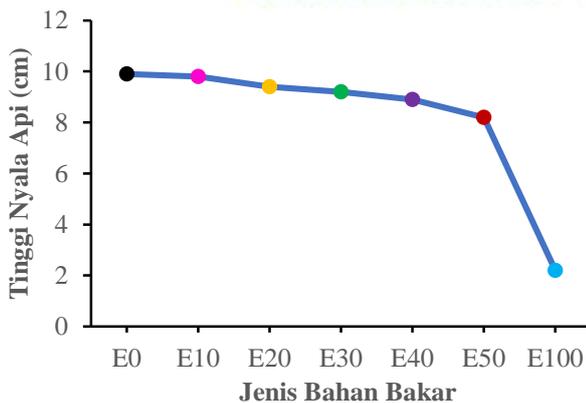
| Parameter Uji | Satuan | Hasil Pengujian | | | | | |
|----------------|-------------------|-----------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | | E0 | E10 | E20 | E30 | E40 | E50 |
| Viscosity 15°C | Cps | 3,15 | 3,58 | 3,81 | 3,95 | 4,05 | 4,20 |
| Density 40°C | kg/m ³ | 805,3 | 812,6 | 816,5 | 820,1 | 823,2 | 826,1 |
| Nilai Kalor | kkal/l | 10860 | 10601 | 9980 | 9956 | 9155 | 8560 |
| Angka Oktan | RON | 91,80 | 95,05 | 96,10 | 99,80 | 105,05 | 109,80 |

Ketinggian Nyala Api

Hasil pengujian ketinggian nyala api sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Tinggi Nyala Api

| Jenis Bahan Bakar | Uji I (cm) | Uji II (cm) | Uji III (cm) | Rata-rata Tinggi Api |
|-------------------|------------|-------------|--------------|----------------------|
| E0 | 10,4 | 9,8 | 9,6 | 9,9 |
| E10 | 10,2 | 9,6 | 9,5 | 9,8 |
| E20 | 10,0 | 9,5 | 8,6 | 9,4 |
| E30 | 9,7 | 9,5 | 8,5 | 9,2 |
| E40 | 9,4 | 8,8 | 8,5 | 8,9 |
| E50 | 8,7 | 8,0 | 7,8 | 8,2 |
| E100 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,2 |



Gambar 3. Grafik Ketinggian Nyala Api

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 3 hasil pengujian ketinggian nyala api didapatkan rata-rata nyala api tertinggi pada campuran E0 yaitu 9,9 cm. Ketinggian nyala api dipengaruhi oleh nilai densitas bahan bakar itu sendiri. Dimana semakin tinggi densitas bahan bakar maka tekanan fluida yang dihasilkan akan semakin rendah. Sehingga ketinggian nyala apinya akan semakin menurun seiring dengan bertambahnya nilai densitas bahan bakar yang digunakan.

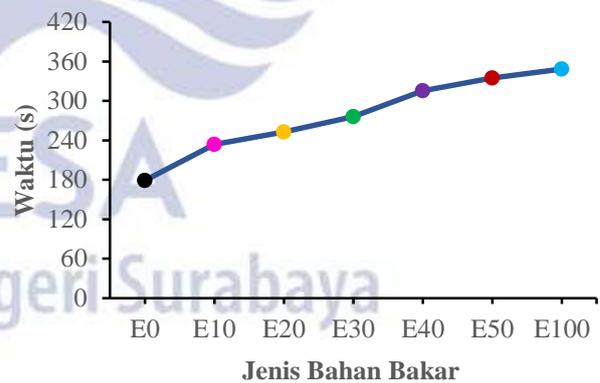
Selain itu, konsentrasi campuran bahan bakar bioetanol umbi batang pisang raja dan pertalite dapat berpengaruh terhadap hasil pengujian lama waktu pembakaran. Dimana semakin tinggi konsentrasi bioetanol umbi batang pisang raja dalam campuran bahan bakar maka, waktu pembakaran akan semakin lama dan sebaliknya.

Lama Waktu Pembakaran

Hasil pengujian waktu pembakaran bioetanol umbi batang pisang raja dan pertalite sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Lama Waktu Pembakaran

| Jenis Bahan Bakar | Uji I (detik) | Uji II (detik) | Uji III (detik) | Rata-rata Waktu Pembakaran |
|-------------------|---------------|----------------|-----------------|----------------------------|
| E0 | 107 | 177 | 252 | 179 |
| E10 | 188 | 236 | 278 | 234 |
| E20 | 201 | 261 | 296 | 252 |
| E30 | 234 | 289 | 306 | 276 |
| E40 | 296 | 316 | 335 | 316 |
| E50 | 323 | 339 | 343 | 335 |
| E100 | 335 | 351 | 359 | 348 |



Gambar 4. Grafik Rata-Rata Lama Waktu Pembakaran

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 4 hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa bahan bakar E100 atau 100% bioetanol dapat menyala lebih lama dengan rata-rata waktu pembakaran 348 detik. Dan waktu pembakaran tercepat pada campuran E0 yaitu 179 detik. Lama waktu pembakaran suatu bahan bakar dipengaruhi oleh nilai viskositas bahan bakar itu sendiri. Semakin tinggi viskositas bahan bakar maka laju aliran bahan bakar

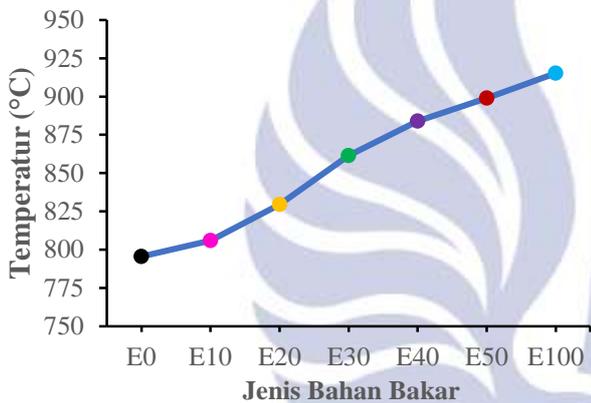
semakin lambat. Sehingga waktu pembakarannya akan semakin lama.

Temperatur Nyala Api

Hasil pengujian temperatur nyala api bahan bakar bioetanol umbi batang pisang raja dan pertalite sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Temperatur Nyala Api

| Jenis Bahan Bakar | Temp Bawah (°C) | Temp Tengah (°C) | Temp Atas (°C) | Rata-rata Temp Nyala Api |
|-------------------|-----------------|------------------|----------------|--------------------------|
| E0 | 785,4 | 789,8 | 811,0 | 795,4 |
| E10 | 785,7 | 814,2 | 817,9 | 805,9 |
| E20 | 809,3 | 820,6 | 858,7 | 829,5 |
| E30 | 834,0 | 863,9 | 886,7 | 861,5 |
| E40 | 843,8 | 879,5 | 928,3 | 883,9 |
| E50 | 865,5 | 880,8 | 950,6 | 899,0 |
| E100 | 871,0 | 897,7 | 976,8 | 915,2 |



Gambar 5. Grafik Temperatur Nyala Api Rata-Rata

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 5 didapatkan hasil temperatur nyala api tertinggi pada campuran E100 dengan posisi termokopel atas yaitu 976,8°C dan temperatur nyala api rata-rata tertinggi pada campuran E100 yaitu 915,2°C. Pada posisi yang lebih tinggi dan tepi api, proses pembakaran sempurna membuat etanol menguap dan mengakibatkan peningkatan temperatur nyala api. Sehingga, pencampuran etanol dapat meningkatkan konsentrasi oksigen, jumlah CO₂ dan H₂O, dan menghasilkan suhu yang lebih tinggi ditepi api dan suhu tertinggi yang lebih rendah (Yuchen, 2020). Sehingga dapat disimpulkan bahwa temperatur nyala api diakibatkan adanya proses penguapan yang terjadi dalam bahan bakar bioetanol.

Warna Nyala Api

Hasil pengujian warna nyala api terlihat pada gambar berikut:



Gambar 6. Nyala Api dari E0



Gambar 7. Nyala Api dari E10



Gambar 8. Nyala Api dari E20



Gambar 9. Nyala Api dari E30



Gambar 10. Nyala Api dari E40



Gambar 11. Nyala Api dari E50



Gambar 12. Nyala Api dari E100

Rata – Rata Keseluruhan Karakteristik Nyala Api

Hasil rata-rata pengujian karakteristik campuran bioetanol umbi batang pisang raja dan pertalite yaitu:

Tabel 5. Rangkuman Hasil Uji Karakteristik Nyala Api

| Jenis Bahan Bakar | Volume Bahan Bakar | Tinggi Nyala Api (cm) | Waktu Pemb (detik) | Temp Nyala Api (°C) |
|-------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| E0 | 1 ml | 9,9 | 179,0 | 795,4 |
| E10 | 1 ml | 9,8 | 234,0 | 805,9 |
| E20 | 1 ml | 9,4 | 252,0 | 829,5 |
| E30 | 1 ml | 9,2 | 276,0 | 861,5 |
| E40 | 1 ml | 8,9 | 316,0 | 883,9 |
| E50 | 1 ml | 8,2 | 335,0 | 899,0 |
| E100 | 1 ml | 2,2 | 348,0 | 915,2 |



Gambar 13. Grafik Rata-Rata Hasil Uji Karakteristik Api

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis unjuk kerja nyala api maka, dapat diambil simpulan:

- Ketinggian nyala api yang dihasilkan yaitu E0 9,9 cm, E10 9,8 cm, E20 9,4 cm, E30 9,2 cm, E40 8,9 cm, E50 8,2 cm dan E100 2,2 cm. Ketinggian nyala api semakin rendah seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol umbi batang pisang raja dalam campuran bahan bakar. Nyala api yang semakin rendah akan semakin baik, karena emisinya semakin rendah.
- Lama waktu pembakaran yang dihasilkan yaitu E0 179 detik, E10 234 detik, E20 252 detik, E30 276 detik, E40 316 detik, E50 335 detik dan E100 348 detik. Waktu pembakaran semakin lama seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol umbi batang pisang raja dalam campuran bahan bakar. Waktu pembakaran yang semakin lama akan semakin baik, karena proses pembakaran akan semakin sempurna.
- Temperatur nyala api yang dihasilkan yaitu E0 795,4°C, E10 805,9°C, E20 829,5°C, E30 861,5°C, E40 883,9°C, E50 899,0°C dan E100 915,2°C. Temperatur nyala api akan semakin naik seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol umbi batang pisang raja yang ada dalam campuran bahan bakar. Temperatur yang semakin rendah akan semakin baik, karena dapat meningkatkan performa motor.
- Warna nyala api yang dihasilkan semakin dominan berwarna biru seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol umbi batang pisang raja dalam campuran bahan bakar. Warna api yang semakin biru semakin baik, karena sedikit emisi yang dihasilkan.
- Karakteristik nyala api terbaik pada campuran E50 dengan ketinggian api 8,2 cm, waktu pembakaran 335 detik, temperature api 899,0°C, dan warna nyala api kuning dengan sedikit warna biru dibagian api bawah.

Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian yang lebih lanjut yaitu:

- Perlu tambahan pada variasi campuran bahan bakar.
- Disarankan untuk penelitian dengan menggunakan *plate* berbahan *stainless steel* agar didapatkan hasil nyala api yang lebih jelas.
- Disarankan untuk penelitian pada pembakaran dalam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Soeryanto, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Priyo Heru Adiwibowo, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin, Dr. Drs. Muhaji, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing, Prof. Dr. Ir. I Wayan Susila, M.T. dan Priyo Heru Adiwibowo, S.T., M.T. selaku dosen penguji. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberi semangat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim <https://www.esdm.go.id/id/> diakses pada 16 januari 2021
- Anonim <https://www.pertamina.com> diakses pada 26 januari 2021
- Elizabeth A, Griffin., Ömer L, Moah Christensen and Gülder. 2018. *Effect of Ethanol Addition on Soot Formation in Laminar Methane Diffusion Flames at Pressure Above Atmospheric*. Elsevier Combustion and Flame 193. 306-312.
- Prasetyo, Romadhan Fitrianto E. 2019. Unjuk Kerja Api Dari Bioetanol Umbi Walur (*Amorphophallus Variabilis*). Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Negeri Surabaya.
- Prihandana, Rama. 2007. Bioetanol Ubi Kay Bahan Bakar Masa Depan. Jakarta: PT. Agro Media Pusaka.
- Purwati, Lisma Shofarina dan Nurhatika, Sri. 2016. Efektivitas Penggunaan Bioetanol dari Limbah Pulp Kakao (*Theobroma cacao L*) terhadap Lama Pembakaran Kompor Bioetanol. Jurnal Sains dan Seni ITS Vol. 5, No. 1, E-11 – E-16.
- Tan, Yong Ren., Salamanca, Maurin., Pascazio, Laura., Akroyd, Jethro and Kraft, Markus. 2020. *The Effect of Poly (Oxymethylene) Dimethyl Ethers (PODE3) on Soot Formation in Ethylene/PODE3 Laminar Coflow Diffusion Flames*. Elsevier Fuel 283
- Warsa, I Wayan., Septiyani, Faudzia., Lisna, Camilla. 2013. Bioetanol Dari Bonggol Pisang. Jurnal Teknik Kimia, Vol. 8 (1).
- Ya, Yuchen., Nie, Xiaokang., Peng, Licheng., Xiang, Longkai., Hu, Jialong., Dong, Wenlong and Chu, Huaqiang. (2020). *Effects of Ethanol Blending on the Formation of Soot in n-Heptane/Air Coflow Diffusion Flame*. Hindawi Jurnal of Chemistry, 1-10.