

# Pengaruh Penambahan Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet* Minyak Hasil Hidrolisis Minyak Kemiri Sunan

Aldy Grafista, Nurkholis Hamidi, Purnami

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. Mayjend Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail : aldygrafista@gmail.com

## Abstrak:

Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma (Blanco) Airy Shaw*), merupakan nama tanaman yang diberikan terhadap jenis tanaman kemiri racun yang dapat dijadikan menjadi salah satu sumber bahan bakar alternatif selain solar. Penggunaan minyak kemiri sunan dalam bentuk minyak kasar (*crude*) memiliki kekurangan karena viskositas minyak kemiri sunan yang tinggi dibandingkan solar. Selain itu kandungan gliserol pada minyak nabati dapat menurunkan kualitas pembakarannya karena dapat menghambat pompa injeksi pada mesin diesel karena gliserol dapat membentuk senyawa akrolein dan terpolimerisasi menjadi senyawa plastis yang agak padat. Oleh sebab itu agar minyak kemiri sunan dapat digunakan perlu dilakukan pemisahan gliserol dengan asam lemak bebas melalui proses hidrolisis.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian mengenai pengaruh penambahan etanol dan tekanan ruang bakar terhadap karakteristik pembakaran hidrolisis minyak kemiri sunan. Dimana variabel bebas yang digunakan yaitu prosentase etanol untuk campuran minyak kemiri sunan sebesar 0%, 10 %, 20%, 30%. Dan juga memvariasikan tekanan (dalam bentuk tekanan absolut) pada ruang bakar sebesar 1 atm, 3 atm, 5 atm. Untuk variabel terikat yang digunakan adalah temperatur pembakaran, visualisasi nyala api, ignition delay, burning rate. Sedangkan variabel terkontrol yang digunakan meliputi suhu ruang uji bakar antara 25°C – 30°C dan daya *heater* sebesar 220 watt. Hasil penelitian yaitu : Penambahan etanol pada pembakaran *droplet* hidrolisis minyak kemiri sunan akan meningkatkan nilai ignition delay, burning rate dan temperatur. Sedangkan untuk penambahan etanol terhadap dimensi api akan menurunkan nilai dari lebar api dan tinggi apinya. Penambahan variasi tekanan pada pembakaran *droplet* hidrolisis minyak kemiri sunan akan meningkatkan nilai ignition delay dan temperatur pembakaran hingga 3 atm, kemudian turun pada 5 atm. Sedangkan untuk burning rate, semakin tinggi tekanan maka akan meningkatkan nilainya. Untuk Dimensi api seiring penambahan tekanan maka akan menurunkan nilai lebar api dan tinggi apinya.

**Kata kunci:** *droplet*, hidrolisis, etanol, *microexplosion*, karakteristik pembakaran, kemiri sunan, tekanan ruang bakar.

## PENDAHULUAN

Dalam perkembangan zaman yang semakin modern, manusia dituntut untuk selalu mencukupi kebutuhannya. Tidak dapat dipungkiri bahwa semakin besar

semua kebutuhan manusia semakin besar pula energi yang dibutuhkan. Sebagai contoh penggunaan alat transportasi yang masih menggunakan bahan bakar dari minyak bumi. Minyak

bumi merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui. Sehingga pasokan minyak bumi dari tahun ketahun semakin menurun. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan menggunakan bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui.

Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat digunakan di Indonesia adalah Bahan Bakar Nabati (BBN). Bahan bakar jenis ini dihasilkan melalui tanaman hayati. Berdasarkan laporan International Energy Agency (IEA) diprediksi bahwa pada tahun 2050 BBN dapat menurunkan kebutuhan bahan bakar minyak bumi sebanyak 20- 40%<sup>[1]</sup>.

Salah satu BBN yang dapat digunakan adalah Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma (Blanco) Airy Shaw*), Kemiri Sunan merupakan nama tanaman yang diberikan terhadap jenis tanaman kemiri racun<sup>[2]</sup>, merupakan tumbuhan asli tropis<sup>[3]</sup>, menyebar di berbagai tempat di Indonesia. Biji yang terdapat di dalam buahnya mengandung minyak dengan rendemen sekitar 50%<sup>[4]</sup>.

Penggunaan minyak kemiri sunan dalam bentuk minyak kasar (*crude*) memiliki kekurangan karena viskositas minyak kemiri sunan yang tinggi dibandingkan solar. Viskositas yang tinggi ini dapat mengganggu dalam

proses injeksi bahan bakar karena tidak dapat menghasilkan pengkabutan dimana saat minyak kemiri sunan disemprotkan kedalam ruang bakar hasil injeksi tidak berbentuk kabut yang mudah menguap melainkan berupa butir-butiran kecil yang sulit terbakar. Pertimbangan lain yaitu dengan mengolah minyak kasar kemiri sunan dalam bentuk akil ester atau biodiesel. Kelebihan penggunaan minyak kemiri sunan dalam bentuk biodiesel yaitu karakteristiknya yang hampir mirip dengan bahan bakar konvensional (solar) sehingga dapat langsung digunakan dalam mesin diesel tanpa merubah atau memodifikasi mesin sebelumnya. Namun untuk mengolah minyak kasar kemiri sunan menjadi biodiesel membutuhkan waktu dan biaya yang sangat besar. Selain itu jika gagal dalam mengolah minyak kemiri sunan dalam bentuk biodiesel maka minyak akan berubah menjadi sabun. Oleh sebab itu alternatif lain dalam penggunaan minyak kemiri sunan yaitu memisahkan kandungan gliserol dan asam lemak dalam minyak atau melalui proses hidrolisis.

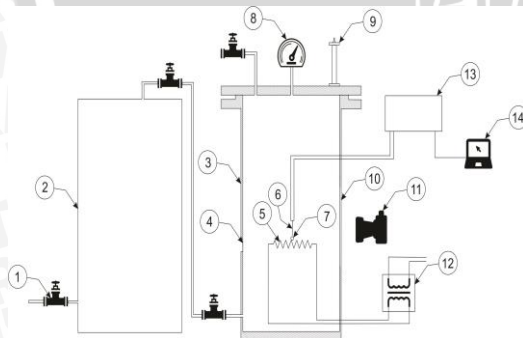
Dalam suatu penelitian, penambahan alkohol dalam bahan bakar dapat merubah karakteristik bahan bakar



tersebut. Etanol memiliki nomor setana yang tinggi serta viskositas dan titik didih yang rendah dibandingkan solar. Sehingga penambahan etanol pada bahan bakar dapat menurunkan viskositas dan titik didihnya. Hal tersebut dapat berpengaruh pada karakteristik pembakaran bahan bakar.

### METODE PENELITIAN

Minyak kemiri sunan yang digunakan untuk penelitian ini sudah melalui proses pemisahan gliserol atau yang biasa disebut hidrolisis. Sedangkan etanol yang digunakan memiliki kadar prosentase sebesar 96%. Skema penelitian yang digunakan pada penelitian ini seperti tampak pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Penelitian

Keterangan:

- |                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| 1. Air Cock                 | 8. Pressure Gauge   |
| 2. Kompresor                | 9. Safety Valve     |
| 3. Ruang uji bakar          | 10. Jendela pelihat |
| 4. Lubang pembuatan droplet | 11. Kamera          |
|                             | 12. Transformator   |

- |                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| 5. Heater / elemen pemanas | 13. Data Logger |
| 6. Thermocouple            | 14. Laptop      |
| 7. Droplet                 |                 |

Dimana variabel bebas yang digunakan yaitu prosentase etanol untuk campuran minyak kemiri sunan sebesar 0%, 10 %, 20%, 30%. Dan juga memvariasikan tekanan (dalam bentuk tekanan absolut) pada ruang bakar sebesar 1 atm, 3 atm, 5 atm. Untu variabel terikat yang digunakan adalah temperatur pembakaran, visualisasi nyala api, ignition delay, burning rate. Sedangkan variabel terkontrol yang digunakan meliputi suhu ruang uji bakar antara 25°C – 30°C dan daya heater sebesar 220 watt.

Penelitian dilakukan dengan tahapan pembuatan *droplet* campuran hidrolisis minyak kemiri sunan dengan etanol serta pengambilan data. Pembuatan *droplet* dimulai dengan Hidrolisis minyak kemiri sunan diaduk atau dicampur secara mekanik dengan etanol berprosentase 0%, 10%, 20%, 30% dengan volume total 2ml. Kemudian campuran hidrolisis minyak kemiri sunan dimasukkan ke dalam alat suntik pembentuk droplet lalu tekan kepala alat pembentuk droplet sehingga terbentuk pada ujung jarum suntik untuk kemudian diteteskan pada ujung *thermocouple*. *Droplet* yang telah terbentuk kemudian difoto dengan

kamera. Kemudian untuk mendapatkan variabel variasi tekanan ruang bakar udara bertekanan dialirkan dengan kompresor menuju ke ruang uji bakar yang sebelumnya telah melewati *air dryer*. Lalu menyalakan *heater* agar *droplet* terbakar dengan kamera sudah siap untuk merekam reaksi pembakaran tersebut. Setelah selesai katup gas dibuka agar udara bertekanan dalam ruang uji bakar terbuang dan kemudian tunggu suhu kembali antara 25°C – 30°C dan lanjutkan kembali penelitian campuran hidrolisis-etanol yang telah ditentukan sebelumnya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Selama penelitian didapat data berupa diameter *droplet* dari foto dan video selama proses terjadinya reaksi pembakaran campuran hidrolisis kemiri sunan dan etanol. Dari penelitian juga didapat data temperatur maksimal pembakaran yang didapatkan dari hasil olah data oleh *thermocouple* melalui software *wavescan*. Untuk video yang direkam selama proses pembakaran akan diolah untuk mendapatkan data karakteristik pembakaran berupa *burning rate lifetimes* dan *ignition delay times*. Dan juga dari video akan didapatkan data berupa visualisasi

dimensi api dengan menggunakan aplikasi *free video to JPG converter*. Untuk diameter *droplet* diadaptasikan dengan menggunakan aplikasi *Autocad 2015* seperti pada gambar 2.



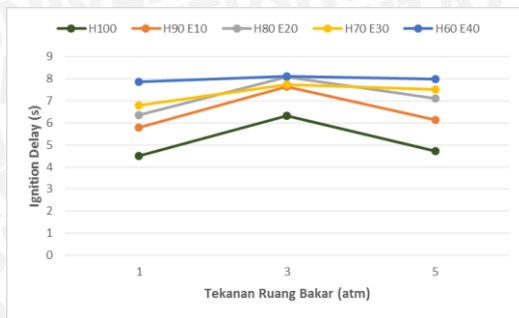
Gambar 2. Diameter *droplet* H100 pada tekanan (A) 1 atm, (B) 3 atm, (C) 5 atm

A. Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap *Ignition Delay* Hidrolisis Minyak Kemiri Sunan  
Tabel 1 Data hasil pengujian pembakaran droplet terhadap *ignition delay*

Ignition Delay (s)			
Prosentase (%)	1 atm	3 atm	5 atm
H100	4.499	6.336	4.732
H90 E10	5.775	7.6323	6.127
H80 E20	6.341	8.074	7.118
H70 E30	6.792	7.7265	7.503
H60 E40	7.857	8.0986	7.97







Gambar 3. Grafik pengaruh prosentase etanol dan tekanan ruang bakar terhadap *ignition delay* hidrolisis minyak kemiri sunan

Berdasarkan Gambar 3 diatas, pengaruh prosentase etanol dan tekanan ruang bakar terhadap *ignition delay* hidrolisis minyak kemiri sunan. Secara umum seiring dengan penambahan etanol maka *ignition delay* dari hidrolisis minyak kemiri sunan mengalami peningkatan. Sedangkan penambahan variasi tekanan akan meningkatkan *ignition delay* hingga tekanan 3 atm, kemudian mengalami penurunan pada tekanan 5 atm.

Hal ini dikarenakan *cetane* etanol lebih kecil daripada angka *cetane* hidrolisis. Rendahnya angka *cetane* mengakibatkan sulitnya bahan bakar untuk terjadi reaksi pembakaran. Ini mengakibatkan seiring bertambahnya etanol maka nilai dari *ignition delay* akan semakin bertambah.

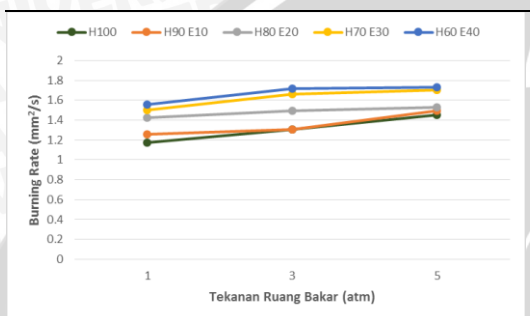
Penambahan variasi tekanan

berpengaruh terhadap nilai *ignition delay* seperti terlihat pada grafik. Dapat kita lihat seiring bertambahnya tekanan hingga 3 atm maka *ignition delay* juga meningkat. Hal ini disebabkan karena seiring bertambahnya tekanan maka temperatur penguapan akan semakin meningkat sehingga bahan bakar sulit terbakar yang mengakibatkan *ignition delay* semakin meningkat. Kemudian setelah tekanan 3 atm maka *ignition delay* akan turun pada tekanan 5 atm. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi tekanan akan mengakibatkan temperatur penguapan semakin meningkat dan pada tekanan 5 atm proses penguapan berjalan cepat sehingga *ignition delay* semakin turun. Sedangkan pada H70 proses peningkatan tekanan dari 1 atm hingga 5 atm nilai *ignition delay* naik secara konstan. Hal ini dikarenakan pada tekanan 3 atm H70 belum mencapai titik boiling point sehingga nilai *ignition delay* dari H70 tidak melebihi nilai *ignition delay* H80 tekanan 3 atm.

B. Pengaruh Prosentase Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap *Burning Rate* Hidrolisis Minyak Kemiri Sunan

Tabel 2 Data hasil pengujian pembakaran droplet terhadap *burning rate*

Burning Rate (mm <sup>2</sup> /s)			
Prosentase (%)	1 atm	3 atm	5 atm
H100	1.268	1.755	1.758
H90 E10	1.193	1.177	2.147
H80 E20	1.422	1.491	2.576
H70 E30	1.601	1.745	1.969
H60 E40	1.517	1.538	1.950



Gambar 4. Grafik pengaruh prosentase etanol dan tekanan ruang bakar terhadap *burning rate*

hidrolisis minyak kemiri sunan

Gambar 4 menunjukkan pengaruh prosentase etanol dan tekanan ruang bakar terhadap *burning rate* hidrolisis minyak kemiri sunan. Secara umum seiring dengan penambahan etanol maka nilai *burning rate* semakin tinggi. Sedangkan penambahan variasi tekanan pada hidrolisis minyak kemiri sunan menambah pula nilai *burning rate*-nya.

Penambahan etanol pada hidrolisis kemiri sunan akan meningkatkan nilai *burning rate* disebabkan nilai *flash point* dari etanol lebih rendah daripada minyak kemiri sunan yang mengakibatkan etanol

terbakar terlebih dahulu dan menyebabkan *microexplosion* sehingga laju pembakaran akan semakin cepat.

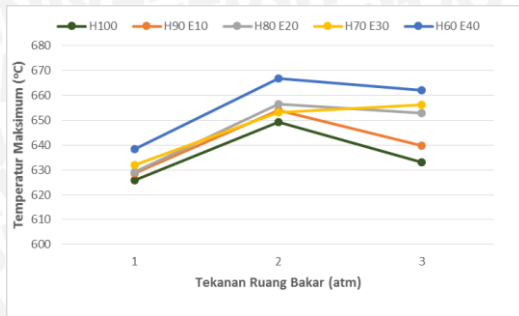
Tingginya tekanan juga mengakibatkan naiknya nilai *burning rate*. Hal ini terjadi karena dengan naiknya tekanan maka reaksi kimia dari hidrolisis kemiri sunan akan semakin cepat pula sehingga nilai *burning rate* akan semakin tinggi.

### C. Pengaruh Prosentase Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Temperatur Maksimal Hidrolisis Minyak Kemiri Sunan

Tabel 3 Data hasil pengujian pembakaran droplet terhadap temperatur maksimal

Temperatur Maksimum (°C)			
Prosentase (%)	1 atm	3 atm	5 atm
H100	625.92	649.34	615.83
H90 E10	628.58	674.09	668.75
H80 E20	671.31	656.75	653.04
H70 E30	632.12	647.50	656.29
H60 E40	622.86	666.93	664.63





Gambar 5. Grafik pengaruh prosentase etanol dan tekanan ruang bakar terhadap temperatur maksimal hidrolisis minyak kemiri sunan

Gambar 5 menunjukkan pengaruh prosentase etanol dan tekanan ruang bakar terhadap temperatur maksimal hidrolisis minyak kemiri sunan. Secara umum seiring dengan penambahan etanol meningkatkan temperatur pembakaran campuran hidrolisis minyak kemiri sunan. Peningkatan variasi tekanan ruang bakar maka akan meningkatkan nilai temperatur maksimal hingga 3 atm. Kemudian temperatur maksimal akan turun pada tekanan 5 atm.

Penambahan etanol akan meningkatkan pula temperatur maksimum pembakaran droplet hidrolisis kemiri sunan dikarenakan struktur kimia dari hidrolisis minyak kemiri sunan dan etanol sama-sama memiliki struktur atom oksigen di dalamnya sehingga terjadinya

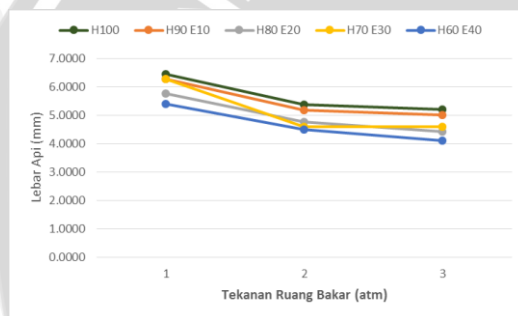
pembakaran sempurna semakin besar. Hal ini akan meningkatkan temperatur maksimum pembakaran jika prosentase etanol semakin bertambah.

Penambahan tekanan akan meningkatkan nilai temperatur maksimal hingga tekanan 3 atm dikarenakan semakin tinggi tekanan mengakibatkan titik didih dari hidrolisis kemiri sunan akan menjadi semakin besar sehingga temperatur maksimum semakin naik. Sedangkan dari tekanan 3 atm menuju tekanan 5 atm nilai temperatur maksimal mengalami penurunan. Hal ini disebabkan seiring penambahan tekanan yang semakin tinggi menyebabkan proses pembakaran berjalan cepat sehingga temperatur yang maksimal yang dihasilkan akan semakin menurun. Pada H70 kenaikan nilai temperatur maksimal meningkat secara konstan seiring penambahan variasi tekanan. Hal ini dikarenakan pada saat mulai terbakarnya droplet, H70 tekanan 3 atm belum mencapai boiling point sehingga etanol belum terbakar sempurna menghasilkan temperatur maksimal pada H70 lebih rendah dari H90 dan H80.

C. Pengaruh Prosentase Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Dimensi Api Hidrolisis Minyak Kemiri Sunan

Tabel 4 Data hasil pengujian pembakaran droplet terhadap lebar api.

Lebar Api (mm)			
Prosentase (%)	Lebar Api (mm)		
	1 atm	3 atm	5 atm
H100	6.436	5.363	5.202
H90 E10	6.274	5.166	5.017
H80 E20	5.749	4.751	4.408
H70 E30	6.280	4.599	4.582
H60 E40	5.390	4.490	4.097



Gambar 6. Grafik pengaruh prosentase etanol dan tekanan ruang bakar terhadap lebar api hidrolisis minyak kemiri sunan

Gambar 6 menunjukkan pengaruh prosentase etanol dan tekanan ruang bakar lebar api maksimal hidrolisis minyak kemiri sunan. Secara umum seiring dengan penambahan etanol dan naiknya tekanan ruang bakar maka akan menurunkan lebar api.

Penambahan etanol dapat menurunkan lebar api dikarenakan

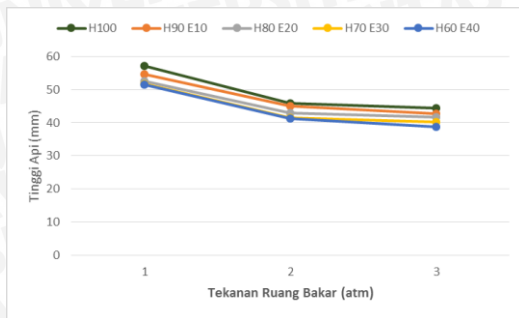
etanol memiliki kandungan oksigen pada atomnya yang menyebabkan reaksi pembakaran akan semakin cepat. Dengan semakin bertambahnya etanol maka kandungan oksigen dalam campuran droplet juga semakin tinggi, sehingga reaksi pembakaran semakin cepat maka dimensi api yang terbentuk akan semakin kecil sehingga membuat luas daerah reaksi semakin sempit.

Penambahan tekanan juga menurunkan lebar api dikarenakan seiring penambahan tekanan maka temperatur semakin naik, sehingga laju reaksi akan semakin cepat yang menyebabkan dimensi api yang terbentuk kecil. Hal ini terjadi karena luas daerah reaksi dari droplet tersebut sempit yang mengakibatkan visualisasi lebar api akan semakin kecil.

Tabel 5 Data hasil pengujian pembakaran droplet terhadap tinggi api.

Tinggi Api (mm)			
Prosentase (%)	Tinggi Api (mm)		
	1 atm	3 atm	5 atm
H100	57.070	45.842	44.440
H90 E10	54.681	44.932	42.772
H80 E20	52.447	43.011	41.597
H70 E30	51.650	41.452	40.191
H60 E40	51.442	41.320	38.767





Gambar 7. Grafik pengaruh prosentase etanol dan tekanan ruang bakar terhadap tinggi api hidrolisis minyak kemiri sunan

Gambar 7 menunjukkan pengaruh prosentase etanol dan tekanan ruang bakar terhadap tinggi api hidrolisis minyak kemiri sunan. Secara umum seiring dengan penambahan etanol dan meningkatnya tekanan ruang bakar maka akan menurunkan nilai tinggi api.

Penambahan etanol pada hidrolisis kemiri sunan menurunkan tinggi api. Hal ini terjadi karena etanol akan mempercepat reaksi pembakaran sehingga area reaksi pembakaran yang ditimbulkan semakin kecil.

Penambahan tekanan pada hidrolisis kemiri sunan juga menurunkan tinggi api dikarenakan seiring naiknya tekanan maka akan mempercepat proses difusivitas antara oksigen dengan bahan bakar yang mengakibatkan laju pembakaran semakin cepat sehingga tinggi api yang dihasilkan semakin kecil.

## KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan pada penelitian pengaruh penambahan etanol dan tekanan ruang bakar terhadap karakteristik pembakaran hidrolisis minyak kemiri sunan, maka didapatkan kesimpulan :

1. Penambahan etanol pada pembakaran *droplet* hidrolisis minyak kemiri sunan akan meningkatkan nilai *ignition delay*, *burning rate* dan temperatur. Sedangkan untuk penambahan etanol terhadap dimensi api akan menurunkan nilai dari lebar api dan tinggi apinya.
2. Penambahan variasi tekanan pada pembakaran *droplet* hidrolisis minyak kemiri sunan akan meningkatkan nilai *ignition delay* dan temperatur pembakaran hingga 3 atm, kemudian turun pada 5 atm. Sedangkan untuk *burning rate*, semakin tinggi tekanan maka akan meningkatkan nilainya. Untuk Dimensi api seiring penambahan tekanan maka akan menurunkan nilai lebar api dan tinggi apinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ditjen MIGAS. 2013. Minyak Bumi. Tabel Cadangan Minyak Bumi (2004 – 2010): 3

- [2] IPB Magazine. 2015. *Rehabilitasi Lahan Terdegradasi Dengan Tanaman Penghasil Energi*. Bogor.
- [3]. Ginley, David S., and David Cahen. 2012. *Fundamental of Materials for Energy and Environmental Sustainability*. ISBN 978-1-107-00023-0. United Kingdom: Cambridge University Press. 2012: 138.
- [4]. Kusumastuti, Risky. 2015. *Pengaruh Kosentrasi Etanol Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Biodiesel Minyak Biji Randu (Ceiba Pentandra)*. Jurnal Mahasiswa Teknik Mesin UB.
- [5]. Santner, jeffrey s., et all. 2011 *Combustion at higt pressure*. US. *Doe energy frontier researc center*.

