

Karakteristik Pembakaran Premixed Campuran Bioetanol Dan Premium (Gasoline)

Defmit B. N. Riwu^{1*}, Adi Y. Tobe¹, Dominggus G. H. Adoe¹, Jack C. A. Pah¹, Metrisno C. K. Baria¹

¹) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001

*Corresponding author: riwu_defmit@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Salah satu energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan adalah bioetanol. Etanol yang dihasilkan dari nira lontar dapat menjadi bahan pencampur bahan bakar minyak (BBM) menjadi gasohol (*energy mixed*) yang menandakan dimulainya era bahan bakar hijau (*green fuels*). Penelitian ini dilakukan dengan membakar campuran Bioetanol (105 ml, 120 ml, 135 ml, 143 ml) dan Premium (45 ml, 30 ml, 15 ml, 7 ml) untuk mengetahui pengaruh penambahan Premium ke dalam bioetanol terhadap temperatur dan warna nyala api. Proses pembakaran dilakukan secara *Premixed* dimana campuran bioetanol dan Premium dipanaskan hingga menghasilkan uap dan uap tersebut diberikan percikan api untuk memulai pembakaran campuran tersebut. Setelah uap tersebut terbakar dan menghasilkan api selanjutnya mengatur debit udara sampai api mengalami *blow off*. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pembakaran *premixed* dari campuran bioetanol dan Premium, semakin besar komposisi bioetanol dalam campuran bahan bakar pada proses pembakaran, maka terlihat nyala api yang semakin biru pada nilai *equivalence ratio* yang semakin kecil. Selain itu temperatur yang dihasilkan pada titik 1 lebih tinggi daripada titik 2 ini menunjukkan bahwa titik 1 merupakan zona pembakaran akhir yang dimana bahan bakar telah terbakar habis.

ABSTRACT

Bioethanol is one of the renewable energies that can be used as fuel. Ethanol produced from palm sap can be used to mix fuel oil (BBM) into gasohol (energy mixed) which marks green fuels era begin. This research was conducted by burning a mixture of Bioethanol (105 ml, 120 ml, 135 ml, 143 ml) and Premium (45 ml, 30 ml, 15 ml, 7 ml), to determine the effect of adding Premium into bioethanol on temperature and flame color. The combustion process is carried out by premixed, in which a mixture of bioethanol and premium is heated to produce steam. This steam will be given a spark to produce combustion of the mixture. After the steam burns and produces a fire, then the air flow rate is regulated until the fire is blow-off. The results of the study indicate that, if the composition of bioethanol in the fuel is increasing, the flame looks bluer and the equivalence ratio value becomes smaller. In addition, the temperature reached at point 1 is higher than point 2. This indicates that point 1 is the final combustion zone, which is where the fuel has been burned completely.

Keywords: *Premixed Combustion, Bioethanol and Premium, Temperature, Flame Color, Equivalence Ratio*

PENDAHULUAN

Sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk maka, permintaan terhadap kebutuhan energi nasional pun semakin meningkat. Kebanyakan energi yang dibutuhkan semuanya bersumber dari energi fosil. Sementara, ketersediaan sumber energi ini semakin hari semakin menipis.

Salah satu solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil ini

adalah dengan memanfaatkan energi terbarukan. Energi terbarukan itu sendiri merupakan energi yang berasal dari proses alam yang berkelanjutan seperti angin, air, matahari, proses biologi dan panas bumi. Sifatnya yang ramah lingkungan, diperoleh secara gratis dan pasokan melimpah ini menjadi suatu alasan mendasar dalam mengembangkan energi terbarukan.

Salah satu energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan adalah bioetanol.

Bioetanol adalah alkohol yang diproduksi dari tumbuh-tumbuhan dengan menggunakan mikroorganisme melalui proses fermentasi. Ada tiga kelompok penghasil bioetanol yaitu nira bergula, pati dan bahan serat alias lignoselulosa. Semua bahan baku bioetanol itu mudah didapatkan dan dikembangkan di Indonesia yang memiliki lahan luas dan subur.

Pemanfaatan bioetanol dari berbagai kelompok penghasil etanol menjadi suatu inovasi yang terus dikaji. Salah satu bahan penghasil etanol yang memiliki potensi di NTT adalah *sopi*. *Sopi* merupakan hasil sadapan dari pohon lontar (*Borrassus flabellifer*) yang banyak tumbuh di daerah beriklim kering seperti di Nusa Tenggara (lebih tepatnya di NTT). Masyarakat NTT mengolah nira lontar ini menjadi minuman beralkohol (*sopi*) sebagai suatu simbol pemersatu satu sama lain.

Etanol yang dihasilkan dari nira lontar dapat menjadi bahan pencampur bahan bakar minyak (BBM) menjadi gasohol (*energy mixed*) yang menandakan dimulainya era bahan bakar hijau (*green fuels*). Pemanfaatan gasohol mampu menurunkan emisi CO₂ sehingga diharapkan dapat menciptakan lingkungan yang bersih. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang temperatur dan warna nyala api pengaruh penambahan bioetanol terhadap Premium (*gasoline*) dengan tujuan bagaimana kita mengetahui karakteristik pembakaran tersebut.

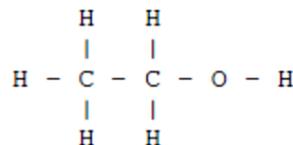
Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Kebanyakan bahan bakar yang digunakan oleh manusia melalui proses pembakaran (reaksi redoks) di mana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Penggunaan bahan bakar dibagi menjadi dua yaitu bahan bakar primer dan sekunder.

Bahan bakar primer adalah bahan bakar yang dapat bisa langsung digunakan contohnya kayu dan gas alam, sedangkan bahan bakar sekunder adalah bahan bakar yang diolah terlebih dahulu dari bahan bakar primer menjadi bahan bahan bakar sekunder yang bisa digunakan contohnya Premium, solar dan minyak tanah. Adapun bahan bakar

yang dapat di perbaharui dan tidak dapat diperbaharui seperti batu bara yang tergolong bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, sedangkan minyak bahan bakar yang tergolong dapat diperbaharui (Defmit Riwu, 2016)

Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan dari fermentasi glukosa yang dilanjutkan dengan proses glukosa. Etanol merupakan kependekan dari etil alkohol (C₂H₅OH); sering pula disebut grain alkohol atau alcohol. Wujud dari etanol berupa cairan yang tidak berwarna, mudah menguap dan mempunyai bau yang khas. Berat jenisnya adalah sebesar 0,7939 g/mL, dan titik didihnya 78,32 °C pada tekanan 766 mmHg.

Sifat lainnya adalah larut dalam air dan eter, serta mempunyai panas pembakaran 7093,72 kkal. Etanol digunakan dalam beragam industri seperti sake atau gin, bahan baku fermentasi dan kosmetik, dan campuran bahan bakar kendaraan, peningkat oktan, dan premium alkohol (Prasetyo *et al*, 2018).



Gambar 1. Struktur Kimia Etanol (C₂H₅OH).

Penggunaan etanol sebagai bahan bakar bernilai oktan tinggi atau aditif peningkat bilangan oktan pada bahan bakar sebenarnya sudah dilakukan sejak abad 19. Mula-mula etanol digunakan untuk bahan bakar lampu pada masa sebelum perang saudara di Amerika Serikat.

Kemudian pada tahun 1860, Nikolaus Otto menggunakan bahan bakar etanol dalam mengembangkan mesin kendaraan dengan siklus Otto. Mobil model T karya Henry Ford yang diluncurkan pada tahun 1908 dirancang untuk menggunakan bahan bakar etanol atau *gasoline*. Namun karena harganya yang sangat tinggi, etanol kalah bersaing dengan bahan bakar yang terbuat dari minyak bumi.

Pembakaran adalah suatu runutan reaksi kimia yang terjadi antara bahan bakar dan udara (oksidasi) yang menghasilkan energi dalam bentuk panas dan cahaya. Pembakaran

dianggap sebagai salah satu reaksi kimia pertama yang sengaja dikendalikan oleh manusia. Bahan bakar (*fuel*) merupakan unsur/zat yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan secara umum yang mengandung unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S). Sementara oksidator adalah segala unsur/zat yang mengandung oksigen (misalnya udara) yang akan bereaksi dengan bahan bakar (*fuel*).

Reaksi pembakaran adalah reaksi kimia yang sering disebut sebagai pembakaran dan kesetimbangan massa dimana rasio bahan bakar dan oksidator sangat penting dalam sebuah reaksi pembakaran. Kesetimbangan massa disebut juga AFR (*Air-Fuel Ratio*) yang memiliki hasil reaksi pembakaran paling sempurna saat terjadinya pembakaran stoikiometri. Reaksi pembakaran tidak akan sempurna apabila terjadi pembakaran kaya atau pembakaran miskin karena campuran bahan bakar dan udara tidak seimbang.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada suatu proses pembakaran antara lain bahan bakar, kalor, udara (oksigen), dan reaksi kimia. Adapun pencampuran bahan bakar juga sangat penting saat melakukan proses pembakaran tersebut yang mempengaruhi hasil keluaran (produk) proses pembakaran.

Rasio udara – bahan bakar (AFR) adalah rasio massa udara terhadap bahan bakar padat, cair, atau gas yang ada dalam proses pembakaran dan juga merupakan sebuah parameter dari pembakaran yang dapat dinyatakan pada perbandingan mol udara terhadap mol bahan bakar. Rasio udara – bahan bakar (*Air - Fuel Ratio*) dapat dilihat pada persamaan berikut, dimana N adalah jumlah mol sedangkan M adalah massa molekul:

$$(AFR) = \left(\frac{M_{udara}}{M_{bahan\ bakar}} \right) \quad (1)$$

$$(AFR) = \left(\frac{N_{udara}}{N_{bahan\ bakar}} \right) \quad (2)$$

Metode ini termasuk juga metode yang umum digunakan. *Equivalence Ratio*

didefinisikan sebagai perbandingan antara rasio bahan bakar dan udara (AFR) aktual dengan rasio bahan bakar dan udara (AFR) stoikiometri.

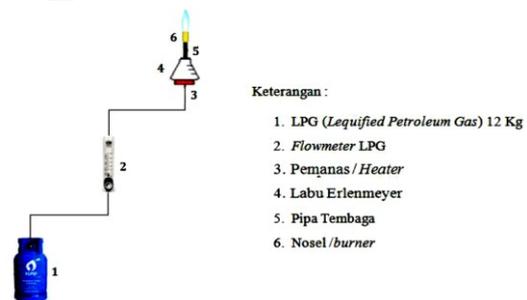
$$\phi = \left(\frac{(AFR)_{stoikiometri}}{(AFR)_{aktual}} \right) \quad (3)$$

Jika $\phi > 1$ maka terdapat kelebihan bahan bakar dan campurannya disebut sebagai campuran kaya bahan bakar (*fuel-rich mixture*). Jika $\phi < 1$ campurannya disebut sebagai campuran miskin bahan bakar (*fuellean mixture*). Jika $\phi = 1$ maka itu merupakan campuran stoikiometrik (pembakaran sempurna).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental nyata (*true experimental research*) untuk menguji temperatur dan warna nyala api dengan beberapa perubahan pada bahan bakar yang digunakan. Sehingga memperoleh data yang nyata dan detail sehingga dapat diolah menjadi data yang jelas untuk sebuah kesimpulan.

- Sebelum melakukan pra penelitian siapkan alat dan bahan, rangkai alat dan bahan tersebut seperti gambar di bawah ini



Gambar 2. Rangkaian alat pra penelitian.

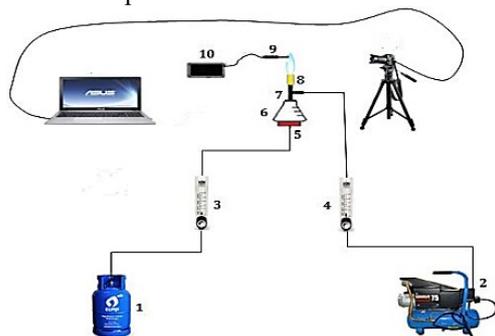
- Pastikan semua sambungan dalam rangkaian tidak mengalami kebocoran.
- Timbang ketel kosong dengan menggunakan timbangan digital, lalu catat massanya.

- Tuangkan campuran bioetanol dan premium murni ke dalam ketel kemudian timbang dan catat massanya
- Mengatur debit gas yang dipakai untuk memanaskan campuran bioetanol dan Premium murni, lalu gunakan pemantik untuk menyalakan pemanas.
- setelah itu catat massa dari campuran bioetanol dan Premium yang sudah menjadi uap.
- Catat waktu setiap penurunan volume dari campuran bioetanol dan Premium
- Untuk mendapatkan massa alir dari campuran bahan bakar tersebut maka, massa jenis dari campuran bioetanol dan Premium di kalikan dengan debit penguapan.

Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini prosedur yang dipakai untuk mendapatkan data adalah sebagai berikut :

- Sebelum melakukan penelitian ini kita perlu mempersiapkan alat dan bahan, setelah alat dan bahan tersedia kita mulai merangkai alat-alat tersebut menjadi sebuah rangkaian. Berikut ini gambar rangkaian yang nantinya akan dipakai dalam penelitian :



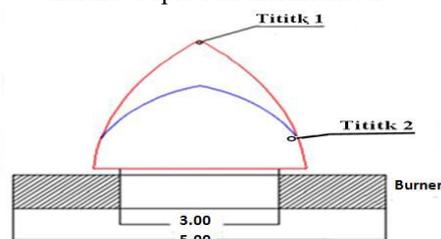
Gambar 3. Rangkaian alat penelitian.

Keterangan :

1. LPG (12 Kg)
2. Kompresor
3. Flowmeter LPG
4. Flowmeter Udara
5. Pemanas/ Heater
6. Labu Erlenmeyer
7. "T" connector

8. Nosel /burner
9. Thermocouple
10. Thermometer
11. Kamera
12. Komputer

- Pastikan semua sambungan yang ada pada rangkaian tidak mengalami kebocoran setelah terpasang.
- Setelah semuanya terpasang kita mulai mengukur massa bioetanol menggunakan timbangan digital.
- Setelah massa bioetanol diketahui, masukan kedalam labu Erlenmeyer dan tutup rapat dengan penutup yang telah disediakan. Agar tidak terjadi kebocoran, diberikan lem silikon diantara penutup dan tepi mulut labu erlenmeyer.
- Atur debit gas yang dibutuhkan untuk memanaskan campuran bahan bakar, lalu nyalakan pemanas menggunakan pemantik.
- Tunggulah selama beberapa menit sampai uap dari campuran bahan bakar terbentuk.
- Bakar ujung burner menggunakan pemantik untuk menyalakan api pada burner.
- Hidupkan kompresor udara.
- Buka katup udara pada flowmeter udara untuk mengatur debit udara yang dibutuhkan sesuai dengan variasi udara yang dibutuhkan.
- Mengatur kamera serta fokus kamera.
- Foto nyala api pada burner menggunakan kamera.
- Catat temperatur api dimana data titik temperatur nyala api diambil dan yang telah ditentukan dengan menggunakan thermocouple dan thermometer.



Gambar 4. Pengukuran temperatur nyala api.

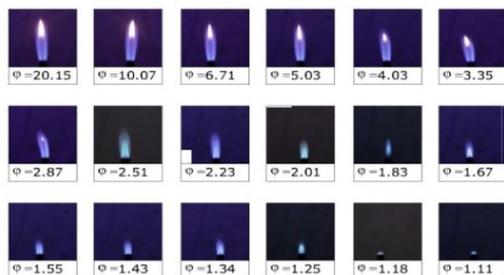
- Ulangi langkah 5-12 untuk memperoleh data yang dibutuhkan.

Hasil penelitian berupa data temperatur dan warna api, sebelum mengambil data temperatur dan warna api terlebih dahulu siapkan alat-alat seperti *thermocouple*, *thermometer*, kamera dan komputer. Selanjutnya rangkai *thermocouple* dan *thermometer* agar dapat digunakan untuk mengukur temperatur api.

Setelah api yang diinginkan sudah sesuai kemudian foto menggunakan kamera untuk mendapatkan gambar warna nyala api. Setelah di foto kemudian ukur temperatur api menggunakan *thermocouple* pada titik pengambilan temperatur nyala api kemudian ambil data yang terbaca pada *thermometer*. Selanjutnya data yang diperoleh dimasukkan dalam komputer. Ulangi pengambilan data sampai mendapatkan nilai yang diinginkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

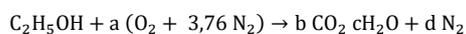
Pengambilan data dilakukan selama 4 kali pada pembakaran uap bioetanol dan Premium dengan berbagai variasi campuran yaitu, Bioetanol 105ml + Premium 45ml, Bioetanol 120ml + Premium 30ml, Bioetanol 135ml + Premium 15ml, Bioetanol 143ml + Premium 7ml. Maka data yang telah didapatkan berupa data temperatur dan warna nyala api.



Gambar 5. warna nyala api

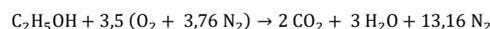
Perhitungan AFR stoikiometri campuran Bioetanol dan Premium

Reaksi pembakaran stoikiometri Bioetanol :



$$\begin{aligned} \text{Atom C} \rightarrow b &= 2 \\ \text{Atom H} \rightarrow c &= \frac{6}{2} = 3 \\ \text{Atom O} \rightarrow a &= \frac{2b+c}{2} = \frac{4+3}{2} = 3,5 \\ \text{Atom N} \rightarrow d &= a \times 3,76 = 13,16 \end{aligned}$$

Persamaan Stoikiometri:



Massa Udara

$$\begin{aligned} 3,5 \times (O_2 + 3,76 N_2) &= 3,5 \times ((2 \times 16) + (3,76 \times (2 \times 14))) \\ &= 3,5 \times (32 + 105,28) \\ &= 480,48 \end{aligned}$$

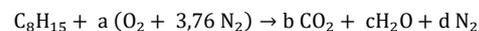
Massa Bahan Bakar

$$\begin{aligned} \rightarrow C_2H_5OH &= (2 \times 12) + (5 \times 1) + (16) + (1) \\ &= 46 \end{aligned}$$

AFR Stoikiometri Bioetanol =

$$\frac{M_{\text{udara}}}{M_{\text{Bahan Bakar}}} = \frac{480,48}{46} = 10,44$$

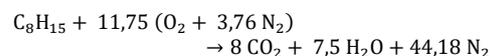
Reaksi pembakaran stoikiometri Premium:



dimana:

$$\begin{aligned} \text{Atom C} \rightarrow b &= 8 \\ \text{Atom H} \rightarrow c &= \frac{15}{2} = 7,5 \\ \text{Atom O} \rightarrow a &= \frac{2b+c}{2} = \frac{16+7,5}{2} = 11,75 \\ \text{Atom N} \rightarrow d &= a \times 3,76 = 44,18 \end{aligned}$$

Persamaan Stoikiometri :



$$\begin{aligned} \text{Massa Udara} \rightarrow &11,75 (O_2 + 3,76 N_2) \\ &= 11,75 ((2 \times 16) + (3,76 (2 \times 14))) \\ &= 11,75 \times (32 + 105,28) \\ &= 1613,04 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Bahan Bakar} \rightarrow &C_8H_{15} \\ &= (8 \times 12) + (15 \times 1) \\ &= 96 + 15 \\ &= 111 \end{aligned}$$

AFR Stoikiometri Premium

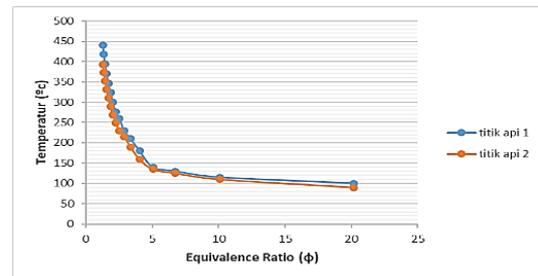
$$= \frac{M_{\text{udara}}}{M_{\text{Bahan Bakar}}} = \frac{1613,04}{111} = 14,33$$

Tabel 1. Massa alir uap campuran Bioetanol dan Premium

Campuran Bioetanol dan Premium (ml)	Massa Alir Uap Campuran Bioetanol dan Premium
105 ml + 45 ml	0,1494
120 ml + 30 ml	0,0830
135 ml + 15 ml	0,0664
143 ml + 7 ml	0,0913

Tabel 2. Presentase campuran Bioetanol + Premium dan AFR stoikiometri campuran

Campuran Bioetanol dan Premium (ml)	Massa Alir Udara Stoikiometri Campuran	Bahan Bakar Massa	AFR Stoik Campuran
105 + 45	1,2094	0,1494	8,0950
120 + 30	1,1529	0,0830	13,8903
135 + 15	1,0963	0,0664	16,5105
143 + 7	1,0661	0,0913	11,6768

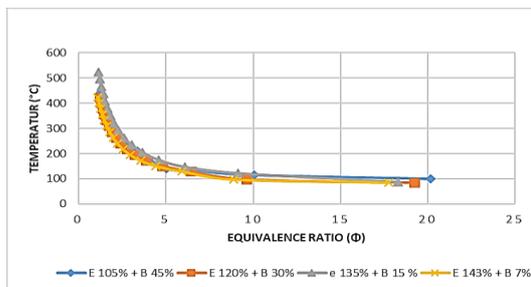


Gambar 8. Hubungan *Equivalence Ratio* dengan temperatur pada campuran Bioetanol 105ml + Premium 45ml.

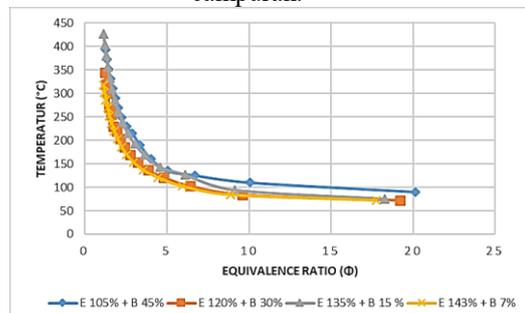
KESIMPULAN

Dari hasil penelitian karakteristik bahan bakar dari campuran Bioetanol dan Premium dapat diambil kesimpulan bahwa semakin banyak premium terhadap campuran Bioetanol maka mengakibatkan semakin besarnya *equivalence ratio* sehingga menghasilkan nyala api yang semakin stabil. Hal ini dikarenakan presentase premium terhadap bioetanol yang semakin besar maka kalor yang dihasilkan semakin besar dan temperturnya pun semakin meningkat.

Dari titik 2 pengukuran temperatur api tersebut didapatkan bahwa pada bagian zona reaksi memiliki temperatur yang lebih rendah dari pada temperatur ujung api hal ini disebabkan pada zona reaksi temperatur produk yang lebih tinggi dari pada temperatur reaktan sehingga menimbulkan temperatur yang lebih rendah dari pada bagian ujung api, sedangkan pada ujung api merupakan daerah dimana bahan bakar terbakar seluruhnya sehingga temperatur menjadi lebih tinggi. Hal lain yang diketahui pada penelitian ini yakni presentasi dari berbagai campuran juga sangat berpengaruh pada temperatur api dimana semakin banyak bioetanol terhadap Premium maka panas yang dihasilkan akan semakin besar. Sehingga temperatur akan meningkat



Gambar 6. Grafik *Equivalence Ratio* dengan temperatur api pada titik 1 dengan berbagai campuran.



Gambar 7. Grafik *Equivalence Ratio* dengan temperatur api pada titik 2 dengan berbagai campuran.

DAFTAR PUSTAKA

Andre Dwiky Kurniawan, Semin, dan Tjoek Suprajitno Analisa Penggunaan Bahan

- Bakar Bioethanol [Journal] // JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 3, No.. - 2014. - p. 35.
- Azhar Hanif Fadholi, Muhaji Uji Karakteristik Nyala Api Dari Bioetanol Kulit [Journal] // JPTM. Volume 08 Nomor 03. - 2019. - pp. 73-80.
- Defmit B. N. Riwu dkk, Pengaruh Penambahan LPG (Liquified Petroleum Gas) pada Proses [Journal]. - 2016. - Vol. Vol. 03.
- Dominggus G. H. Adoe, Defmit Riwu, Rima Selan, Asrial, Yefta Mandala Analisis Pengaruh Campuran Bioetanol [Journal] // Jurnal Teknik Mesin. - 2019. - Vol. vol. 4. - p. 160.
- Galih Panji Arimba, Jasman, Hasanuddin, Syahrul Pemurnian Bioetanol Limbah Kulit Nanas Menggunakan Alat Distilasi Sederhana Model Kolom Refluks [Journal] // Jurnal Zarah, Vol. 7 No. 1. - 2019. - p. 26.
- Ika Kusuma Nugraheni, Robby Haryadi Pengujian Emisi Gas Buang Motor Premium Empat Tak Satu Silinder Menggunakan Campuran Bahan Bakar Premium Dengan Etanol [Journal] // Jurnal Elemen Volume 4 Nomor 1. - 2017. - p. 22.
- Imam Prasetyo, Sarjito, Marwan Effendy Analisa Performa Mesin dan Kadar EMISI Gas Buang [Journal] // Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. - 2018. - pp. 43-54.
- Moh. Arif Batutah Destilasi bertingkat bioetanol dari buah maja [Journal] // Jurnal IPTEK Vol.21 No.2. - 2017. - p. 16.
- Yolanda J. Lewerissa Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium Dan Etanol [Journal] // Jurnal Teknik Mesin. - 2017. - pp. 1 - 10