

JUDUL SKRIPSI:

PENGARUH PENAMBAHAN ETANOL DAN TEKANAN RUANG BAKAR TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN *DROPLET* MINYAK HASIL HIDROLISIS MINYAK KEMIRI SUNAN

Nama Mahasiswa : ALDY GRAFISTA

NIM : 125060200111001

Program Studi : Teknik Mesin

Minat : Konversi Energi

KOMISI PEMBIMBING :

Dosen Pembimbing I : Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST.,M.Eng.

Dosen Pembimbing II : Purnami, ST., MT.

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji 1 : Dr. Eng. Eko Siswanto, ST.,MT.

Dosen Penguji 2 : Dr. Slamet Wahyudi, ST.,MT.

Dosen Penguji 3 : Francisca Gayuh Utami Dewi,S.T.,M.T.

Tanggal Ujian : 26 Juli 2016

SK Penguji : 888/UN10.6/SK/2016

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan baik. Laporan skripsi ini berjudul **“Pengaruh Penambahan Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Minyak Hasil Hidrolisis Minyak Kemiri Sunan”**.

Skripsi ini disusun sebagai bentuk dokumentasi dari hasil akhir dari proses perkuliahan yang telah dilaksanakan. Laporan skripsi ini juga diajukan sebagai syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dalam kurikulum program studi Teknik Mesin Universitas Brawijaya.

Dalam melaksanakan proses penelitian dan penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa tidak akan dapat menyelesaikan semuanya dengan baik tanpa bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang selalu memberi pengarahan serta saran-saran yang telah diberikan.
2. Bapak Purnami, ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberi pengarahan, dan mengajari kami.
3. Ibu Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya
4. Ibu Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT. selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Konversi Energi
5. Bapak Dr. Ir. Achmad As'ad Sonief, MT. selaku dosen pembimbing akademik yang banyak membantu dan memberi saran selama proses perkuliahan.
6. Seluruh dosen jurusan Teknik Mesin FT-UB yang telah membimbing dan memberi ilmunya selama perkuliahan.
7. Kedua orang tua (Hary Juniadi Subagyo dan Eny Purwanti), adik tercinta (M. Naufal Shidqi dan M. Aqilah Ishaam) serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan doa, moral dan materiil kepada penulis
8. Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin UB yang telah memberikan tempat untuk melakukan penelitian dan penulisan laporan skripsi ini

9. Ginanjar, Dwiki Ade Rahadian, M. Rizal Maulana, M. Jihad Zulfikar, M. Luthfan Mafazi, Arif Budi Susanto, dan Ilham Pakpahan sebagai teman dan partner selama kuliah dan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
10. Joko Nugroho, Papang Zaen Nizhar, dan Dery Raditya yang telah membantu selama penelitian berlangsung.
11. Alifa Rahma Safitri S.TP yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
12. Mas Eko selaku laboran Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin FT-UB yang telah membantu menyediakan tempat dan alat-alat selama penelitian.
13. Teman-teman jurusan teknik mesin angkatan 2012 (ADM12AL) yang telah menjadi saudara di Malang atas dukungan dan waktunya selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.
14. Dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih masih jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh sebab itu, Penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membantu perkembangan pembahasan terkait topik skripsi ini maupun bagi Penulis secara pribadi. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, baik bagi Penulis, teman-teman, para dosen, dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.

Malang, Juli 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	6
2.2 Minyak Nabati .....	4
2.3 Minyak Kemiri Sunan .....	7
2.4 Hidrolisis .....	10
2.5 Pembakaran .....	11
2.6 Pembakaran <i>Droplet</i> .....	12
2.6.1 Koefisien Evaporasi .....	14
2.7 <i>Microexplosion</i> .....	14
2.8 Karakteristik Pembakaran .....	15
2.9 Tekanan .....	16
2.10 Etanol .....	17
2.11 Hipotesis .....	19

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1 Metodologi Penelitian .....	20
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.3 Variabel Penelitian .....	20
3.4 Alat-alat Penelitian .....	21
3.5 Skema Instalasi Penelitian .....	25
3.6 Prosedur Pengambilan Data Penelitian .....	26
3.7 Diagram Alir Penelitian .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Pembentukan <i>Droplet</i> .....	28
4.2 Data Penelitian .....	32
4.3 Analisa dan Pembahasan .....	34
4.3.1 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap <i>Ignition Delay</i> .....	34
4.3.2 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap <i>Burning Rate</i> .....	35
4.3.3 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Temperatur Maksimal.....	36
4.3.4 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Dimensi Api .....	37
4.3.5 <i>Microexplosion</i> .....	38
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Kandungan asam lemak yang terdapat dalam minyak nabati.	7
Tabel 2.2	Karakteristik Kemiri Sunan	9
Tabel 2.3	Kompisisi minyak kemiri sunan.	9
Tabel 2.3	Sifat Fisik Kimia Kemiri Sunan	10
Tabel 4.1	Data hasil pengujian pembakaran <i>droplet</i> terhadap <i>ignition delay</i> .	32
Tabel 4.2	Data hasil pengujian pembakaran <i>droplet</i> terhadap <i>burning rate</i>	33
Tabel 4.3	Data hasil pengujian pembakaran <i>droplet</i> terhadap <i>temperatur maksimum</i> .	33
Tabel 4.4	Data hasil pengujian pembakaran <i>droplet</i> terhadap lebar api.	33
Tabel 4.5	Data hasil pengujian pembakaran <i>droplet</i> terhadap tinggi api.	33





## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	<i>Microexplosion</i> pada campuran bahan bakar seiring penambahan tekanan.	4
Gambar 2.2	Visualisasi dimensi api pada (a) etanol, (b) biodiesel, (c) E20, (d) E30, (e) E40	5
Gambar 2.3	Struktur berbagai asam lemak	7
Gambar 2.4	Kemiri Sunan	8
Gambar 2.5	Proses hidrolisis	10
Gambar 2.6	Pembakaran hidrokarbon sempurna	11
Gambar 2.7	Pembakaran hidrokarbon tidak sempurna	12
Gambar 2.8	Pembakaran <i>droplet</i>	13
Gambar 2.9	Proses terjadinya <i>microexplosion</i>	15
Gambar 2.10	Tekanan	16
Gambar 2.11	Pengaruh tekanan terhadap a). <i>burning rate</i> metanol pada <i>microgravity</i> dan <i>normal gravity</i> , b). <i>burning life time</i> bahan bakar	17
Gambar 2.12	Rumus Kimia Etanol	17
Gambar 2.13	Karakteristik beberapa bahan bakar	18
Gambar 2.14	Nyala api campuran biosolar-etanol : a) biosolar, b)E20B80, c)E40B60, d) E50B50, e) E60B40, f) E80B20, g) etanol	19
Gambar 3.1	Alat pembentuk <i>droplet</i>	21
Gambar 3.2	Ruang uji bakar	21
Gambar 3.3	Kompresor	22
Gambar 3.4	<i>Air Dryer</i>	23
Gambar 3.5	Transformator non DC	23
Gambar 3.6	<i>Data Logger</i>	23
Gambar 3.7	Laptop	24
Gambar 3.8	Kamera	24
Gambar 3.9	Skema instalasi penelitian	26
Gambar 3.10	Diagram alir penelitian	28
Gambar 4.1	<i>Droplet</i> pada <i>thermocouple</i>	29
Gambar 4.2	<i>Droplet</i> pada ruang uji bakar	29
Gambar 4.3	Ukuran <i>droplet</i> pada (a) H100, (b) H90, (c) H80, (d) H70, (e) H60	29
Gambar 4.4	Diameter <i>droplet</i> H100 pada tekanan (a) 1 atm, (b) 3 atm, (c) 5 atm	31

Gambar 4.5 Visualisasi nyala api	32
Gambar 4.6 Grafik pengaruh persentase hidrolisis minyak kemiri sunan dan tekanan ruang bakar terhadap <i>ignition delay</i> .	34
Gambar 4.7 Grafik pengaruh persentase hidrolisis minyak kemiri sunan dan tekanan ruang bakar terhadap <i>burning rate</i> .	35
Gambar 4.8 Grafik pengaruh persentase hidrolisis minyak kemiri sunan dan tekanan ruang bakar terhadap temperatur maksimal api.	36
Gambar 4.9 Grafik pengaruh persentase hidrolisis minyak kemiri sunan dan tekanan ruang bakar terhadap lebar api.	37
Gambar 4.10 Grafik pengaruh persentase hidrolisis minyak kemiri sunan dan tekanan ruang bakar terhadap tinggi api.	38
Gambar 4.11 Perbandingan ada tidaknya fenomena <i>microexplosion</i> pada konsentrasi etanol (a) 0%, (b)40%	39





**DAFTAR LAMPIRAN**

No.	Judul
Lampiran 1.	Dimensi nyala api E10 H90 pada ATM 1
Lampiran 2.	Dimensi nyala api E10 H90 pada ATM 3
Lampiran 3.	Dimensi nyala api E10 H90 pada ATM 5
Lampiran 4.	Dimensi nyala api E20 H80 pada ATM 1
Lampiran 5.	Dimensi nyala api E20 H80 pada ATM 3
Lampiran 6.	Dimensi nyala api E20 H80 pada ATM 5
Lampiran 7.	Dimensi nyala api E30 H70 pada ATM 1
Lampiran 8.	Dimensi nyala api E30 H70 pada ATM 3
Lampiran 9.	Dimensi nyala api E30 H70 pada ATM 5
Lampiran 10.	Dimensi nyala api E40 H60 pada ATM 1
Lampiran 11.	Dimensi nyala api E40 H60 pada ATM 3
Lampiran 12.	Dimensi nyala api E40 H60 pada ATM 5
Lampiran 13.	Dimensi nyala api H100 pada ATM 1
Lampiran 14.	Dimensi nyala api H100 pada ATM 3
Lampiran 15.	Dimensi nyala api H100 pada ATM 5

## RINGKASAN

**Aldy Grafista**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2016, *Pengaruh Penambahan Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Minyak Hasil Hidrolisis Minyak Kemiri Sunan*, Dosen Pembimbing: Nurkholis Hamidi dan Purnami.

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.



## SUMMARY

**Aldy Grafista**, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2016, *Influence Of Ethanol Addition And Pressure Chamber on Droplet Combustion Characteristic of Kemiri Sunan's Hydrolysis Oil*, Academic Supervisor: Nurkholis Hamidi and Purnami.

Kemiri Sunan (*reutealis trisperma (Blanco) Airy Shaw*), is the name given to the type of toxin Kemiri's plant that can be made into one of the alternative fuel sources other than diesel. Used of Kemiri Sunan's oil in the form of crude oil (crude) have flaws because of viscosity Kemiri Sunan's oil is higher than diesel. Besides the content of glycerol in vegetable oils can degrade the quality of combustion because it can inhibit the injection pump in diesel engines as glycerol to form compounds acrolein and polymerized into a plastic compound. Therefore, in order Kemiri Sunan's oil can be used needs to separate the glycerol to free fatty acids through hydrolysis process.

In this study tested the effect of adding ethanol and combustion chamber pressure to the combustion characteristics of hydrolysis oil of Kemiri Sunan. Where the independent variables used are the percentage of ethanol to Kemiri Sunan's oil mixture of 0%, 10%, 20%, 30%. And also varying the pressure (in the form of absolute pressure) in the combustion chamber at 1 atm, 3 atm, 5 atm. Dependent variable used is the temperature of combustion, flame visualization, ignition delay, burning rate. While the controlled variables used include combustion temperature test chamber between 25 °C – 30 °C and heater power of 220 watts. Results of the study are: The addition of ethanol on the droplet combustion hydrolysis Kemiri Sunan's oil will increase the value of ignition delay, burning rate and temperature. As for the addition of ethanol to the dimensions of the fire will reduce the value of the width and height of fire flames. Extra pressure variation in droplet combustion hydrolysis Sunan pecan oil will increase the value of ignition delay and combustion temperatures up to 3 atm, then down at 5 atm. As for the burning rate, the higher the pressure will increase in value. For Dimension fire with increasing pressure will decrease the width of the fire and height-fire

**Keywords:** droplet, hydrolysis, ethanol, microexplosion, burning characteristics, Kemiri Sunan, combustion chamber pressure.