

KARAKTERISTIK NYALA API PEMBAKARAN DIFUSI DARI CAMPURAN PERTALITE DENGAN *BIOETHANOL* NIRA SIWALAN (*BORASSUS FLABELLIFER LINN*)

Achlun Nazhar Bhanuaji

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: achlun.19063@mh.unesa.ac.id

Muhaji

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: muhaji61@unesa.ac.id

Abstrak

Pesatnya lajunya perkembangan teknologi dan meningkatnya kebutuhan akan energi, menyebabkan ketersediaan bahan bakar fosil menurun sehingga mengakibatkan krisis energi. Salah satu solusi tersebut ialah pemanfaatan *biofuel* bahan bakar nabati seperti *bioethanol* nira siwalan. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik nyala api dari bahan bakar *bioethanol* nira siwalan dan pertalite (90), seperti temperatur nyala api, durasi pembakaran, luas nyala api, warna nyala api dan tren nyala api dengan variasi campuran biopertalite E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60 dan E100. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen pembakaran difusi menggunakan media berbentuk tabung berbahan *stainless steel* dengan ketebalan 0,8 ml, diameter 10 ml dan memiliki volume 0,5 ml. Kemudian dibakar dengan pematik berupa korek api, yang dilakukan pengujian sebanyak 3 kali. Hasil karakteristik nyala api yang dihasilkan dari pertalite, biopertalite dan *bioethanol*. Rata-rata temperatur api tertinggi dihasilkan oleh campuran E100 967,76°C, sedangkan pada E0 rata-rata temperatur paling rendah 766,43°C. Durasi pembakaran yang lebih lama E60 250,11 *second* dan durasi pembakaran tercepat pada E0 153,23 *second*. Luas rata-rata nyala api terbesar E0 564,67 mm², dan luas paling rendah pada E60 132 mm². Warna nyala api warna merah tertinggi E0 25,52%, nyala api putih tertinggi pada E30 72,70%, warna kuning tertinggi 15,82% pada E20, dan warna biru tertinggi E100 51,2%. Tren nyala api paling baik E30, karena menghasilkan grafik cenderung lebih stabil.

Kata Kunci: Nira Siwalan, *Bioethanol*, Karakteristik, Nyala Api

Abstract

The rapid development of technology and the increasing need for energy have caused the availability of fossil fuels to decrease, resulting in an energy crisis. One solution is the utilization of biofuels such as siwalan sap *bioethanol*. This study aims to analyze the flame characteristics of siwalan sap *bioethanol* fuel and pertalite (90), such as flame temperature, combustion time, flame area, flame color and flame trend with variations in biopertalite mixtures E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60 and E100. This study was conducted by experimental method of diffusion combustion using tube-shaped media made of stainless steel with a thickness of 0.8 ml, a diameter of 10 ml and has a volume of 0.5 ml. Then burned with a lighter, which was tested 3 times. The results of flame characteristics produced from pertalite, biopertalite and *bioethanol*. The highest average flame temperature is produced by the E100 mixture 967.76 ° C, while in E0 the lowest average temperature is 766.43 ° C. Longer combustion time E60 250.11 second and the fastest combustion time E0 153.23 second. The average area of the largest flame E0 564.67 mm², and the lowest area in E60 132 mm². The highest red flame color E0 25.52%, the highest white flame E30 72.70, the highest yellow color 15.82% in E20, and the highest blue color E100 51.2%. The best flame trends are E30, because they produce graphs tend to be more stable.

Keywords: Siwalan Sap, *Bioethanol*, Characteristics, Flame.

PENDAHULUAN

Pesatnya lajunya perkembangan teknologi yang digunakan oleh manusia, maka semakin tinggi pula kebutuhan akan energi. Melonjaknya kebutuhan energi saat ini maka perlu diimbangi dengan ketersediaan bahan baku. Selama ini, sistem penyediaan energi nasional masih berorientasi pada penggunaan energi fosil. Bahan bakar fosil seperti minyak bumi semakin berkurang di alam dikarenakan oleh penurunan *performance reservoir* secara alami (*natural decline*).

Demi membatasi bahan bakar fosil, negara memberikan alternatif pengembangan dan pemanfaatan *biofuel* atau Bahan Bakar Nabati (BBN). Hal ini diwujudkan melalui terbitnya Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) (Sudayani, 2019).

Bioethanol termasuk bahan bakar *ethanol* (*Ethyl Alcohol*) (C₂H₅OH) yang didapatkan dari produksi bahan nabati dengan kandungan gula cukup tinggi, melalui fermentasi biomassa melalui bantuan mikro organisme. Bahan bakar *ethanol* memiliki keuntungan yaitu dapat

diperbaharui dan aman untuk lingkungan, tidak seperti bahan bakar fosil yang menyisakan residu emisi karbon. Salah satu biomassa yang dapat digunakan sebagai *ethanol* yakni “Nira Siwalan”.

Menurut Pontoh (2013), pada nira siwalan terdapat sukrosa, gula reduksi (glukosa dan fruktosa), polisakarida serta dextran. Kandungan Nira siwalan berupa gula yang tinggi sekitar 10g/100mL (Fatkhul *et al*, 2016). Komponen utamanya air sebanyak 75 hingga 90% serta sukrosa 8-21%, selainnya adalah senyawa organik dan anorganik. Kualitas nira dapat dipengaruhi faktor lain varietas tanaman, kesehatan tanaman, umur tanaman, iklim dan lain-lain (Suryandari, 2010). Nira dengan kualitas baik terdiri atas derajat keasaman (pH) sekitar 4-6, presentase gula >12% dan presentase alkohol.

Ethanol dapat digunakan secara langsung sebagai *ethanol* murni atau dicampur dengan bensin untuk menghasilkan “gasohol”. Pada penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen untuk menganalisa uji karakteristik nyala api dari *bioethanol* nira siwalan dengan variasi campuran dengan bahan bakar pertalite (90). Pada umumnya karakteristik bahan bakar nabati (*ethanol*) belum mendekati karakteristik bahan bakar fosil. Hal itu dikarenakan karena nilai kalor alkohol lebih rendah dari bensin serta kebutuhan mesin yang ada sekarang masih didesain khusus untuk bahan konvensional (bensin).

Pada penelitian ini bahan baku *bioethanol* yang digunakan ialah menggunakan nira siwalan. Bahan baku tersebut dipilih karena memiliki kandungan gula yang cukup untuk diproduksi sebagai *bioethanol*, berikut karakteristik sifat fisika yang dihasilkan *bioethanol* nira siwalan:

Tabel 1. Karakteristik *Bioethanol* Nira Siwalan

No	Karakteristik	Instrumen	Hasil Uji	Metode
1	Kadar <i>Ethanol</i>	Gas Chromatography-Flame Ionization Detector	99,06%	ASTM D5501
2	Densitas	Piknometer	0,7967 g/cm ³	ASTM D1298
3	Nilai Kalor	Viscometer Bath	6872 kkal/Kf g	ASTM D445-97
4	Viskositas	Bomb Calorimeter	1,16 cSt	ASTM D240
5	Titik Nyala	Pensky-Martens Closed Up	15°C	ASTM D93

Sumber: Henryansyah & Muhaji (2023)

Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengetahui campuran paling baik antara *bioethanol* dan pertalite (90) (biopertalite) sehingga didapatkan karakteristik nyala api pada pembakaran difusi yang dihasilkan dapat maksimal dan ideal.

Karakteristik bahan bakar biopertalite dengan campuran E0, E10, E20, E30, E40, E50 dan E60 yang digunakan sebagai bahan acuan dalam pengujian karakteristik pengujian nyala api untuk campuran bahan bakar *bioethanol* nira siwalan dan pertalite. Di bawah ini hasil pengujian karakteristik sifat fisika *bioethanol* nira siwalan dan pertalite, yaitu:

Tabel 2. Karakteristik Bahan Bakar Pertalite dan BioPertalite

Parameter Uji	Satuan	Hasil Pengujian						
		E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60
Viscosity 40°C	cSt	0,46	0,539	0,700	0,701	0,728	0,821	0,966
Density	g/cm ³	0,742	0,752	0,748	0,756	0,760	0,766	0,772
Nilai Kalor	Kkal/Kg	10593	9784	10144	9196	8778	8209	8113
Flash Point	°C	-44	-36	-29	-22	-15	-8	-1

Sumber: Suryanto & Muhaji (2023).

Pembakaran difusi yakni Pembakaran yang berlangsung pada daerah di mana bahan bakar dan udara bercampur secara alami. Nyala api difusi dapat tidak sama dengan nyala api *premixed*, dalam hal laju pembakaran dicirikan pada laju bahan bakar dan oksidator di mana disalurkan dalam ukuran yang tepat untuk reaksi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik pengujian nyala api biopertalite seperti luas nyala api, lamanya waktu pembakaran, temperatur nyala api, warna api, dan tren nyala api. Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan solusi atas krisis energi yang sedang terjadi saat ini. Berdasarkan uraian diatas, maka penulis bermaksud untuk melakukan penelitian tugas akhir skripsi sebagai syarat kelulusan dengan judul “Karakteristik Nyala Api Pembakaran Difusi Dari Campuran Pertalite Dengan *Bioethanol* Nira Siwalan (*Borassus Flabellifer* Linn).”

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yakni penelitian eksperimen untuk mengetahui karakteristik nyala api bahan bakar *bioethanol*, pertalite dan campurannya dengan metode pembakaran difusi pada media tabung berbahan *stainless steel*.

Tempat dan Waktu Penelitian

• Tempat Penelitian

Pengujian karakteristik nyala api dari bahan bakar *bioethanol* nira siwalan dan pertalite dilakukan di lab Bahan Bakar Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

• Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan setelah seminar proposal skripsi yang telah disetujui oleh tim penguji yaitu mulai bulan juni sampai desember 2023.

Variabel Penelitian

• Variable Bebas

Yakni variabel yang akan mempengaruhi variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu variasi campuran *bioethanol* dan pertalite E0, E10, E20, E30, E40, E50, E50, E60 dan E100.

• Variable Terikat

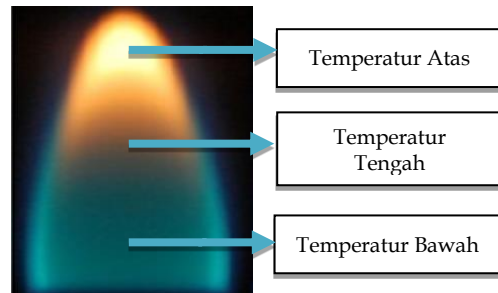
Yakni variable yang tidak dapat diubah, hasilnya tergantung pada variable bebas. Variabel terikat dalam penelitian yakni karakteristik nyala api seperti, temperatur nyala api, durasi pembakaran, luas nyala api, warna nyala api dan tren tinggi nyala api.

• Variable Kontrol

Yakni variabel yang dikendalikan agar tidak dapat dipengaruhi oleh faktor yang ada di luar penelitian. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

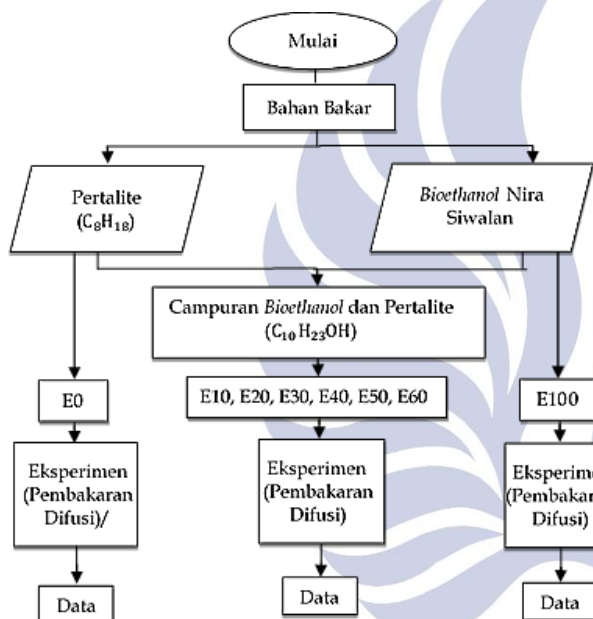
- *Bioethanol* nira siwalan Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik.
- Peralite dari SPBU Pertamina 51.601124 Kelurahan Ketintang, Kecamatan Gayungan, Surabaya.
- Volume bahan bakar yang digunakan 0.5 ml pada pembakaran.
- Tabung *Stainless Steel* dengan ketebalan 0,8 ml, diameter 10 ml, dan bervolume 0,5 ml.
- Penelitian dilakukan saat malam hari.
- Aquarium bagian atas diberi lubang sebesar 50 mm.

- Kotak Aquarium
- Tabung *Stainless Steel* ketebalan 0,8 ml dan volume 0,5 ml (sebagai media pembakaran difusi).
- Penggaris besi 15 cm



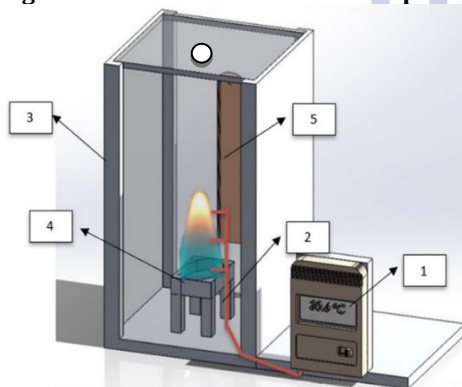
Gambar 3. Rancangan Pengukuran Temperatur

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Diagram Rancangan Eksperimen

Rancangan Instrumen dan Peralatan Eksperimen



Gambar 2. Rancangan Instrumen dan Peralatan Eksperimen

Keterangan:

- LCD Digital Temperatur TM-902C
- Probe Termokopel

Prosedur Penelitian

• Tahap Persiapan

- Siapkan alat, bahan dan instrumen yang akan digunakan.
- Menyiapkan bahan bakar peralite (E0), bioperalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60) dan *bioethanol* (E100).
- Mengisi tabung *stainless steel* dengan bahan bakar yang sudah disediakan sesuai dengan variasi yang di uji.
- Menempatkan penggaris di samping tabung *stainless steel*.
- Menempatkan probe termokopel di atas tabung *stainless steel* yang sudah disediakan.
- Menyambungkan termokopel dengan LCD Digital Temperatur TM-902C.
- Memposisikan CANON EOS 1100D sejajar dengan tabung *stainless steel*.

• Tahap Pengambilan Data

- Mulai menghidupkan kamera.
- Menghidupkan LCD Digital Temperatur TM-902C.
- Menghidupkan *stopwatch* handphone.
- Mematikan lampu agar ruangan menjadi gelap.
- Menyuntikan bahan bakar ke tabung *stainless steel*.
- Membakar bahan bakar yang sudah tersedia di media tabung dengan cara dipantik dengan korek api.
- Amati proses pembakaran sampai api padam.
- Pengujian diulang tiga kali
- Setelah api padam simpan semua data yang didapatkan dari pengujian seperti temperatur nyala api, durasi pembakaran, luas nyala api, warna nyala api dan tren tinggi nyala api..

Teknik Analisa Data

Data hasil penelitian kemudian dianalisis deskriptif kuantitatif dan deskriptif kualitatif. Analisis deskriptif kualitatif diterapkan menganalisis data berupa tabel, sedangkan analisis deskriptif kuantitatif diterapkan untuk menganalisis data hasil pengujian dalam bentuk deskriptif kualitatif berupa pengamatan, video dan gambar. Data kemudian diubah ke dalam bentuk kuantitatif lalu dianalisis

menggunakan *software ImageJ* dan hasil data warna api dengan menggunakan rumus persentase yang dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Warna api: } \frac{x}{y} \times 100 =$$

Keterangan:

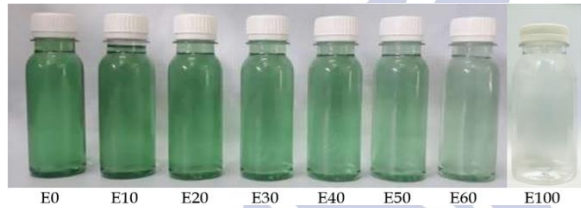
x: warna api,

y: total keseluruhan api

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pencampuran Bahan Bakar

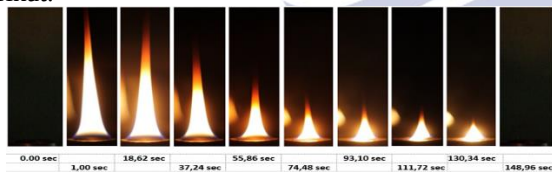
Pencampuran bahan bakar menggunakan alat *magnetic stirrer*. Pertama, masukan bahan bakar (*bioethanol* dan *pertalite*) ke dalam gelas ukur dengan variasi presentase sesuai rancangan penelitian. Campurkan kedua campuran ke dalam *magnetic stirrer* untuk proses *blending* dengan cara diputar. Setelah tercampur sempurna, masukkan ke dalam botol sesuai kode rancangan penelitian seperti pada gambar di bawah ini:



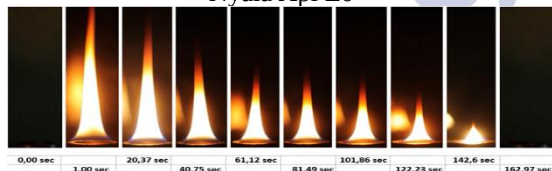
Gambar 4. Bahan Bakar Pertalite (E0), Biopertalite (E10, E20, E30, E50, E60) dan Bioethanol (E100).

Hasil Visual Nyala Api

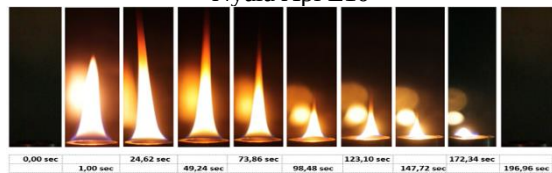
Pengujian karakteristik nyala api menggunakan 5 variabel pengujian yaitu: temperatur (bawah, tengah, atas dan rata-rata °C), waktu pembakaran (*second*), luas nyala api (mm), warna api (%) dan tren nyala api (tinggi). Di bawah ini yakni hasil visual pengujian karakteristik nyala api sebagai berikut:



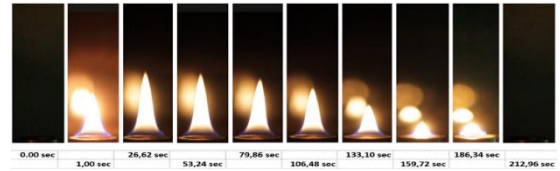
Nyala Api E0



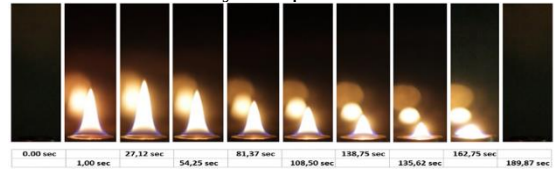
Nyala Api E10



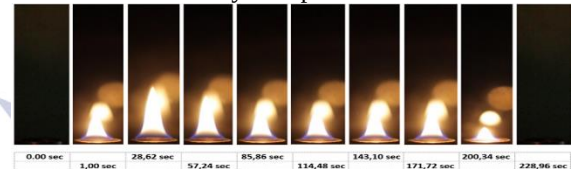
Nyala Api E20



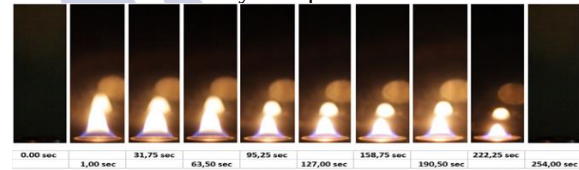
Nyala Api E30



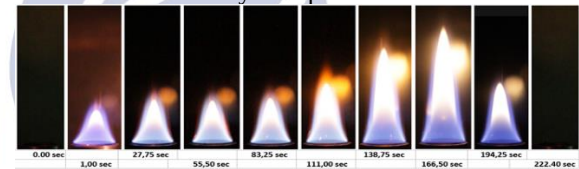
Nyala Api E40



Nyala Api E50



Nyala Api E60



Nyala Api E100

Gambar 5. Nyala Api Bahan Bakar Pertalite (E0), Biopertalite (E10, E20, E30, E50, E60) dan Bioethanol (E100).

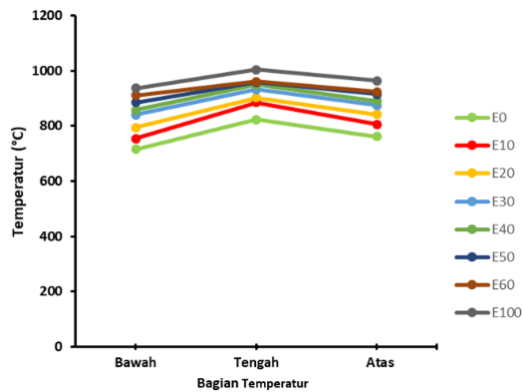
Temperatur Nyala Api

Pengujian sebanyak tiga kali pada masing-masing setiap bagian bawah, tengah dan atas. Setelah didapatkan data dimasukan ke dalam tabel kemudian setiap bagian nilainya dirata-ratakan.

- Hasil Temperatur Bawah, Tengah dan Atas

Tabel 3. Temperatur Bawah, Tengah dan Atas

Variasi Biopertalite	Temperatur Bawah (°C)			Temperatur Tengah (°C)			Temperatur Atas (°C)			Rata-rata Temperatur Nyala Api (°C)		
	Pengujian			Pengujian			Pengujian			bawah	Tengah	Atas
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
E0	725	733	687	824	836	811	765	771	748	715,0	823,6	761,3
E10	782	771	711	893	886	874	821	813	784	754,6	884,3	806,0
E20	811	796	775	909	903	892	848	842	835	794,0	901,3	841,6
E30	833	842	848	921	936	941	868	872	885	841,0	932,6	875
E40	851	857	863	945	948	956	885	891	895	857,0	949,6	890,3
E50	878	871	905	957	945	971	905	925	916	884,6	957,6	915,3
E60	908	914	911	969	988	925	937	930	902	911,0	960,6	923,0
E100	944	928	936	1011	994	1007	970	956	964	936,0	1004,0	963,3



Gambar 6. Temperatur Bawah, Tengah dan Atas

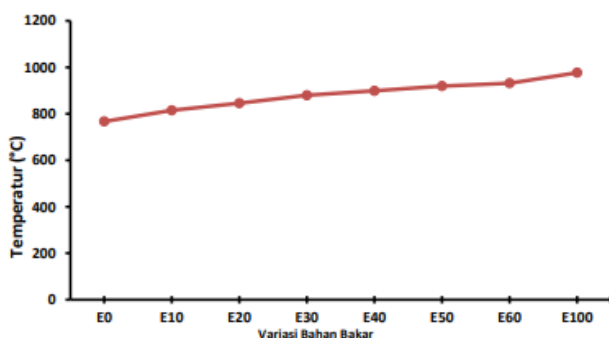
Gambar 6 menunjukkan nilai temperatur bagian bawah, tengah dan atas tertinggi pada campuran E100 dengan besaran suhu bawah 936°C, tengah 1004°C, atas 936,3°C, sedangkan nilai temperatur bagian bawah, tengah dan atas terendah pada campuran E0 dengan besaran suhu bawah 715 °C, tengah 823,6 °C, atas 761,3 °C.

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa pada posisi termokopel bagian tengah dihasilkan temperatur nyala api tertinggi pada setiap campuran bahan bakar, namun pada bagian bawah dan atas memiliki temperatur yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh penguapan panas laten dan warna api putih yang dihasilkan, sehingga titik pusat temperatur nyala api pada bagian tengah.

- Temperatur Rata-Rata

Tabel 4. Data Rata-Rata Temperatur Nyala Api

Variasi Biopertalite	Rata-Rata Temperatur Nyala Api (°C)			Rata-Rata Keseluruhan Temperatur Nyala Api (°C)
	Bawah	Tengah	Atas	
E0	715,00	823,60	761,30	766,63
E10	754,60	884,30	806,00	814,96
E20	794,00	901,30	841,60	845,63
E30	841,00	932,60	875,00	879,86
E40	857,00	949,60	890,30	898,96
E50	884,60	957,60	915,30	919,16
E60	911,00	960,60	923,00	931,53
E100	936,00	1004,00	963,00	976,66



Gambar 7. Grafik Rata-Rata Temperatur Nyala Api

Pada gambar 7, rata-rata temperatur api tertinggi dihasilkan oleh campuran E100 dengan rata-rata

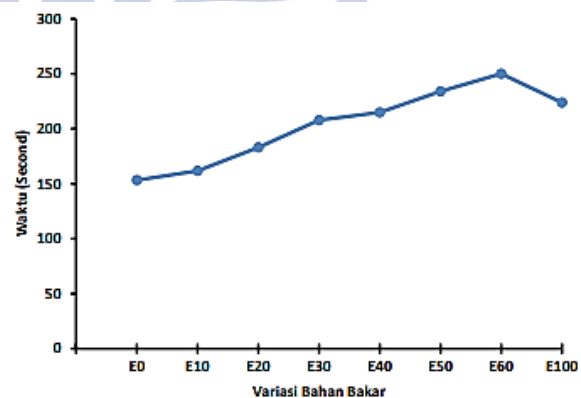
temperatur sebesar 967,76 °C, sedangkan pada campuran E0 yakni rata-rata temperatur paling rendah yang dihasilkan yaitu 766,43 °C. Hal ini berkaitan juga dengan warna api yang dihasilkan dari nyala api bahan bakar, semakin tinggi campuran *bioethanol* terhadap pertalite semakin tinggi juga temperatur yang dihasilkan. Ini menunjukkan bahwa temperatur nyala api berwarna biru lebih tinggi dibandingkan dengan nyala api berwarna merah.

Lama Waktu Pembakaran

Pengujian waktu pembakaran (*second*) ini dilakukan dengan melakukan pengamatan eksperimen uji nyala api. Perhitungan waktu pembakaran menggunakan *stopwatch* dengan pengujian dilakukan sebanyak tiga kali.

Tabel 5. Data Waktu Pembakaran

Variasi Biopertalite	Pengujian Waktu Pembakaran (<i>second</i>)			Rata-Rata Waktu Pembakaran (<i>second</i>)
	1	2	3	
E0	148,92	153,11	157,67	153,23
E10	161,09	155,57	168,25	161,63
E20	185,1	166,8	197,46	183,12
E30	201,65	213,32	208,52	207,8
E40	217,93	211,49	215,21	214,87
E50	228,96	235,72	237,33	234
E60	242,69	254,55	253,11	250,11
E100	217,72	231,75	222,18	223,88



Gambar 8. Grafik Waktu Pembakaran

Berdasarkan gambar 8, menunjukkan bahwa bahan bakar campuran E60 hasil durasi pembakaran yang lebih lama dengan rata-rata waktu 250,11 *second* dan durasi pembakaran paling cepat pada campuran E0 dengan hasil 153,23 *second*. Hal ini dipengaruhi oleh semakin banyak campuran *bioethanol* yang memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi dibandingkan pertalite. Namun pada bahan bakar E100 menunjukkan penurunan durasi pembakaran dengan rata-rata waktu 223,88 *second*, yang dikarenakan penguapan panas laten yang dihasilkan pembakaran bahan bakar *bioethanol* nirasiwalan E100 yang masih terdiri atas banyaknya H₂O dibandingkan bahan bakar campuran, sehingga bahan bakar mengalami peningkatan oksidasi

Lamanya waktu pembakaran juga dipengaruhi oleh nilai *flashpoint* pada bahan bakar itu sendiri, seperti yang dipaparkan pada tabel 2, semakin bertambahnya campuran

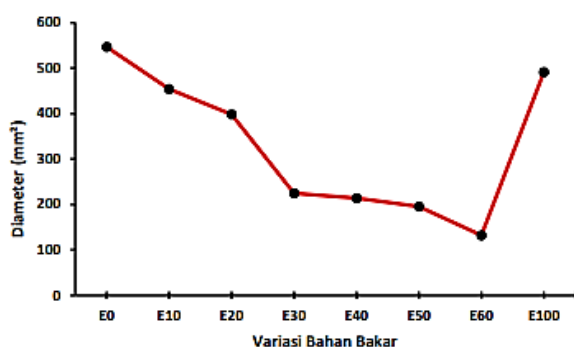
bioethanol semakin meningkat nilainya. *Flash point* sendiri yakni suhu paling rendah yakni bahan bakar yang menimbulkan residu uap dan adanya campuran dengan udara hasil pembakaran. Maka, dapat ditarik kesimpulan bahwa naiknya nilai *flash point* suatu bahan bakar, waktu penyalaan bahan bakar tersebut makin panjang durasi disebabkan lambatnya penguapan (*volatility*) (Arwin, dkk, 2020)

Luas Api Nyala Api

Hasil pengujian luas api didapat dengan mengubah data deskriptif kualitatif berupa gambar, menjadi data deskriptif kuantitatif dengan menggunakan aplikasi pengolahan gambar *ImageJ*.

Tabel 6. Data Pengujian Luas Api

Variasi Biopertalite	Pengujian Luas Api (mm ²)			Rata-Rata Luas Api (mm ²)
	1	2	3	
E0	595,51	544,00	552,72	564,67
E10	426,31	466,27	469,53	454,03
E20	425,00	443,86	325,80	398,22
E30	236,80	204,00	232,28	224,36
E40	221,26	203,87	216,10	213,74
E50	183,23	210,77	191,96	195,32
E60	147,60	124,00	124,40	132,00
E100	558,50	447,84	467,00	491,11



Gambar 9. Grafik Pengujian Luas Api

Pada gambar 9, menunjukkan grafik rata-rata luas nyala api, didapatkan pada campuran E0 memiliki luas nyala api paling luas 564,67 mm², sedangkan pada campuran E60 yakni luas terkecil sebesar 132 mm². Disimpulkan bahwa semakin meningkat kandungan *bioethanol* pada bahan bakar biopertalite dapat memperkecil luas nyala api.

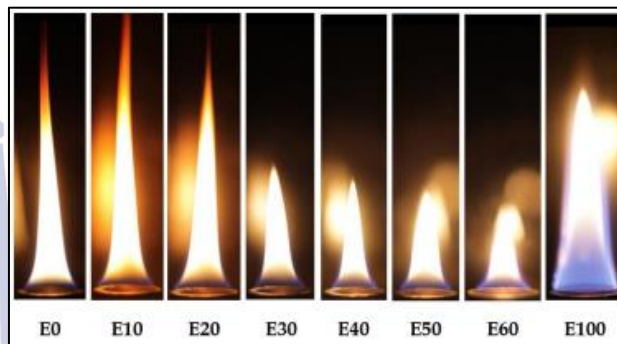
Hal ini dikarenakan oleh kandungan viskositas dan densitas pada bahan bakar yang semakin meningkat, seiring bertambahnya kandungan *bioethanol*. Kandungan viskositas dan densitas yang tinggi menyebabkan bahan bakar sukar terurai saat pembakaran, sehingga nyala api yang tidak maksimal dan berpengaruh pada besarnya luas (Prasetyo dan Djoko, 2022).

Namun, bahan bakar *bioethanol* E100 didapatkan luasnya yang kembali meningkat. Karena terdapat pengaruh dari penguapan panas laten, campuran E100 masih memiliki lebih banyak kandungan H₂O. pada *bioethanol*. Persentase campuran bahan bakar *bioethanol*

mempengaruhi bentuk nyala api yang lebih lebar dibandingkan dengan tingginya. Lebar nya nyala api dikarenakan kandungan oksidator yang tersalurkan, dimana api makin melebar disebabkan oksidator yang berlebih. Api akan terus membakar bahan hingga tak tersisa dalam proses pembakaran (Farizkaraja, 2014).

Karakteristik Warna Api

Pengujian warna api dilakukan dengan mengambil foto/gambar pada setiap objek, gambar yang akan dianalisis yakni gambar nyala api paling baik pada setiap variasi.

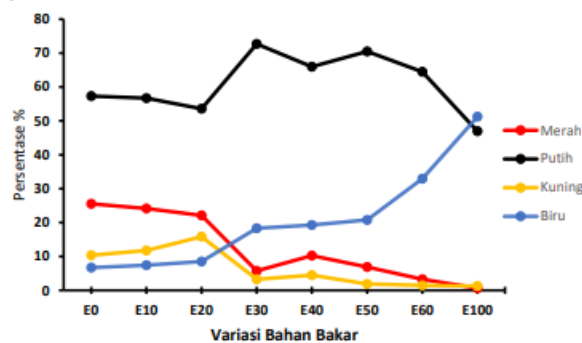


Gambar 10. Gambaran Karakteristik Warna Api

Selanjutnya hasil gambar tersebut akan dianalisis pada aplikasi *ImageJ* menjadi persentase. Hasil pengujian warna api sebagai berikut:

Tabel 7. Data Pengujian Warna Api

Variasi Biopertalite	Pengujian Warna Api (%)			
	Merah	Putih	Kuning	Biru
E0	25,52	57,33	10,36	6,79
E10	24,17	56,71	11,72	7,40
E20	22,11	53,60	15,82	8,47
E30	5,74	72,70	3,26	18,30
E40	10,27	66	4,45	19,28
E50	6,88	70,48	1,88	20,76
E60	3,25	64,49	1,46	32,80
E100	0,62	46,94	1,28	51,16



Gambar 11. Grafik Warna Api

Berdasarkan gambar 11 disimpulkan hasil empat warna api dominan yaitu warna merah, putih, kuning dan biru. Dengan persentase nyala api warna merah tertinggi pada E0 sebesar 25,52%, nyala api putih tertinggi pada E30 sebesar 72,70%, nyala api warna kuning tertinggi pada

E20 dengan nilai 15,82%, dan warna biru tertinggi pada E100 dengan nilai 51,2%. Dari keempat warna tersebut didapatkan pada bahan bakar yang memiliki campuran *bioethanol* yang lebih rendah cenderung memiliki persentase penyalaan warna api merah dan kuning yang lebih tinggi. Sedangkan semakin meningkatnya kandungan campuran *bioethanol*, persentase nyala api warna biru semakin meningkat.

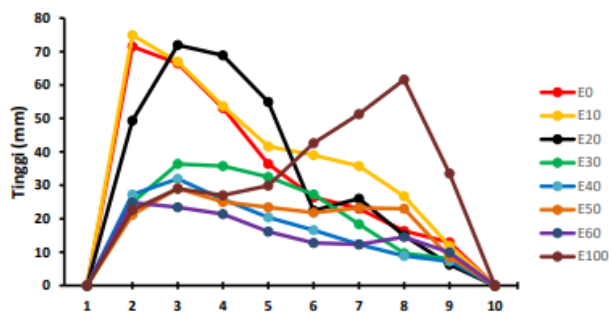
Warna api menggambarkan partisi yang terbakar pada bahan bakar. Pembakaran akan menghasilkan api apabila terdapat bahan, oksigen serta energi (Nedved dan Soemanto, 1991). pada nyala api bahan bakar E0, E10 dan E20 didominasi oleh warna api merah dan kuning. Namun semakin ditambahkannya campuran *bioethanol* warna api merah dan kuning cenderung berkurang. *Bioethanol* yakni salah satu bahan bakar yang memiliki kandungan oksigen yang cukup banyak dan dihasilkan api dengan dominasi warna biru.

Karakteristik Tren Nyala Api

Pengujian ini yakni bentuk analisis karakteristik nyala api yang dilihat dari nilai ketinggian yang dihasilkan, dari mulai awal proses pembakaran difusi hingga nyala api berakhir mati yang diambil dalam bentuk video, lalu diubah menjadi beberapa bentuk potongan gambar. Gambar nyala api kemudian dianalisis dengan *ImageJ* dan dijelaskan secara deskriptif kuantitatif.

Tabel 8. Data Tren Nyala Api

Variasi biopertalite	Potongan Gambar Tren Penyalaan Api (mm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E0	0	71,52	66,46	53,13	36,36	26,46	23,00	16,36	12,93	0
E10	0	74,95	67,00	53,73	41,61	39,00	35,76	26,67	11,91	0
E20	0	49,33	71,94	68,9	54,94	22,42	26,00	14,95	6,26	0
E30	0	24,84	36,36	35,76	32,52	27,27	18,38	9,69	8,00	0
E40	0	27,28	31,92	25,85	20,40	16,57	12,32	8,88	7,27	0
E50	0	21,23	29,10	25,05	23,43	21,82	23,23	23,00	8,48	0
E60	0	24,85	23,40	21,42	16,16	12,75	12,33	14,54	9,9	0
E100	0	22,64	29,00	27,00	29,90	42,62	51,31	61,61	33,53	0



Gambar 12. Grafik Tren Nyala Api

Dari gambar 12 diketahui bahwa E10 menunjukkan tinggi api maksimal tertinggi diantara semua variasi bahan bakar sebesar 74,95 mm. Makin tinggi api maksimum paling rendah terjadi pada campuran E60 sebesar 24,85 mm. Semakin meningkat campuran *bioethanol* pada biopertalite menunjukkan penurunan pada tinggi api. Sedangkan bahan bakar campuran E30 yakni biopertalite

dengan campuran yang memiliki grafik tren nyala api paling baik.

Nyala api yang tinggi disebabkan kecepatan penguapan serta difusi bahan bakar, makin cepat laju menguap dan berdifusi ke udara dapat dipastikan nyala api akan tinggi (Arwin, dkk, 2020). Pada gambar grafik 12 menunjukkan campuran E0, dan E10 menghasilkan nyala api diawal yang tinggi. Hal ini berkaitan dengan karakteristik sifat fisika bahan bakar yaitu nilai *flash point*, dimana makin rendah skor *flash point* bahan bakar sehingga mudah pula bahan bakar terbakar dan begitu juga sebaliknya.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari pembakaran bahan bakar pertalite (E0), biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50 dan E60) dan *bioethanol* nira siwalan (E100) terhadap karakteristik nyala api yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh karakteristik sifat kimia dan fisika serta kandungan yang dimiliki bahan bakar itu sendiri. Analisis data dan pembahasan diambil kesimpulan yaitu:

- Dihasilkan nilai temperatur bagian bawah, tengah atas dan rata-rata tertinggi pada campuran E100 sedangkan nilai temperatur paling rendah pada campuran E0. Disimpulkan meningkatnya pertambahan campuran *bioethanol* akan meningkatkan temperatur.
- Menunjukan bahwa bahan bakar campuran E60 hasil durasi pembakaran yang lebih lama dengan rata-rata waktu 250,11 *second* dan durasi pembakaran paling cepat pada campuran E0 dengan hasil 153,23 *second*. Waktu pembakaran akan makin panjang durasi apabila campuran *bioethanol* pada biopertalite semakin meningkat.
- Luas rata-rata nyala api yang terbesar pada campuran E0 564,67 mm², dan luas paling rendah pada E60 132 mm². Luas nyala api akan semakin menurun bila semakin bertambahnya *bioethanol* nira siwalan pada campuran bahan bakar. Namun pada bahan bakar biopertalite E100 didapatkan luas yang kembali meningkat, yang dikarenakan masih terdapatnya kandungan H₂O.
- Warna nyala api yang dihasilkan terdapat tiga warna dominan yaitu warna merah, kuning dan biru. Dengan persentase nyala api warna merah tertinggi pada E0 sebesar 25,52%, nyala api putih tertinggi pada E30 sebesar 72,70%, nyala api warna kuning tertinggi pada E20 dengan nilai 15,82%, dan warna biru tertinggi pada E100 dengan nilai 51,2%. Disimpulkan semakin bertambah *bioethanol* akan meningkat warna biru dan menurunkan warna merah dan kuning pada api.
- Karakteristik tren nyala api dihitung dari tinggi nyala api mulai dari awal penyalaan hingga api mati. Menunjukan campuran E0, dan E10 menghasilkan nyala api diawal yang tinggi, berkaitan dengan nilai *flash point* yang dimiliki. Pada campuran E100 puncak tinggi nyala api maksimum terjadi pada saat sudah mendekati akhir pembakaran. Sedangkan bahan bakar campuran E30 yakni biopertalite dengan campuran paling baik

menghasilkan grafik yang tidak mengalami fluktuasi, grafik cenderung lebih stabil.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat saran yang bisa digunakan penelitian lanjutan yaitu:

- Disarankan pada penelitian karakteristik nyala api lanjutan berikutnya, untuk menggunakan *background* yang lebih gelap pada pengujian api agar hasil gambar yang diambil tidak memantulkan bayangan api.
- Disarankan hasil penelitian ini menjadi referensi untuk penelitian pembakaran dalam.
- Disarankan pada eksperimen pengujian nyala api menggunakan kamera dengan penangkapan gambar berkecepatan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Azhar Hanif Fadholi, Muhaji. 2019. "Uji Karakteristik Nyala Api Dari Bioetanol Kulit Durian (*Durio Zibethinus*)". Jurnal Pendidikan Teknik Mesin. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya
- Farizkaraja M., Sasongko, M. N., dan Wijayanti W. 2014. Pengaruh Konsentrasi CO₂ terhadap Karakteristik Api Pembakaran Difusi CH₄ + CO₂ pada Counter Flow Burner. Malang. Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
- Henryansyah, Alrafly Rizky Putra dan Muhaji. 2023. "Produksi Dan Uji Kualitas Bioetanol Dari Nira Siwalan (*Borassus Flabellifera* Linn) Dengan Adsorben Batuan Zeolit". Jurnal Teknik Mesin. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya.
- Jusnita, Indra Hasan. 2016. "Penggunaan Bahan Bakar Gas Terhadap Sistem Bahan Bakar Injeksi Dan Menggunakan Selenoid Valve 12 Volt Sebagai Pengaman Untuk Konversi Energi Alternatif Pada Sepeda Motor Yang Aman untuk lingkungan". Jurnal Photon Vol. 7 No.1. Riau. Universitas Muhammadiyah Riau.
- Khasanah, Dhahtul Ira. 2020. "Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Batu Kapur Sebagai Adsorben Pada Proses Distilasi Terhadap Presentase Bioetanol Dari Umbi Ganyong (*Canna Edulis* Kerr)". JTM Vol. 08 No. 02. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya.
- Hermawan, Risky. 2019. Analisis prestasi mesin dan produksi emisi gas buang generator rumah tangga dengan bahan bakar pertalite dan bio pertalite / Risky Hermawan. Malang. Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Negeri Malang.
- Madhuka Roy, Krishnendu Kundu, V.R. Dahake, 2015. "Bioethanol Production From Indigenous Algae". International Journal Of Environment. India. CSIR-Central Mechanical Engineering Research Institute.
- Nedved, M. dan I. Soemanto. 1991. Dasar-Dasar Keselamatan Kerja Bidang Kimia dan Pengendalian Bahaya Besar. Halaman 179-185. Jakarta.
- Nugroho, Almira, Fajar Restuhadi dan Evy Rossi. 2016. "Pembuatan Gel Etanol Dengan Menggunakan Bahan Pengental Carboxymethylcellulose (CMC)". Jom Faperta Vol 3 No 1. Riau. Universitas Riau.
- Prasetyo, Dani Hari Tunggal dan Djoko Wahyudi. 2022. "Pengaruh rasio ekuivalen dan komposisi bahan bakar terhadap karakteristik api dengan menggunakan bahan bakar biodiesel kesambi ". TURBO Vol. 11 No. 2. Lampung.
- Putra, Mahatma Putra. 2015. Experimental Study Of Burner Type Partially Premixed With Syngas Fuel On Biomass Wood Powder With Variation Of Mixed Chamber Dimensions. <https://repository.its.ac.id>. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sabitah, A'yan., Moh. Sulhan, Ricky Indriyanto, Akhmad Syarif. 2020. "Pengaruh Suplai Udara Terhadap Karakteristik Bentuk Dan Temperatur Nyala Api Dari Uap Premium". INFO TEKNIK Volume 21 No. 1. Banjarbaru. Universitas Lambung Mangkurat.
- Sudiyani, Yanni., Syahrul Aiman, dan Dieni Mansur. 2019. Perkembangan Bioetanol G2. Jakarta. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Suryanto, Tito Adi dan Muhaji. 2023. "Studi Eksperimen Pengaruh Campuran Pertalite Dengan Bioetanol Nira Siwalan (*Borassus Flabellifera* Linn) Terhadap Unjuk Kerja Mesin Yamaha Aerox 2019". JTM. Volume 11 Nomor 02. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya.