



**KARAKTERISTIK API DIFUSI BIODIESEL MINYAK BIJI KEMIRI
(*ALEURITES MOLUCCANA*)**

SKRIPSI

Oleh

Jihan Zeinyuta Rosafira

NIM 171910101115

PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2019



**KARAKTERISTIK API DIFUSI BIODIESEL MINYAK BIJI KEMIRI
(*ALEURITES MOLUCCANA*)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat menyelesaikan
Program Studi Teknik Mesin (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

Jihan Zeinyuta Rosafira

NIM 171910101115

PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

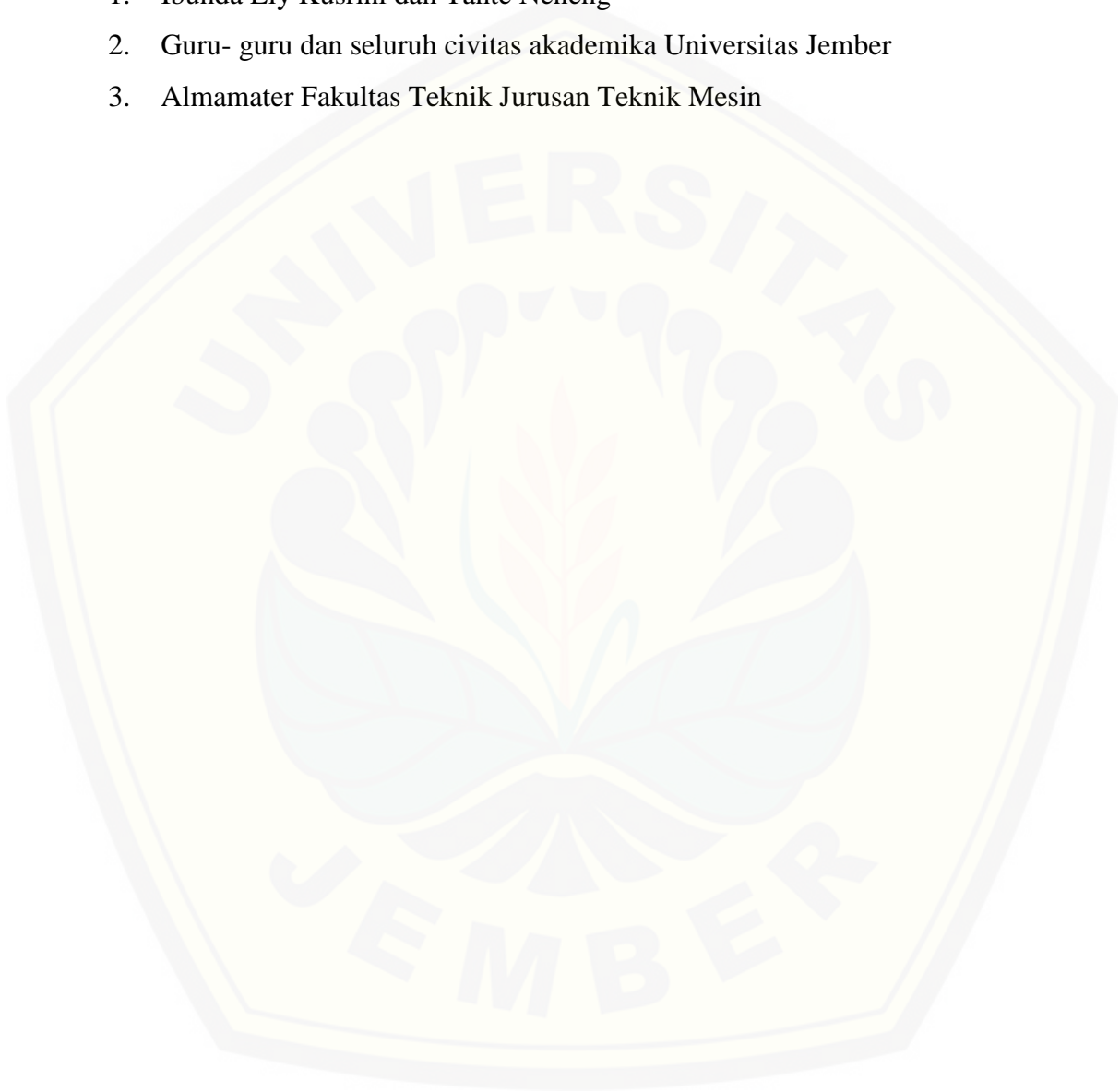
UNIVERSITAS JEMBER

2019

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Ely Kusrini dan Tante Neneng
2. Guru- guru dan seluruh civitas akademika Universitas Jember
3. Almamater Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

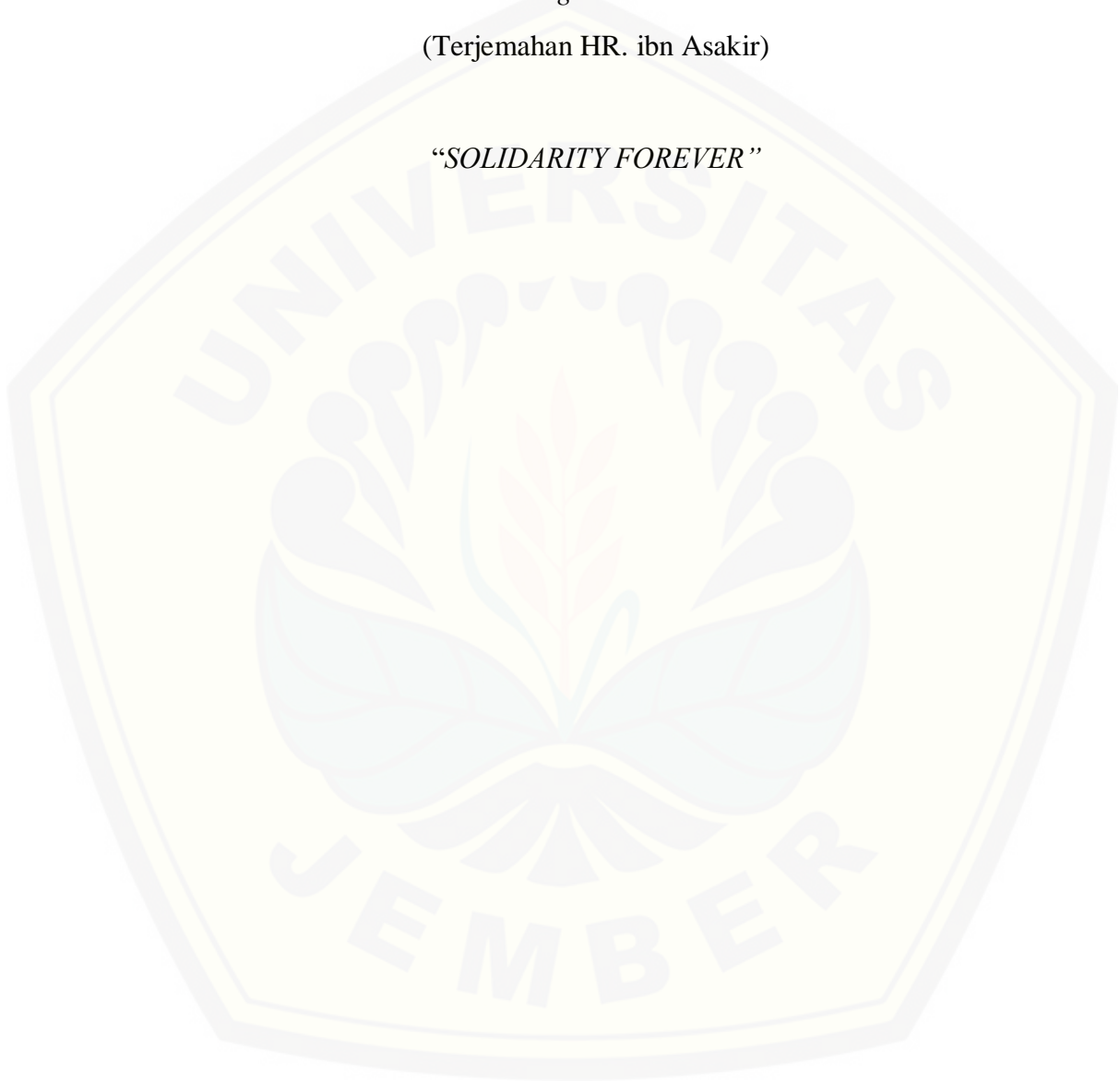


MOTTO

*“Barang siapa menginginkan kebahagiaan didunia maka haruslah dengan ilmu,
barang siapa yang menginginkan kebahagiaan di akhkirat haruslah dengan ilmu
dan barang siapa yang menginginkan kebahagiaan keduanya maka haruslah
dengan ilmu”*

(Terjemahan HR. ibn Asakir)

“SOLIDARITY FOREVER”



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Jihan Zeinyuta Rosafira

NIM : 171910101115

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “KARAKTERISTIK API DIFUSI BIODIESEL MINYAK KEMIRI (*ALEURITES MOLUCCANA*)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan saya ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 14 Januari 2019

Yang menyatakan,

Jihan Zeinyuta Rosafira

NIM 171910101115

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK API DIFUSI BIODIESEL MINYAK KEMIRI
(*ALEURITES MOLUCCANA*)**

Oleh

Jihan Zeinyuta Rosafira

NIM 171910101115

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Digdo Listyadi Setyawan, M.Sc

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakteristik Api Difusi Biodiesel Minyak Kemiri (*Aleurites Moluccana*)” karya Jihan Zeinyuta Rosafira telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.

NIP 196812071995121002

Ir. Digdo Listyadi S ,M.Sc.

NIP 196806171995011001

Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Danang Yudistiro S.T., M.T.

NIP 197902072015041001

Hary Sutjahjono S.T., M.T.

NIP 196812051997021002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Entin Hidayah, M.U.M

NIP 199612151995032001

RINGKASAN

Karakteristik Api Difusi Biodiesel Minyak Kemiri (*Aleurites Moluccana*);
Jihan Zeinyuta Rosafira, 171910101115; 2019; 56 halaman; Jurusan Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Ketergantungan Indonesia terhadap minyak bumi dan batubara yang masih sangat besar sehingga patut mendapat perhatian. Sumberdaya energi fosil yang terbatas menjadikan peralihan ke energi baru dan terbarukan suatu keharusan, bukan hanya sekedar pilihan.

Biodiesel adalah olahan minyak nabati dari proses transesterifikasi yang menghasilkan metil atau etil ester. Proses ini juga yang menurunkan nilai viskositas minyak nabati konvensional. metil ester atau etil ester inilah yang disebut dengan biodiesel. Semakin banyaknya kadar biodiesel yang ditambahkan maka semakin menurunkan kualitas bahan bakar itu sendiri. Penelitian ini menjadi penting karena akan meneliti biodiesel dari minyak biji kemiri dengan variasi prosentase biodiesel 0%, 20%, 30%, 40% dan 100%, dengan metode pengujian pembakaran difusi untuk mengetahui karakteristik nyala api seperti temperatur api, warna api dan tinggi api biodiesel menggunakan *mini glass tube burner* dengan variasi komposisi biosolar dan variasi debit 2 ml/jam, 4 ml/jam, 6 ml/jam. Dengan metode dan variasi komposisi biodiesel ini digunakan untuk mengetahui kondisi optimum pembakaran.

Dari hasil penelitian dipaparkan peningkatan warna merah dan tinggi api disetiap penambahan debit, dengan bertambahnya debit akan menyebabkan reaksi yang lebih cepat yang mengakibatkan bahan bakar tidak terbakar sempurna. Pada peningkatan tinggi api akan mempengaruhi titik tinjau temperatur dimana pada titik 1 terjadi penurunan berturut – turut seiring penambahan debit karena bahan bakar semakin terangkat pada reaksi ini, pada titik 2 memiliki rata – rata temperatur tertinggi dikarenakan titik ini terjadi karena bahan bakar telah dipanaskan dan mengalami pembakaran yang lebih baik, sedangkan pada titik 3 terjadi penurunan temperatur dikarenakan bahan bakar telah habis terbakar sebelum mencapai titik ini.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karnia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Api Difusi Biodiesel Minyak Kemiri (*Allemurites Mollucana*)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Ir. Digdo Listyadi S ,M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
2. Seluruh dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, pengorbanan, kritik dan saran kepada penulis.
3. Ibunda Ely Kusrini dan Tante Neneng tersayang yang telah banyak memberikan dukungan dan motivasi pada penulisan skripsi ini.
4. Kawan seperjuangan Teknik Mesin 2014 yang selalu memberi support.
5. Sahabatku Putri Pe, Pepe, dan Shinta yang selaku penulis repotkan.
6. Pihak lain yang tidak bias disebutkan satu- persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2019

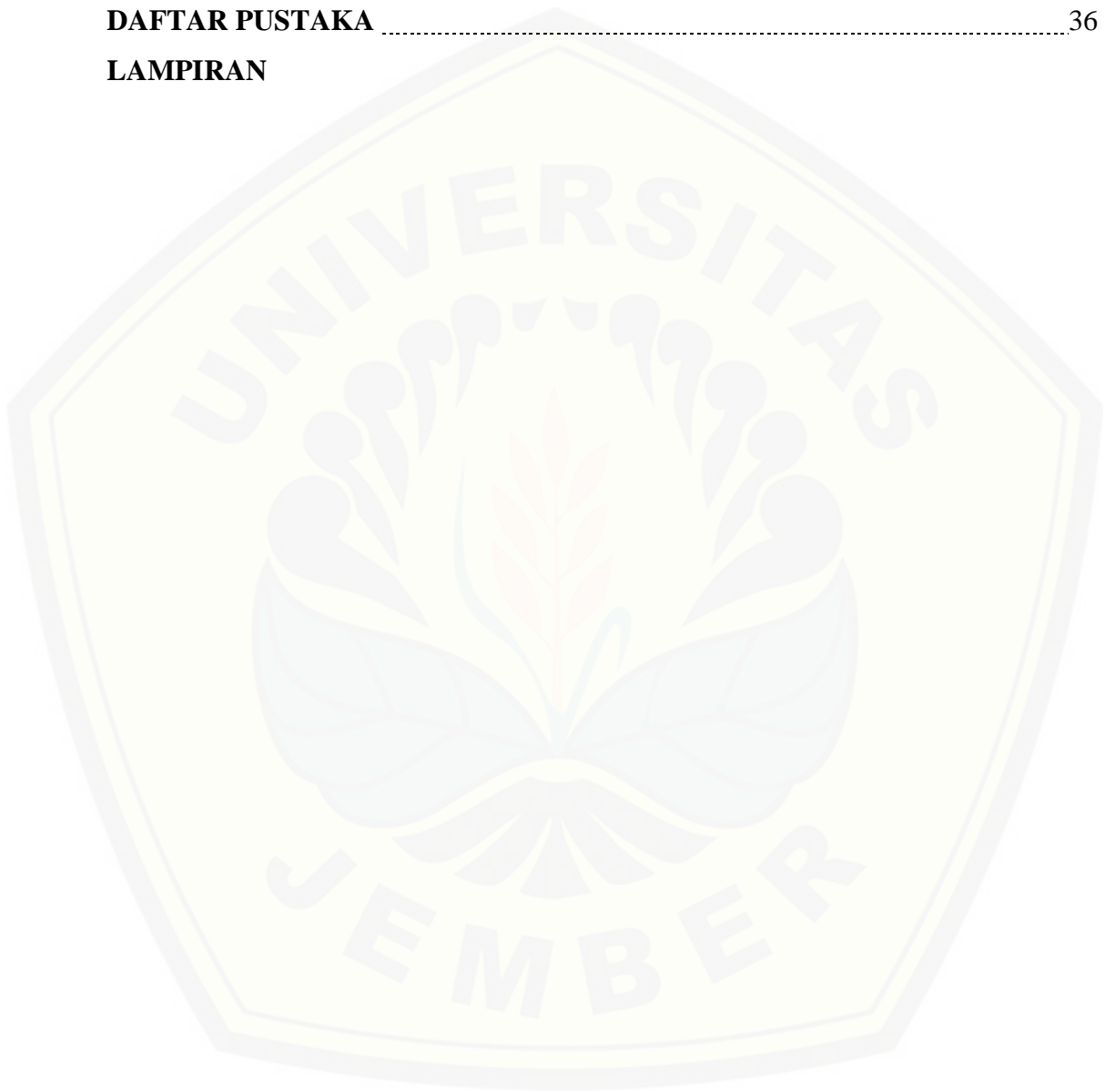
Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kemiri	5
2.2 Biodiesel	6
2.2.1 Potensi Bahan Baku Biodiesel	7
2.2.2 Karakteristik Biodiesel	8
2.3 Pembuatan Biodiesel	10
2.4 Karakteristik Nyala Api	12
2.5 Penelitian Sebelumnya	13

2.6 Hipotesa	14
BAB 3. METODE PENELITIAN	15
3.1 Metode Penelitian	16
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian	16
3.2.1 Tempat Penelitian	16
3.2.2 Waktu Penelitian	16
3.3 Alat Dan Bahan Penelitian	16
3.3.1 Alat Pembuatan Biodiesel	16
3.3.2 Bahan Pembuatan Biodiesel	16
3.3.3 Alat Pengujian Karakteristik Pembakaran	16
3.3.4 Bahan Pengujian Karakteristik Pembakaran	17
3.4 Variabel Penelitian	17
3.4.1 Variabel Bebas	17
3.4.2 Variabel Terikat	17
3.4.3 Variabel Kontrol	18
3.5 Metode Pengumpulan Dan Pengolahan Data	18
3.6 Tahap Pembuatan Biodiesel Minyak Kemiri	18
3.7 Tahap Pembuatan Alat Uji Karakteristik Api Difusi	19
3.8 Tahapan Pengambilan Dan Pengolahan Data	20
3.8.1 Tahap Pengambilan Uji Karakteristik Bahan Bakar	20
3.8.2 Tahap Penyiapan Tempat Pengujian Pembakaran Biodiesel	20
3.8.3 Tahap Pengujian Temperatur Api	20
3.8.4 Tahap Pengujian Warna Api	22
3.8.5 Tahap Pengujian Tinggi Api	23
3.9 Diagram Alir Penelitian	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Data dan Hasil Pengujian	26
4.1.1 Uji Karakteristik Bahan Bakar	26
4.1.2 Uji Warna Api	27
4.1.3 Uji Tinggi Api	30

4.1.4 Uji Temperatur	33
BAB 5. PENUTUP	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

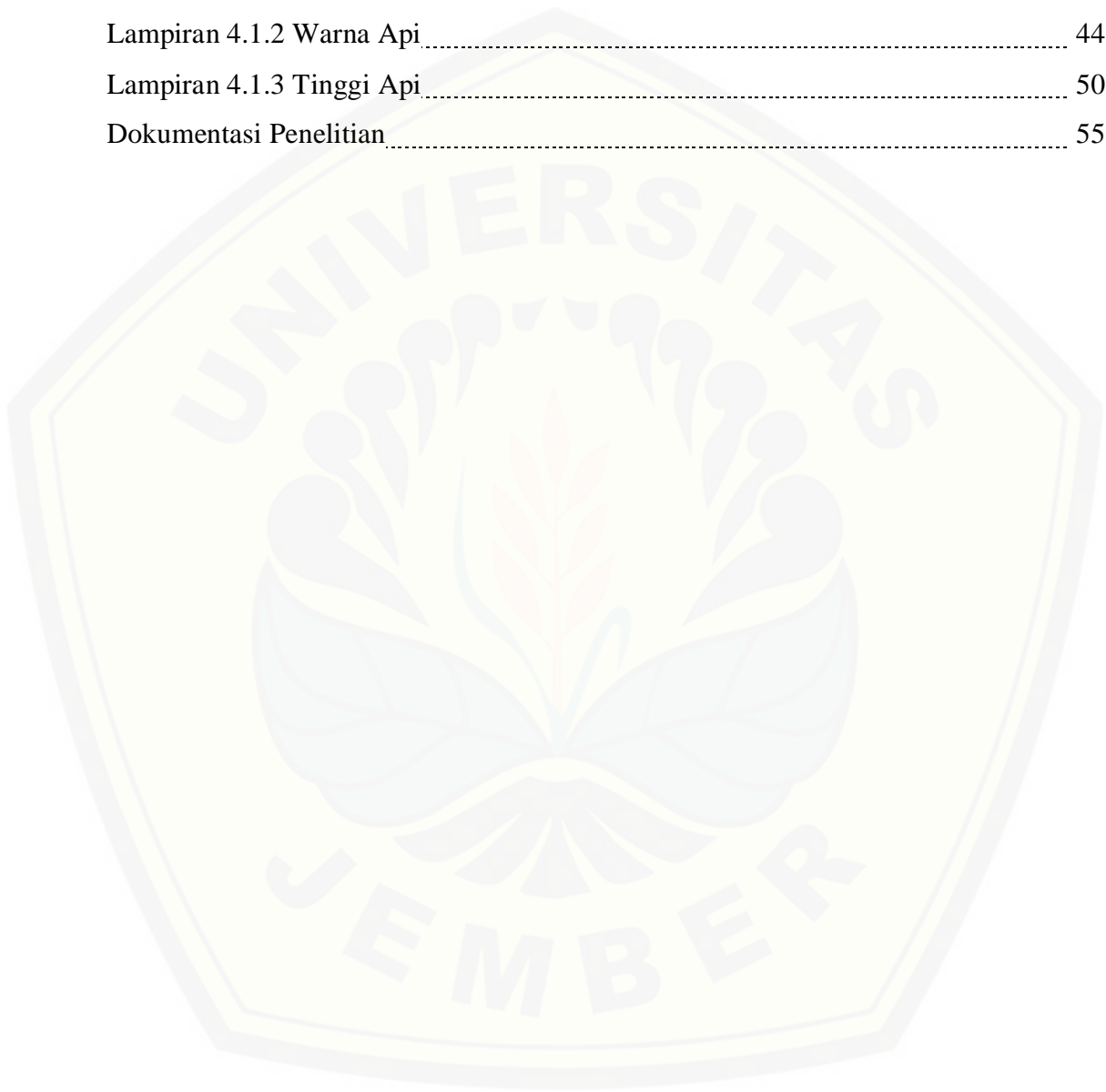
	Halaman
Tabel 2.1 Tumbuhan Indonesia penghasil minyak lemak	8
Table 2.2 Standar nasional Indonesia untuk biodiesel	9
Table 2.3 Sifat fisik/ kimia bahan bakar biodiesel dan solar	10
Table 3.1 <i>Time line</i> penelitian	15
Table 3.2 Data karakteristik bahan bakar B100	20
Tabel 3.3 Temperatur api pada debit 2 ml/jam	21
Tabel 3.4 Temperatur api pada debit 4 ml/jam	21
Tabel 3.5 Temperatur api pada debit 6 ml/jam	22
Tabel 3.6 Nilai RGB bahan bakar pada debit 2 ml/jam	22
Tabel 3.7 Nilai RGB bahan bakar pada debit 4 ml/jam	23
Tabel 3.8 Nilai RGB bahan bakar pada debit 6 ml/jam	23
Tabel 3.9 Data tinggi nyala api pada debit 2 ml/jam	24
Tabel 3.10 Data tinggi nyala api pada debit 4 ml/jam	24
Tabel 3.11 Data tinggi nyala api pada debit 6 ml/jam	24
Tabel 4.1 Biosolar murni dan biodiesel murni	26
Tabel 4.2 Hasil uji karakteristik bahan bakar	27
Tabel 4.3 Nilai RGB bahan bakar pada debit 2 ml/jam	29
Tabel 4.4 Nilai RGB bahan bakar pada debit 4 ml/jam	29
Tabel 4.5 Nilai RGB bahan bakar pada debit 6 ml/jam	29
Tabel 4.6 tinggi api pada debit 2 ml/jam	31
Tabel 4.7 tinggi api pada debit 4 ml/jam	31
Tabel 4.8 tinggi api pada debit 6 ml/jam	31
Tabel 4.9 Temperatur bahan bakar dengan debit 2 ml/jam	33
Tabel 4.10 Temperatur bahan bakar dengan debit 4 ml/jam	33
Tabel 4.11 Temperatur bahan bakar dengan debit 6 ml/jam	34

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Biji Kemiri.....	5
Gambar 2.2 Penampang Buah Kemiri.....	6
Gambar 2.3 Proses transesterifikasi.....	7
Gambar 2.4 (a) Api Difusi (b) Api Premix.....	13
Gambar 3.1 Instalasi penelitian.....	17
Gambar 3.2 Posisi termokopel saat pengujian.....	20
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian.....	25
Gambar 4.1 Api biosolar dan biodiesel pada debit 2 ml/jam.....	26
Gambar 4.2 Perubahan api biosolar dengan penambahan biodiesel pada debit 2 ml/jam.....	28
Gambar 4.3 Perubahan api biosolar dengan penambahan biodiesel pada debit 4 ml/jam.....	28
Gambar 4.4 perubahan api biosolar dengan penambahan biodiesel pada debit 6 ml/jam.....	28
Gambar 4.5 Grafik presentase RGB bahan bakar.....	30
Gambar 4.6 Grafik tinggi api.....	32
Gambar 4.7 Posisi titik uji.....	33
Gambar 4.8 Grafik temperatur api pada titik 1.....	35
Gambar 4.9 Grafik temperatur api pada titik 2.....	35
Gambar 4.10 Grafik temperatur api pada titik 3.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 4.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik Biodiesel	42
Lampiran 4.1.2 Warna Api	44
Lampiran 4.1.3 Tinggi Api	50
Dokumentasi Penelitian	55



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (2018), ketergantungan Indonesia terhadap minyak bumi dan batubara yang masih sangat besar sehingga patut mendapat perhatian. Sumberdaya energi fosil yang terbatas menjadikan peralihan ke energi baru dan terbarukan suatu keharusan, bukan hanya sekedar pilihan.

Minyak nabati (seperti minyak kelapa, kemiri, jarak pagar dan sebagainya) dirasa mampu untuk menangani masalah konsumsi bahan bakar fosil yang semakin besar. Minyak nabati memiliki nilai kalor yang mirip dengan bahan bakar konvensional, namun penggunaan langsung sebagai bahan bakar masih menemui kendala karena viskositas jauh lebih besar dibanding solar, hal ini menghambat proses injeksi dan mengakibatkan pembakaran tidak sempurna (Sumangat dan Hidayat, 2008).

Viskositas minyak nabati bisa dikurangi dengan cara emulsifikasi, pirolisis, dan transesterifikasi. Transesterifikasi adalah cara yang paling banyak dilakukan karena tidak membutuhkan energi dan suhu yang tinggi. Reaksi ini akan menghasilkan metil atau etil ester. Metil atau etil ester ini memiliki viskositas rendah dan nilai kalor yang mendekati bahan bakar konvensional. metil ester atau etil ester inilah yang disebut dengan biodiesel. Alkohol (metanol, etanol, propanol, dan butanol) dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar dalam penggunaan mesin diesel atau bensin, dan karakteristik yang dimiliki membuat alkohol dapat dipakai pada mesin-mesin modern saat ini (Yilmaz, 2011). Campuran bahan bakar biodiesel dan alkohol (etanol atau metanol) akan membuat sifat-sifat baru dari gabungan bahan bakar tersebut dalam hal viskositas, nilai kalor, angka cetana, *flash point*, dan densitas yang akan meningkatkan performa penggunaan biodiesel.

Beberapa penelitian tentang pembuatan biodiesel sudah banyak dilakukan, salah satunya adalah Setyadi dkk, (2005) yang telah melakukan pembuatan *methyl*

ester (biodiesel) dari minyak jarak pagar dan metanol menggunakan bahan katalisator NaOH, Rachman (2016) melakukan pembuatan biodiesel dari minyak tembakau dengan campuran CaO dan SrO sebagai katalis heterogen dan didapati kadar minyak sebesar 17,78%, Listyati (2009) melakukan penelitian tentang transesterifikasi minyak biji kemiri menggunakan bahan katalisator KOH dengan proses transesterifikasi satu tahap dan dua tahap.

Tanaman kemiri (*Aleurites moluccana* Willd) adalah suatu tanaman yang memiliki kandungan minyak tinggi mencapai 55 – 66% dari total bobot biji kemiri. Komponen utama penyusun minyak kemiri adalah asam lemak tak jenuh dengan sedikit asam lemak jenuh. Minyak kemiri mempunyai sifat mudah terbakar sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk penerangan. Telah banyak penelitian untuk merubah minyak kemiri menjadi biodiesel seperti yang dilakukan oleh Aunillah dan Pranowo (2012) yang meneliti tentang karakteristik biodiesel kemiri sunan (*Reutealis trisperma (Blanco) airy shaw*) menggunakan proses transesterifikasi dua tahap, Pamata (2008) meneliti tentang metil ester (biodiesel) dari minyak kemiri (*aleurites moluccana*) hasil ekstraksi melalui metode ultranokimia, Joelianingsih (2016) sintesis biodiesel dari minyak kemiri sunan dengan katalis homogen melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi secara bertahap.

Pembakaran adalah proses oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar dan oksidator dengan menimbulkan nyala dan panas. Warna api yang terjadi menjadi menentukan kadar bahan bakar baik atau tidak (Mahandri, 2010). Ada dua tipe nyala api, yaitu nyala api premix dan nyala api difusi.

Chen dkk, (2008) meneliti tentang karakteristik pembakaran api difusi pada tabung mini dengan bahan bakar etanol. Hasil dari penelitian disimpulkan bahwa ketika debit bahan bakar meningkat, lokasi *interface* menjadi tidak stabil dan bahan bakar naik ke mulut tabung, gradien suhu luar tabung juga meningkat, akibatnya api berwarna kuning cerah dan meledak pada mulut tabung sehingga menyebabkan *instability flame*.

Kestabilan api dengan bahan bakar biodiesel-metanol jauh lebih baik dibanding biodiesel-etanol, ini dikarenakan viskositas dan *flash point* yang lebih

tinggi menyebabkan banyaknya kuantitas bahan bakar cair yang naik ke *mini glass tube* dan menyebabkan api kehilangan kestabilan. Semakin jauh *interface* jarak penguapan bahan bakar pada *mini glass tube*, maka nyala api dapat berlangsung lebih stabil dan apabila semakin dekat jarak *interface* penguapan bahan bakar api menjadi tidak stabil dan bahan bakar kemungkinan bisa keluar dari mulut tabung (Banjari dkk, 2015).

Berdasarkan uraian diatas, masih dijumpai kekurangan mutu pada penggunaan biodiesel. Semakin banyaknya kadar biodiesel yang ditambahkan maka semakin menurunkan kualitas bahan bakar itu sendiri. Penelitian ini menjadi penting karena akan meneliti biodiesel dari minyak biji kemiri dengan variasi prosentase biodiesel 0%, 20%, 30%, 40% dan 100%, dengan metode pengujian pembakaran difusi untuk mengetahui karakteristik nyala api seperti temperatur api, warna api dan tinggi api biodiesel menggunakan *mini glass tube* dengan variasi komposisi biosolar. Dengan metode dan variasi komposisi biodiesel ini yang nantinya akan digunakan untuk mengetahui kondisi optimum pembakaran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka rumusan masalah yang akan diangkat oleh peneliti adalah:

- a. Bagaimana pengaruh persentase campuran bahan bakar biodiesel dengan biosolar terhadap temperatur, warna dan tinggi api?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui pengaruh persentase biodiesel B0, B20, B30, B40 dan B100 terhadap temperatur, warna, dan tinggi api

1.4 Manfaat

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menambah pengetahuan tentang minyak nabati yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel
- b. Memanfaatkan biji kemiri sebagai bahan baku alternatif yang ramah lingkungan serta dapat diperbarui dalam pembuatan biodiesel

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah ditetapkan, adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Faktor kondisi temperatur, kelembapan dianggap tetap
- b. Penelitian ini menggunakan jenis biji kemiri minyak yang seragam
- c. Pengaruh angin diabaikan
- d. Faktor pengadukan bahan bakar diabaikan

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kemiri

Aleurites moluccana (L.) Willd, atau lebih dikenal dengan nama kemiri, merupakan salah satu pohon serbaguna yang sudah dibudidayakan secara luas di dunia. Setiap buah kemiri terdiri dari 2 hingga 3 biji kemiri yang berkisar berukuran 25 – 30 mm seperti yang terdapat pada gambar 2.1. Kemiri jenis ini merupakan jenis asli Indo-Malaysia dan sudah diintroduksi ke Kepulauan Pasifik sejak jaman dahulu. Di Indonesia kemiri telah lama ditanam, baik untuk tujuan komersial maupun subsisten untuk menunjang kehidupan masyarakat sehari-hari, terutama bagi masyarakat Indonesia bagian timur. Kemiri jenis ini dapat digunakan untuk berbagai tujuan; bijinya dapat digunakan sebagai bahan media penerangan, masakan dan obat-obatan, sedangkan batangnya dapat digunakan untuk kayu (Krisnawati dkk, 2011).



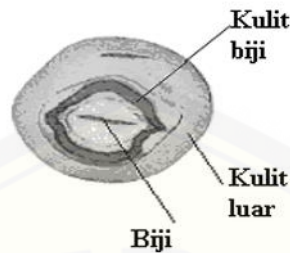
Gambar 2.1 Biji kemiri (Sumber: dokumen pribadi)

Minyak kemiri adalah bahan organik minyak yang berasal dari biji kemiri. Inti biji kemiri mengandung 57-69% minyak. Minyak kemiri mempunyai sifat mudah menguap dibandingkan dengan minyak lain. Minyak kemiri juga sering dimanfaatkan dalam industri *shampoo* dan minyak rambut (Fadhli, 2017).

Menurut Tarigan (2006), buah kemiri terdiri dari beberapa bagian seperti pada gambar 2.2 yaitu:

- a. Kulit luar (*outer bulk skin*) yang merupakan bagian paling luar (berwarna hijau atau coklat tua waktu panen);

- b. Kulit biji kemiri berwarna coklat kehitaman
- c. Bagian yang paling dalam merupakan biji kemiri yang berwarna kuning pucat



Gambar 2.2 Penampang buah kemiri (Sumber: Estrada, 2007)

2.2 Biodiesel

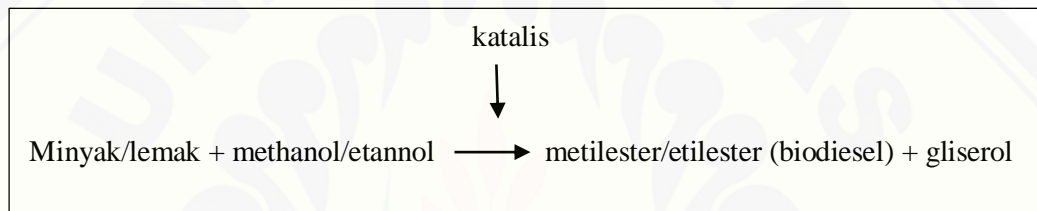
Biodiesel merupakan bahan bakar yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbarui seperti minyak sayur atau lemak hewan. Sebuah proses dari transesterifikasi lipid digunakan untuk mengubah minyak dasar menjadi ester yang diinginkan dan membuang asam lemak bebas. Setelah melewati proses ini, tidak seperti minyak sayur langsung, biodiesel memiliki sifat pembakaran yang mirip diesel (*solar*) dari minyak bumi, dan dapat menggantikannya dalam banyak kasus.

Biodiesel merupakan alternatif yang paling dekat untuk menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi transportasi utama dunia, karena biodiesel merupakan bahan bakar terbarui yang dapat menggantikan diesel petrol di mesin sekarang ini dan dapat diangkut dan dijual dengan menggunakan infrastruktur sekarang ini. Secara konsep, proses pembuatan biodiesel tidaklah rumit. Biodiesel dihasilkan melalui proses yang disebut reaksi esterifikasi asam lemak bebas atau reaksi transesterifikasi trigliserida dengan methanol dan bantuan katalis sehingga dapat menghasilkan metil ester atau etil ester asam lemak gliserol, seperti yang dijelaskan pada gambar 2.3.

Biodiesel pertama kali dikenalkan di Afrika Selatan sebelum perang dunia II sebagai bahan bakar kendaraan berat. Bahan bakar nabati biodiesel merupakan kandidat kuat sebagai bahan bakar alternatif pengganti bensin dan solar yang selama ini digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Pemerintah Indonesia

telah mencanangkan pengembangan dan implementasi bahan bakar tersebut, bukan hanya untuk menaggulangi krisis energi yang mendera bangsa namun juga sebagai salah satu solusi kebangkitan ekonomi masyarakat (Hamdi, 2016).

Biodiesel adalah salah satu bahan bakar alternatif yang memungkinkan sebagai bahan bakar pengganti yang memiliki beberapa keunggulan diantaranya mudah digunakan, ramah lingkungan (*biodegradable*), tidak beracun, dan mempunyai titik nyala yang lebih tinggi dari pada petroleum diesel sehingga lebih aman dalam penggunaannya. Biodiesel merupakan sumber daya yang dapat diperbaharui karena pada umumnya dapat diekstrak dari berbagai produk hasil pertanian dan perkebunan (Agung dkk, 2015).



Gambar 2.3 Proses transesterifikasi (sumber: Hamdi, 2016)

2.2.1 Potensi Bahan Baku Biodiesel

Pemerintah Indonesia telah memberikan pertimbangan serius untuk pengembangan biofuel dengan menerbitkan Instruksi Presiden No. 1, 2006 pada 25 Januari 2006 tentang penyediaan dan penggunaan biofuel sebagai energi alternatif.

Beberapa biofuel yang dapat dikembangkan adalah biodiesel dan bioetanol. Indonesia memiliki potensi besar untuk memproduksi biodiesel dan bioetanol, mengingat kedua biofuel tersebut dapat memperoleh manfaat dari kondisi geografis serta menggunakan sumber daya yang berasal dari tumbuhan yang tumbuh di Indonesia. Berdasarkan penelitian Badan Pengkajian dan Penerapan Sains dan Teknologi (BPPT), Indonesia memiliki lebih dari 60 jenis tanaman yang memiliki potensi sebagai alternatif energi (Habibie, 2011).

Kelapa sawit, kelapa, minyak jarak, dan pohon kapuk dapat digunakan untuk membuat biodiesel untuk menggantikan bahan bakar diesel. Gula tebu, jagung, ubi kayu, ubi jalar, dan sagu dapat menjadi sumber bioetanol sebagai

pengganti bensin. Tabel 2.1 menunjukkan contoh-contoh tanaman yang menghasilkan minyak lemak.

Tabel 2.1 Tumbuhan Indonesia penghasil minyak lemak

No	Nama Lokal	Sumber	Kadar %
1	Jarak pagar	Inti biji (kernel)	40-60
2	Kapuk/randu	Biji	24-50
3	Karet	Biji	40-50
4	Jagung	Germ	33
5	Nyamplung	Inti biji	40-73
6	Bintaro	Biji	43-64
7	Alpukat	Daging buah	40-80
8	Pagi	Dedak	20
9	Kemiri	Inti biji (kernel)	57-69
10	Wijen	Biji	45-55

Sumber: (Heyne, 1987)

2.2.2 Karakteristik Biodiesel

Biodiesel yang telah terbentuk harus memiliki standar mutu agar dapat diaplikasikan ke dalam mesin diesel. Terdapat beberapa standar mutu biodiesel dibuat melalui suatu proses ekstraksi mekanik dilanjutkan dengan proses kimia yang disebut esterifikasi ataupun transesterifikasi. Standar mutu biodiesel juga sudah ditetapkan secara nasional seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2, antara lain sebagai berikut:

Table 2.2 Standar nasional Indonesia untuk biodiesel SNI 01-4462-1998

No	Parameter	Nilai	Metoda uji
1	Massa jenis pada 15°C (kg/m ³)	850-890	ASTM D 1298
2	Viskositas kinematik pada 40 °C (mm ² /s)	2,3-6,0	ASTM D 445
3	Angka setana	Min. 51	ASTM D 613
4	Titik nyala (°C)	Min. 100	ASTM D 93
5	Titik kabut (°C)	Maks. 18	ASTM D 2500
6	Nilai kalor (kkal/ kg)	10.600-11.000	

Sumber : (Prihandana, 2007)

Karakteristik biodiesel untuk mengetahui kandungan atau kualitas dari minyak yang telah dibuat, karakteristik bahan bakar biodiesel yang perlu kita ketahui adalah:

a. Densitas

Densitas merupakan perbandingan antara rapat minyak pada suhu tertentu dengan rapat air pada suhu tertentu. Standar Nasional Indonesia untuk densitas biodiesel adalah 850-890 kg/m³.

b. Viskositas Kinematik

Viskositas perlu diketahui karena berkaitan dengan kemudahan biodiesel untuk dapat mengalir. Makin tinggi viskositas, minyak semakin kental dan lebih sulit untuk dialirkan, demikian pula sebaliknya. Syarat mutu untuk viskositas biodiesel adalah 2.3-6 mm²/s. Viskositas biodiesel yang dihasilkan melebihi batas standar sehingga perlu diproses lagi untuk menurunkannya.

c. Titik Nyala

Titik nyala merupakan suhu terendah di mana uap biodiesel yang diujikan akan menyala apabila dikenai nyala uji pada kondisi tertentu. Titik nyala ini diperlukan untuk keamanan dari penimbunan minyak dan pengangkutan bahan bakar minyak terhadap bahaya kebakaran. Standar minimal titik nyala biodiesel adalah 100 °C.

d. Nilai kalor

Nilai kalor diperlukan untuk mengetahui besar panas yang dihasilkan dalam satuan kkal/kg.

Biodiesel secara keseluruhan memiliki emisi pembakaran yang lebih rendah dibandingkan solar konvensional. Biodiesel dapat dicampur dengan bahan bakar solar karena belum ada penelitian yang dapat menggantikan solar dengan biodiesel murni (B100). Apabila solar digantikan biodiesel murni sebagai bahan bakar, maka mesin diesel yang digunakan harus dimodifikasi terlebih dahulu untuk menghindari gangguan seperti kesulitan *start up*, penyumbatan dalam filter, atau masalah lain dalam saluran bahan bakar. Beberapa sifat fisik atau kimia yang menimbulkan pencemaran emisi gas buang terdapat pada tabel 2.3.

Table 2.3 Sifat fisik/ kimia bahan bakar biodiesel dan solar

Sifat fisik/kimia	Biodiesel	Solar
SO ₂ (ppm)	0	78
NO (ppm)	37	64
NO ₂ (ppm)	1	1
CO (ppm)	10	40
Partikulat (mg/Nm ³)	0,25	5,6
Benzene (mg/Nm ³)	0,3	5,01
Toluene (mg/Nm ³)	0,57	2,31
Xylene (mg/Nm ³)	0,73	1,57
Etil benzene (mg/Nm ³)	0,3	0,73

Sumber : Setyadi, 2007

2.3 Pembuatan Biodiesel

Proses pembuatan biodiesel sangat sederhana. Biodiesel dihasilkan melalui proses yang disebut reaksi esterifikasi asam lemak bebas tergantung dari kualitas minyak nabati yang digunakan sebagai bahan baku atau reaksi transesterifikasi trigliserida dengan alkohol dengan bantuan katalis. Katalis yang digunakan untuk reaksi esterifikasi adalah asam, biasanya asam sulfat (H₂SO₄) atau asam fosfat (H₂PO₄). Proses pembuatan biodiesel secara komersial meliputi ekstraksi minyak mentah, *degumming*, esterifikasi, transesterifikasi, pencucian.

a. Ekstraksi Minyak Mentah

Langkah awal pembuatan biodiesel adalah dengan mendapatkan minyak mentah (*Crude Oil*), biasanya dilakukan dengan cara konvensional bisa dilakukan dengan ekstraksi mekanis, dengan mengepress bahan baku untuk didapatkan minyaknya.

b. *Degumming*

Degumming merupakan proses untuk memisahkan minyak dari getah yang mengandung fosfatida, protein, karbohidrat, residu, air dan sisa kotoran organik lain yang tidak diperlukan dalam proses pembuatan biodiesel. Proses *degumming* dilakukan dengan memanaskan *crude oil* dan penambahan asam fosfat dan diaduk untuk mempercepat proses *degumming* kemudian didiamkan agar kotoran mengendap.

c. Esterifikasi

Esterifikasi bertujuan untuk menghilangkan asam lemak bebas (FFA) pada minyak dengan cara mengonversi asam lemak bebas menjadi metil ester dengan katalis asam sehingga kadar FFA menjadi turun. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Turunnya kadar FFA diharapkan menekan terjadinya reaksi saponifikasi. Katalis-katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat, dan karena ini, asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis-katalis yang biasa terpilih dalam praktek industri (Soerawidjaja, 2006).

d. Transesterifikasi

Proses transesterifikasi adalah dimana alkohol akan menggantikan gugus alkohol pada struktur ester minyak dengan bantuan katalis (biasanya NaOH atau KOH). Proses transesterifikasi ini bertujuan untuk menurunkan viskositas minyak agar mendekati nilai viskositas solar biasa, sehingga memudahkan proses atomisasi atau pengkabutan yang akan menjamin kesempurnaan pembakaran di mesin diesel (Kong, 2010).

e. Pemurnian

Setelah dilakukan pengendapan dan pemisahan antara gliserol dan biodiesel dengan transesterifikasi, maka proses terakhir yang perlu dilakukan adalah pemurnian. Proses pemurnian bertujuan untuk menghilangkan solven maupun sisa dari bahan pada saat tahap sebelumnya yang tidak dibutuhkan dalam kandungan biodiesel. Proses pemurnian dilakukan dengan memanaskan biodiesel pada suhu 100°C.

2.4 Karakteristik Nyala Api

Prinsip utama dari pembakaran adalah adanya panas, fuel, dan oksidasi, bila salah satu dari ketiganya tidak terpenuhi, maka tidak akan pernah terjadi pembakaran. Pada proses pembakaran salah satu outputnya adalah warna api. Warna api dipengaruhi oleh kandungan bahan bakar dan bahan lain yang ikut terbakar.

Api yang cenderung berwarna merah disebabkan karena miskinnya oksigen dalam pembakaran tersebut sehingga menurunkan nilai kalor, sedangkan api yang memiliki warna kebiruan disebabkan oleh kayanya oksigen dalam pembakaran sehingga meningkatkan nilai kalor (Putri, 2009).

Api hidro karbon dikarakteristikan oleh radiasi yang tampak. Daerah reaksi akan terlihat biru apabila reaksi pembakaran memiliki oksigen yang cukup. Reaksi biru berasal dari eksitasi CH radikal di dalam daerah bertemperatur tinggi. Saat udara berkurang menyebabkan stoikiometrinya berkurang, daerah api akan berwarna biru-hijau yang berasal dari eksitasi C_2 . Dalam kedua jenis api OH radikal memberikan kontribusi terhadap radiasi yang tampak. Jika campuran api kaya jelaga akan terbentuk radiasi hitam. Meskipun radiasi jelaga memiliki intensitas maksimal dalam inframerah, kepekaan spectrum mata manusia menyebabkan kita melihat cahaya kuning terang (mendekati putih) akibat pudarnya emisi oranye, tergantung nyala api (Putri, 2009).

2.4.1 Tipe Mode Nyala Api

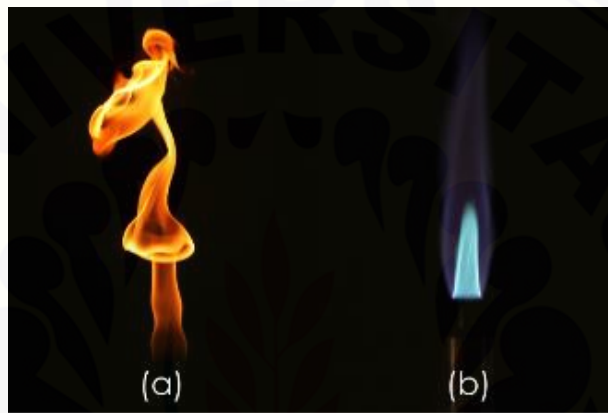
Terdapat dua mode tipe nyala api, yaitu:

a. *Premixed flame*

Pembakaran *premixed* adalah pembakaran dimana bahan bakar dan udara telah bercampur terlebih dahulu sebelum terjadinya panas. Indikasi api premix pada umumnya dilihat dari warna api yang berwarna biru. Laju pertumbuhan api tergantung dari komposisi kimia bahan bakar yang digunakan. Warna pada api premix dapat berubah-ubah tergantung rasio udara dan bahan bakar.

b. *Diffusion flame (non-premixed)*

Pembakaran *diffusion* merupakan api yang dihasilkan ketika bahan bakar dipanaskan terlebih dahulu bersamaan dengan bercampurnya oksigen. Umumnya pada nyala api difusi pengaruh udara dari luar sebagai oksidator pembakaran berpengaruh pada nyala api yang dihasilkan. Nyala difusi pada suatu pembakaran cenderung mengalami pergerakan, nyala lebih lama dan menghasilkan asap lebih banyak daripada premix.



Gambar 2.4 (a) Api Difusi (b) Api Premix (Sumber: Dhiputra, 2014)

2.5 Penelitian Sebelumnya

Tanuhita (2014) meneliti tentang pengaruh campuran biodiesel minyak biji kapas pada solar terhadap kinerja dan emisi gas buang pada mesin diesel dan didapatkan hasil bahwa pada B20 terjadi penurunan kepekatan asap dan menyebabkan kendaraan lebih ramah lingkungan, hal ini dikarenakan penambahan biodiesel mengandung banyak oksigen dan hydrogen, serta tidak adanya kandungan sulfur.

Estrada (2017) meneliti tentang pengambilan minyak kemiri dengan cara pengepresan dan dilanjutkan ekstraksi *cake oil* dan didapatkan hasil bahwa yield minyak meningkat dengan bertambahnya tekanan, sedangkan kualitas minyak tidak dipengaruhi oleh tekanan.

Annuillah (2012) meneliti tentang karakteristik biodiesel kemiri sunan (*reutealis trisperma* (blanco) airy shaw) menggunakan proses transesterifikasi dua tahap dan menunjukkan bahwa rendemen biodiesel kemiri sunan mencapai 88%

dari volume minyak. Dari 18 kriteria yang diamati, hanya residu karbon yang belum memenuhi kriteria SNI. Sedangkan untuk standar USA, yang belum memenuhi kriteria adalah residu karbon dan titik nyala.

Banjari (2015) meneliti tentang karakteristik pembakaran difusi campuran biodiesel minyak jarak pagar (*Jathropa Curcas L*) - etanol/metanol pada *mini glass tube* dan didapat hasil bahwa semakin jauh *interface* jarak penguapan bahan bakar pada *mini glass tube* nyala api dapat berlangsung lebih stabil dan apabila semakin dekat jarak *interface* penguapan bahan bakar api menjadi tidak stabil dan bahan bakar kemungkinan bisa keluar dari mulut tabung.

Cahyono (2015) meneliti tentang pengaruh campuran bioetanol dengan pertamax terhadap performa mesin motor 4 langkah 115 cc dan didapatkan kesimpulan bahwa pencampuran bioetanol pada bahan bakar pertamax dapat meningkatkan performa mesin mencapai titik maksimal pada campuran bahan bakar B20, tetapi pencampuran bioetanol diatas 20% performa cenderung akan menurun.

2.6 Hipotesa

Mengacu pada pustaka diatas hipotesis yang disampaikan dalam penelitian adalah penambahan biodiesel akan menurunkan kualitas nyala api berupa warna, tinggi, dan temperatur api dikarenakan biodiesel memiliki viskositas yang lebih besar dan menyebabkan pembakaran tidak sempurna.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang digunakan untuk menguji pengaruh pencampuran biodiesel minyak kemiri terhadap kualitas api difusi menggunakan *mini glass tube burner*. Penelitian ini akan membandingkan karakteristik api biodiesel minyak kemiri murni dengan campuran biosolar dengan kadar biodiesel 0%, 20%, 30%, 40% dan 100% dengan variasi debit 2 ml/jam, 4 ml/jam, 6 ml/jam berupa warna api, tinggi api dan temperatur api.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

a. Pembuatan bahan dan alat

Proses pembuatan biodiesel minyak kemiri dan pembuatan alat uji pembakaran difusi dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

a. Pengujian karakteristik biodiesel

Pengujian karakteristik biodiesel dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Malang

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih empat bulan selama bulan September 2018- Desember 2018

Table 3.1 *Time line* penelitian

No	Kegiatan	Waktu			
		September	Oktober	November	Desember
1	Studi literatur	■			
2	Pembuatan biodiesel		■		
3	Pembuatan alat pengujian			■	
4	Pengujian				■

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Pembuatan Biodiesel

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- *Mesin press hidrolis jack 20 ton*
- *Heater*
- Gelas beaker
- Panci
- Gelas plastik
- Sarung tangan latex
- *Thermometer*
- *Stopwatch*
- *Oven*
- *Magnetic stirrer Max Blend 5 lt*
- Gelas ukur
- *Pipet filler*
- Botol plastik
- Neraca digital
- *Thermostat*
- Kompor gas

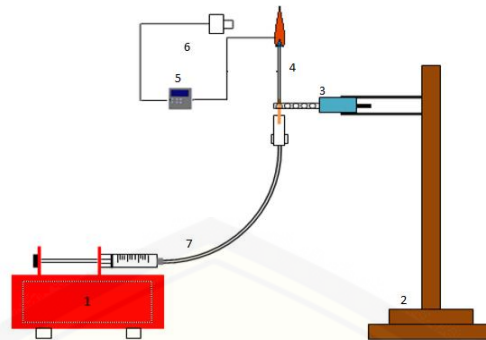
3.3.2 Bahan Pembuatan Biodiesel

Adapun bahan penelitian yang digunakan adalah:

- Biji kemiri (*aleurites moluccana*)
- Kalium hidroksida (KOH)
- Metanol (CH₃OH)
- Asam cuka / asam asetat 25 % (C₂H₄O₂)
- Air (H₂O)

3.3.3 Alat Pengujian Karakteristik Api

Alat pengujian ini menggunakan mini glass tube yang digunakan oleh (Banjari dkk, 2015) dalam penelitiannya “Karakteristik Pembakaran Difusi Campuran Biodiesel Minyak Jarak Pagar (*Jathropha Curcas L*)- Etanol/Methanol Pada Mini Glass Tube” :



Gambar 3.1 Instalasi penelitian (Sumber: Banjari, 2015)

Keterangan:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1. <i>syringe pump SP5 EX</i> | 5. termokopel |
| 2. batang penyangga | 6. kamera <i>cannon kiss-X7</i> |
| 3. <i>heater</i> | 7. selang bahan bakar |
| 4. <i>Mini glass tube burner</i> | |

3.3.4 Bahan Pengujian Karakteristik Pembakaran

Adapun bahan yang digunakan pengujian karakteristik api difusi adalah:

- Biodiesel kemiri (*aleurites moluccana*)
- Biosolar

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variable bebas yaitu variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. Variabel bebas yang akan digunakan adalah:

- a. B0 (biosolar 100%)
- b. B20 (biodiesel 20% biosolar 80%)
- c. B30 (biodiesel 30 % biosolar 70%)
- d. B40 (biodiesel 40% biosolar 60%)
- e. B100 (biodiesel 100%)

3.4.2 Variabel Terikat

Variable terikat adalah variable yang besarnya tidak dapat ditentukan sepenuhnya oleh peneliti, tetapi besarnya tergantung pada variable bebasnya.

Penelitian ini mempunyai variabel terikat yang meliputi data- data yang diperoleh pada pengujian pencampurann biodiesel dengan biossolar meliputi:

- a. Warna api
- b. Temperatur api pembakaran
- c. Tinggi api

3.4.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dipertahankan konstan pada setiap pengujian penelitian. Variable control yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu yang diberikan oleh heater pada *glass tube* yaitu 200°C

3.5 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang dipergunakan dalam pengujian ini meliputi:

- a. Data primer, merupakan data yang diperoleh secara langsung dari pengujian pembakaran
- b. Data sekunder, merupakan data yang diperoleh dari perhitungan hasil pengujian pembakaran

3.6 Tahap Pembuatan Biodiesel Minyak Kemiri

Pembuatan biodiesel dari minyak kemiri adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan biji kemiri
- b. Memanaskan biji kemiri pada suhu 50 °C selama 40 menit menggunakan *oven*
- c. Mengepres biji kemiri hingga mengeluarkan minyak (*crude oil*) menggunakan *hidrolik press*
- d. Menyiapkan air pada panci
- e. Memanaskan air pada suhu 60 °C– 70 °C menggunakan *heater*
- f. Menambahkan thermostat pada heater agar suhu air tidak terus bertambah panas
- g. Menyiapkan minyak kemiri sebanyak 150 ml pada gelas beaker
- h. Memanaskan minyak kemiri sampai suhu 60 °C yang dimasukkan dalam air yang dipanaskan sebelumnya

- i. Menyiapkan KOH 2,25 gr dan methanol 50 ml yang dicampur dan menjadi larutan homogen
- j. Menambahkan larutan KOH dan methanol kedalam minyak yang sedang dipanaskan
- k. Menyalakan *magnetic stirrer* hingga batu magnet berputar dan mengaduk larutan minyak
- l. Mematikan *magnetic stirrer* setelah 60 menit
- m. Mendinginkan larutan minyak pada gelas plastik selama 24 jam hingga terpisah gliserol dengan metil ester (biodiesel)
- n. Memisahkan endapan gliserol dengan biodiesel
- o. Mengukur dan mencatat berat masing gliserol dan biodiesel
- p. Memasak air dengan asam cuka / asam asetat 25 % ($C_2H_4O_2$) pada panci menggunakan kompor gas dengan perbandingan 1000 : 5 (1000 ml air : 5 ml asam cuka) hingga suhu $100^{\circ}C$
- q. Mencampurkan biodiesel dengan larutan cuka ke dalam botol plastik dengan perbandingan 1:2 (50 ml biodiesel dan 100 ml larutan cuka)
- r. Mendinginkan selama 24 jam sehingga terpisah biodiesel dengan larutan cuka
- s. Memisahkan larutan cuka dengan biodiesel menggunakan *pipet filler*
- t. Memanaskan biodiesel dengan suhu $100^{\circ}C$ menggunakan panci dan kompor gas tanpa campuran apapun
- u. Mendinginkan dan mencatat hasil biodiesel dan siap digunakan

3.7 Tahap Pembuatan Alat Uji Karakteristik Api Difusi

Proses pembuatan alat diawali dengan mempersiapkan alat sekaligus merangkai alat. Berikut langkah- langkah pembuatan alat uji karakteristik api difusi:

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan
- b. Melilit kawat nikelin sepanjang 25 mm pada mini glass tube dengan jarak 0,5 cm dari mulut *mini glass tube*
- c. Menyambung heater pada aliran listrik yang diatur dengan suhu $200^{\circ}C$
- d. Meletakkan *mini glass tube* dan heater pada tiang penyangga

- e. Termokopel ditempelkan pada penggaris sebanyak 3 titik untuk mengetahui suhu dari daerah nyala api dari bentuk visual nyala api yang muncul
- f. Mengatur debit pada *syringe pump*
- g. Menghubungkan selang silikon dari *syringe pump* menuju *mini glass tube* sebagai media untuk mengalirkan bahan bakar
- h. Menyiapkan kamera pada tripod untuk mengambil visualisasi api

3.8 Tahapan Pengambilan dan Pengolahan Data

3.8.1 Tahap Pengambilan Uji Karakteristik Bahan Bakar

Pengujian karakteristik bahan bakar dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Universitas Brawijaya, Malang. Data yang diambil dari uji karakteristik bahan bakar ada 4 seperti yang tertera pada tabel 3.2, yaitu :

Table 3.2 Data karakteristik bahan bakar B100

Metode uji	Satuan	Nilai
Nilai kalor	kalori/gram	
Mass jenis	gr/ml (15°C)	
Viskositas	cst (40°C)	
Flash point	°C	

3.8.2 Tahap Penyiapan Tempat Pengujian Pembakaran Biodiesel

Tahap pengujian pembakaran biodiesel, penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember dengan keadaan cahaya gelap.

3.8.3 Tahap Pengujian Temperatur Api



Gambar 3.2 Posisi termokopel saat pengujian (Sumber: dokumen pribadi)

- a. Mempersiapkan bahan bakar yang digunakan dicampurkan terlebih dahulu dan diaduk sampai benar- benar bercampur sehingga diperoleh B0, B20, B30, B40, B100
- b. Mengatur debit pada *syringe pump* dengan variasi 2 ml/jam, 4 ml/jam, 6 ml/jam
- c. Memanaskan bahan bakar yang mengalir dari syringe pump pada heater hingga menguap untuk dicampur dengan udara sehingga api menyala
- d. Menyalakan api di *mini glass tube*
- e. Mencatat suhu pada titik 1, 2, 3 pada termokopel (seperti pada gambar 3.2)
- f. Mematikan api
- g. Melakukan percobaan sebanyak 3 kali dengan komposisi yang sama
- h. Mencatat hasil yang disajikan dalam tabel 3.3, tabel 3.4 dan tabel 3.5

Tabel 3.3 Temperatur api pada debit 2 ml/jam

Bahan bakar	Titik	Percobaan 1	Percobaan 2	Perconbaan 3	Rata- rata
B0	1				
	2				
	3				
B20	1				
	2				
	3				
B30	1				
	2				
	3				
B40	1				
	2				
	3				
B100	1				
	2				
	3				

Tabel 3.4 Temperatur api pada debit 4 ml/jam

Bahan bakar	Titik	Percobaan 1	Percobaan 2	Perconbaan 3	Rata- rata
B0	1				
	2				
	3				
B20	1				
	2				
	3				
B30	1				
	2				
	3				
B40	1				
	2				
	3				
B100	1				
	2				
	3				

Tabel 3.7 Nilai RGB bahan bakar pada debit 4 ml/jam

Bahan Bakar	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3		Rata- Rata	
	Merah	Biru	Merah	Biru	Merah	Biru	Merah	Biru
B0								
B20								
B30								
B40								
B100								

Tabel 3.8 Nilai RGB bahan bakar pada debit 6 ml/jam

Bahan Bakar	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3		Rata- Rata	
	Merah	Biru	Merah	Biru	Merah	Biru	Merah	Biru
B0								
B20								
B30								
B40								
B100								

Setelah disajikan dalam bentuk table 3.2 kemudian dilakukan perhitungan persentase warna api merah dan biru menggunakan persamaan 3.1

$$p = \frac{R(b)}{R(b)+R(m)} \times 100 \quad 3.1$$

Keterangan:

P = Persentase warna

R (b) = Jumlah RGB biru

R (a) = Jmlah RGB merah

3.8.5 Tahap Pengujian Tinggi Api

- Mempersiapkan bahan bakar yang digunakan dicampurkan terlebih dahulu dan diaduk sampai benar- benar bercampur
- Biodisel dicampur hingga terbentuk B0, B20, B30, B40, B100
- Mengatur debit pada *syringe pump* dengan variasi 2 ml/jam, 4 ml/jam, 6 ml/jam
- Memaskan bahan bakar yang mengalir dari *syringe pump* pada *heater* hingga menguap untuk dicampur dengan udara sehingga api menyala
- Menyalakan api di *mini glass tube*
- Mengambil visualisasi nyala api mematikan api, mematikan *syringe pump*
- Melakukan percobaan sebanyak 3 kali dengan komposisi yang sama

- h. Pengukuran menggunakan *software image-J* kemudian melakukan analisa gambar
- i. Menyajikan hasil pengujian pada tabel 3.9, tabel 3.10 dan tabel 3.11

Tabel 3.9 Data tinggi nyala api pada debit 2 ml/jam

Bahan Bakar	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata- Rata
B0				
B20				
B30				
B40				
B100				

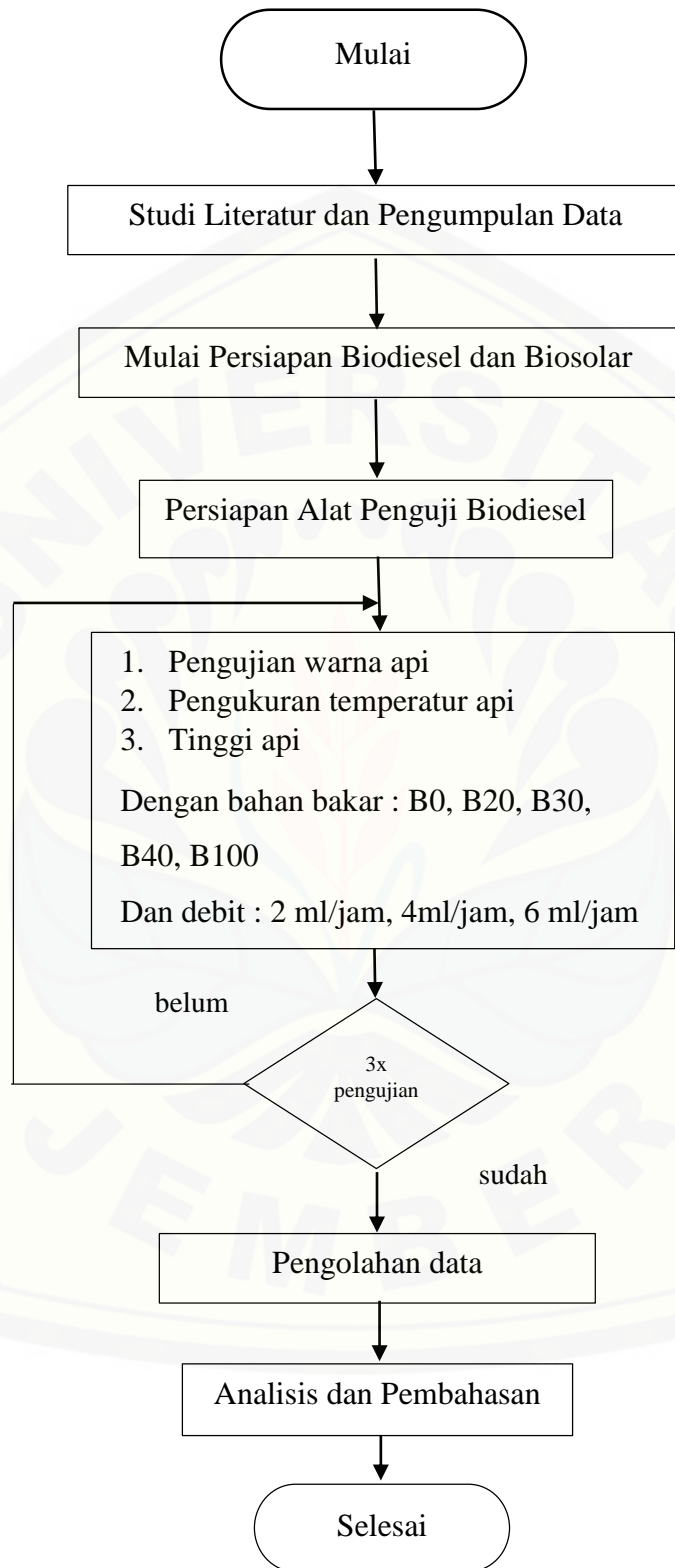
Tabel 3.10 Data tinggi nyala api pada debit 4 ml/jam

Bahan Bakar	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata- Rata
B0				
B20				
B30				
B40				
B100				

Tabel 3.11 Data tinggi nyala api pada debit 6 ml/jam

Bahan Bakar	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata- Rata
B0				
B20				
B30				
B40				
B100				

3.9 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

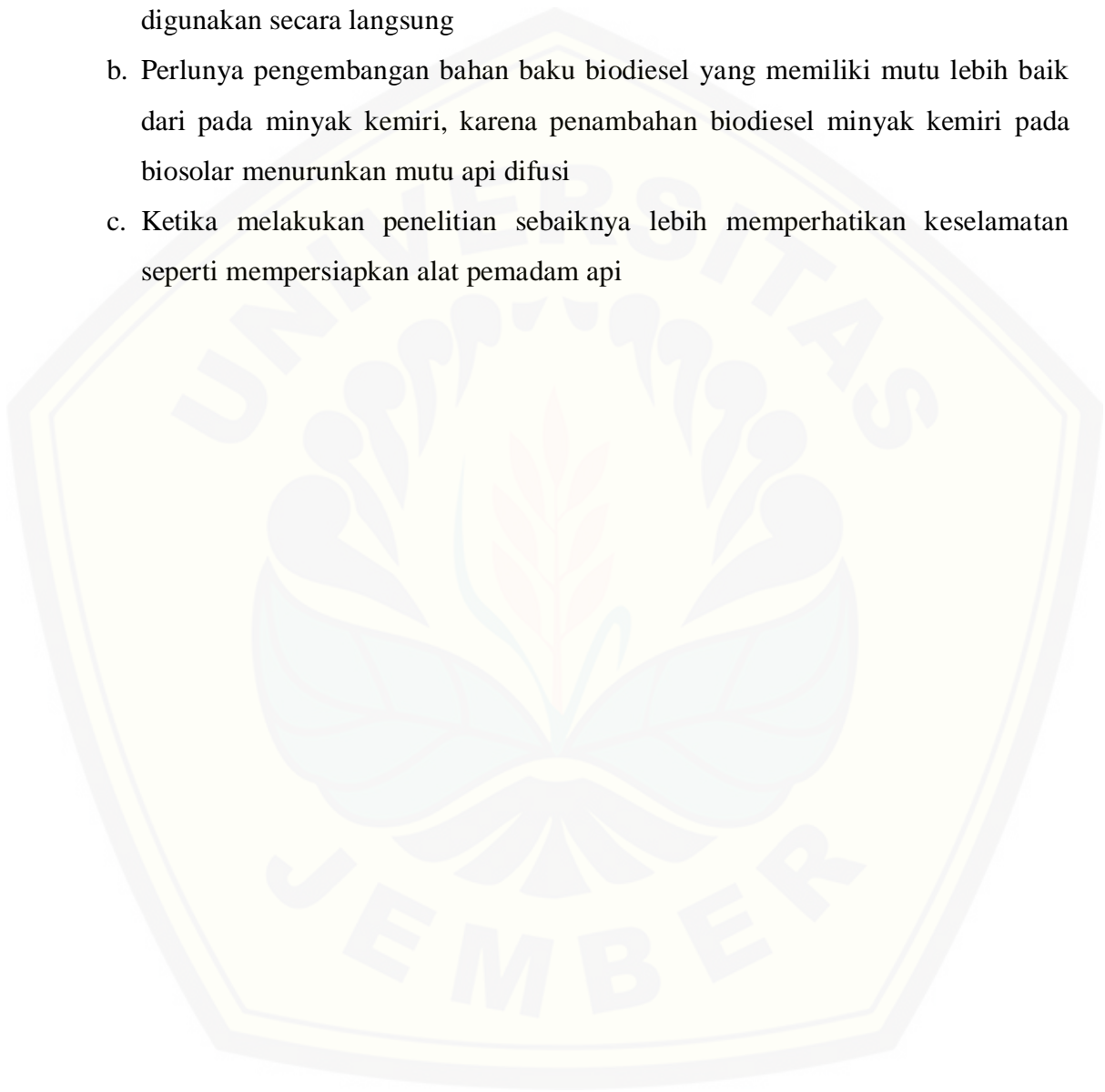
Berdasarkan hasil dan pembahasan analisis pada bab empat, maka pada penelitian kali ini dapat diambil kesimpulan:

- a. Pada hasil pengukuran temperatur, terjadi penurunan suhu pada penambahan persentase biodiesel yang berlebih seperti pada B40 dan B100, hal ini terjadi karena banyaknya persentase biodiesel yang ditambahkan menyebabkan berkurangnya nilai kalor bahan bakar
- b. Dari hasil pembakaran biodiesel terjadi peningkatan persentase warna merah karena penambahan persentase biodiesel terutama pada B40 dan B100 tetapi mengalami penurunan pada B30, hal ini terjadi karena B40 dan B100 meningkatkan nilai viskositas yang menyebabkan bahan bakar teroksidasi lebih lambat dan menyebabkan api cenderung merah karena tidak terjadi pembakaran sempurna
- c. Hasil pengujian tinggi api didapatkan bahwa semakin banyak persentase biodiesel yang ditambahkan menyebabkan api mengecil seperti pada B40 dan B100, hal ini dipengaruhi oleh besarnya nilai densitas biodiesel yang menyebabkan bahan bakar sukar teroksidasi
- d. Peningkatan tinggi dan temperatur api terus terjadi pada penambahan biodiesel (B0, B20 dan B30), tetapi mengalami penurunan pada penambahan selanjutnya (B40 dan B100). Sedangkan pada pengujian warna api terus mengalami peningkatan warna merah tetapi terjadi penurunan pada B30. Hal ini terjadi karena komposisi biodiesel pada B40 dan B100 yang tinggi menyebabkan tinggi pula nilai viskositas, densitas dan nilai kalor bahan bakar
- e. Penggunaan biosolar dengan penambahan biodiesel masih dapat dilakukan, tetapi dengan persentase biodiesel yang tidak lebih dari 30%, karena setelah melebihi persentase ini cenderung akan menyulitkan proses pembakaran

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan pada penelitian kali ini adalah:

- a. Penelitian ini masih memerlukan banyak percobaan hingga didapatkan mutu biodiesel yang sama dengan mutu biosolar, sehingga biodiesel dapat digunakan secara langsung
- b. Perlunya pengembangan bahan baku biodiesel yang memiliki mutu lebih baik dari pada minyak kemiri, karena penambahan biodiesel minyak kemiri pada biosolar menurunkan mutu api difusi
- c. Ketika melakukan penelitian sebaiknya lebih memperhatikan keselamatan seperti mempersiapkan alat pemadam api



DAFTAR PUSTAKA

- Agung, A., I. Gusti, dan I. Made. 2015. *Pengujian Performance Biodiesel Biji Alpukat Ditinjau Dari Karakteristik Panjang Penyemprotan dan Ukuran Butiran*. Universitas Udayana, Bali.
- Aunillah, A. dan Pranowo, D. (2012). *Karakteristik Biodiesel Kemiri Sunan (Reutealis Trisperma (Blanco) Airy Shaw) Menggunakan Proses Transesterifikasi Dua Tahap*. Buletin RISTRI 3: 192–200.
- AlBanjari, M. A., L. Yuliati, dan A. A. Sonief. 2015. *Karakteristik Pembakaran Difusi Campuran Biodiesel Minyak Jarak Pagar (Jathropa Curcasl) - Etanol/Metanol pada Mini Glass Tube*. Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Malang.
- Cahyono. 2015. *Pengaruh Campuran Bioetanol Dengan Pertamina Terhadap Performa Mesin Motor 4 Langkah 115 CC*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Chen, J. X., Z. L. Peng, dan Y. J. Cheng. 2008. *Characteristics Of Liquid Ethanol Diffusion Flames From Mini Tube Nozzles*. ScienceDirect Journal. 460-466.
- Dhiputra., I. M. Kartika, dan A. S. Auzani. 2014. *Analisis Pengaruh Variasi Medan Magnet Terhadap Karakteristik Nyala Api Difusi Bahan Bakar LPG*. Laboratorium Termodinamika, Department Teknik Mesin, Universitas Indonesia. Depok.
- Sumangat, D. dan T. Hidayat. 2008. *Karakteristik Metil Ester Minyak Jarak Pagar Hasil Proses Transesterifikasi Satu Dan Dua Tahap*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Duke, J. A. 1983 *Handbook Of Energy Crops*. (diakses pada 23 Oktober 2018).
www.hort.purdue.edu

Elevitch, C.R. dan H. I. Manner. 2006. *Traditional tree initiative: species profiles for Pacific Islands agroforestry*. Aleurites-kukui.pdf (23 Oktober 2018).
www.agroforestry.net

Estrada, F., R. Gusmao, dan M. N. Indraswati. 2007. *Pengambilan Minyak Kemiri Dengan cara Pengepresan dan Dilanjutkan Ekstraksi Cake Oil*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala. Surabaya. *Widya Teknik* Vol. 6, No. 2, 2007 (121-130).

Fadhli, H., T. fauzi, dan Azhar. 2017. *Analisis Keuntungan Agroindustri Pengolahan Miyak Kemiri di Kecamatan Ulee Kareng*. Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian. Universitas Syiah Kuala Banda. Aceh.

Faizal., E. A.S. Widodo, Dan M.N. Sasongko. 2016. *Pengaruh Variasi Lip Thickness Pada Nozzle Terpancung Terhadap Karakteristik Api Pembakaran Difusi Concentric Jet Flow*. Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Malang.

Habibie, S. 2011. *Prospek Biofuel sebagai Bahan Bakar Transportasi Darat di Indonesia*. Kasus Jakarta. Majalah Pengkajian Industri, Vol 2 No. 2, Agustus 2011, p145-154.

Hamdi. 2016. *Energi Terbarukan*. Jakarta: Kencana.

Hasenhuttl, G. 2005. *Fats and Fatty Oils, Kirk– Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jilid I dan II. Jakarta Pusat:
Koperasi karyawan Departemen Kehutanan

Joelianingsih., M. I. Alghifari, dan F. M. Antika. 2016. *Sintesis Biodiesel dari Minyak Kemiri Sunan dengan Katalis Homogen Melalui Reaksi Esterifikasi dan Transesterifikasi Secara Bertahap*. Program Sudi Teknik Kimia. Institut Teknologi Indonesia.

Knothe, G. 2005. *Dependence Of Biodiesel Fuel Properties On The Structure Of Fatty Acid Alkyl Esters*, "Fuel Processing Technology", Volume 86, Issue 10, 25 June, PP. 10591070.

Kong, T. G. 2010. *Peran biomassa bagi energi terbarukan, pengantar solusi pemanasan global yang ramah lingkungan*. Jakarta: PT Elex Media Komputinti.

Krisnawati, H., M. Kallio, dan Kanninen, M. 2011. *Aleurites moluccana (L.) Willd.: Ekologi, Silvikultur Dan Produktivitas*. Bogor: CIFOR.

Listyati, D. 2009. *Proses dan Biaya Produksi Biodiesel dan Kemiri Sunan (Aleurites trisperma Blanco)*. Kemiri Sunan Penghasil Biofuel : Solusi Masalah Energi Masa Depan. Puslitbangbun. Badan Litbang Pertanian. hlm 166-180.

Mahandri, C. P. 2010. *Fenomena Flame Lift-Up pada Pembakaran Premixed Gas Propana*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Mahlinda, M. dan M. Busthan. 2017. *Transesterifikasi In Situ Biji Kemiri (Aleurites moluccana L) Menggunakan Metanol Daur Ulang dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik In Situ Transesterification of Candle Nut (Aleurites*

moluccana L) using Recovered Methanol by Sonication. Balai Riset dan Standardisasi Industri Banda Aceh. Indonesia.

Nathasya, P. 2008. *Sintesis Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Biji Kemiri (Aleurites Moluccana) Hasil Ekstraksi Melalui Metode Ultrasonik*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Depok.

BRDST-BPPT. 2006. *Pengembangan Biodiesel sebagai Energy Alternatif*.

Prihandana., Rama dan H. Roy. 2007. *Energy Hijau, Pilihan Bijak Menuju Negeri Mandiri Energi*. Jakarta.

Prihandana., R. Hendroko, Dan M. Nuramin. 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah- Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Agromedia Pustaka. Indonesia.

Rachman, N. A. 2016. *Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Tembakau Dengan Campuran CaO Dan SrO Sebagai Katalis Heterogen*. Universitas Jember. Jember.

Rosman, R. dan E. Djauhariya. 2006. *Status Teknologi Budidaya Kemiri*. Edisi Khusus. *Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik 2*: 55–66.

Setyadji. 2005. *Pembuatan Metil Ester (Bio-Diesel) dari Minyak Jarak Pagar dan Metanol dengan Katalisator Natrium Hidroksida*. ISSN 0216 – 3128.

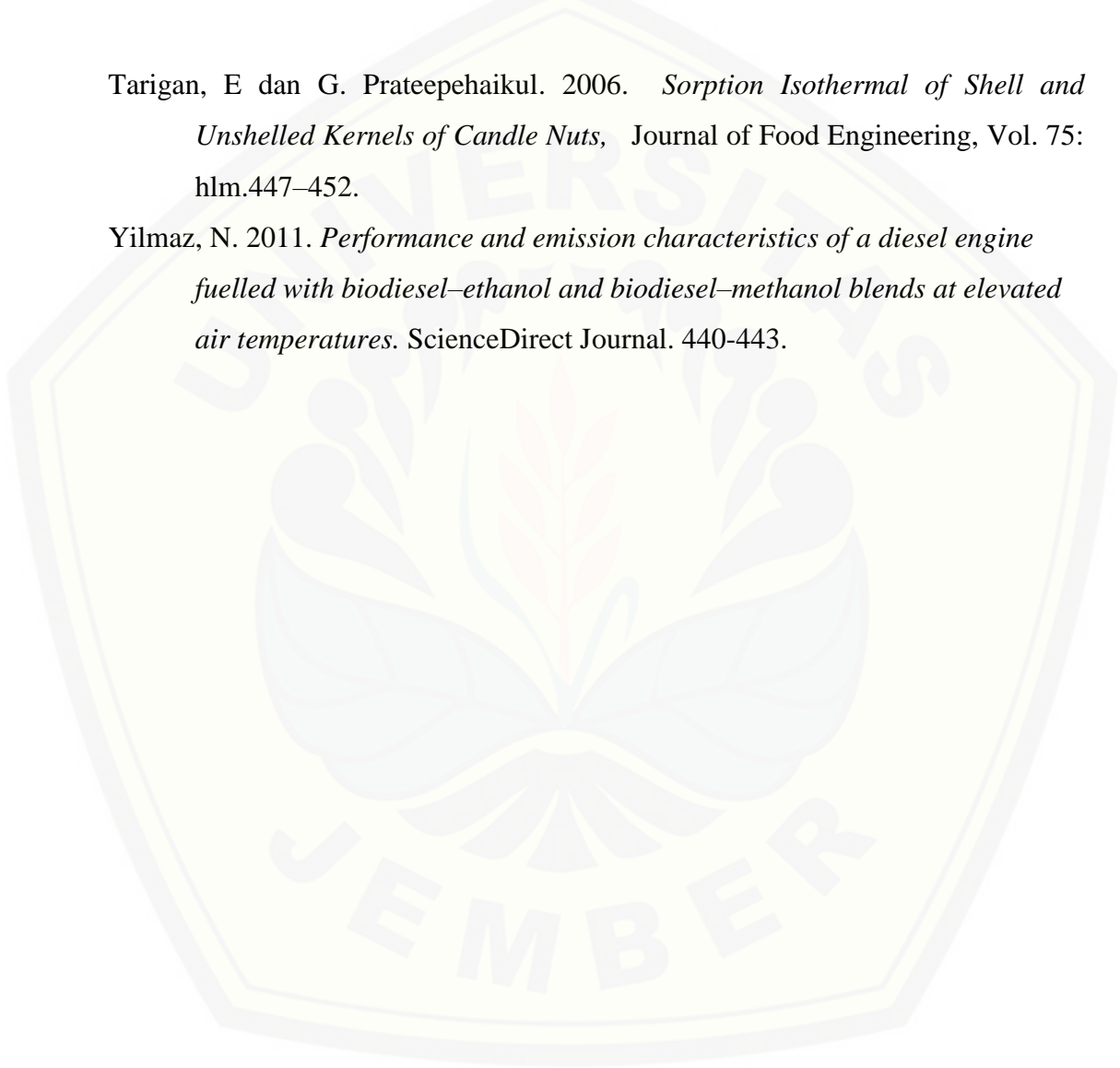
Soerawidjaja, T. H. 2006. *Minyak-lemak dan produk-produk kimia lain dari kelapa*. *Handout kuliah Proses Industri Kimia*. Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.

Standar Nasional Indonesia, Minyak Kemiri, *SNI 01-4462-1998*. 2006.

Tanuhita, B. dan Muhaji. 2014. *Pengaruh Campuran Biodiesel dari Minyak Biji Kapas pada Solar Terhadap Kinerja dan Emisi Gas Buang pada Mesin Diesel*. Teknik, Mesin. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.

Tarigan, E dan G. Pratepehaikul. 2006. *Sorption Isothermal of Shell and Unshelled Kernels of Candle Nuts*, *Journal of Food Engineering*, Vol. 75: hlm.447–452.

Yilmaz, N. 2011. *Performance and emission characteristics of a diesel engine fuelled with biodiesel–ethanol and biodiesel–methanol blends at elevated air temperatures*. *ScienceDirect Journal*. 440-443.



LAMPIRAN 4.1.1 HASIL PENGUJIAN KARAKTERISTIK BIODIESEL

1. Hasil Pengujian Karakteristik Biodiesel



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA
 FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN
LABORATORIUM MOTOR BAKAR
 Jl. MayjenHaryono 167 Malang 65145 Telp. 0341-554291 pes.1222
 Web : motorbakar.ub.ac.id Email : Laboratoriummotorbakar62@gmail.com



Surat Hasil Pengujian / Analisa

Nama Mahasiswa : Radinal Raka Ravsan Zanni
 NIM : 171910101123
 Jurusan : Teknik Mesin
 Fakultas : Teknik
 Universitas : Jember
 Tanggal Penerimaan : 08 Oktober 2018
 Tanggal Pengerjaan : 08 Oktober 2018
 Analisa / Uji : Nilai kalor, Massa jenis, Viskositas dan Flash Point
 Nama Bahan : Biodiesel Kemiri

No	Metode Uji	Nilai
1	Nilai Kalor (kalori / gram)	9324.853
2	Massa Jenis (gr / ml) (15 °C)	0.881
3	Viskositas (cst) (40 °C)	5.824
4	Flash Point (° C)	167

Malang , 08 Oktober 2018

Teknisi Laboratorium Motor Bakar

Eko Slamet mujiyanto

NIK. 200609 810228 1 001

2. Karakteristik Biosolar Pertamina

SPESIFIKASI SOLAR/ BIOSOLAR

NO.	KARAKTERISTIK	SATUAN	BATASAN		METODE UJI	
			MIN	MAKS	ASTM	LAIN
1.	Bilangan Cetana Angka Setana atau Indeks Setana	-	48	-	D 613	
		-	45	-	D 4737	
2.	Berat Jenis @ 15 °C	kg/m ³	815	860	D 1298 / D 4052	
3.	Viskositas @ 40 °C	mm ² /sec	2,0	4,5	D 445	
4.	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,35 ¹⁾	D 2622 / D 5453 / D 4294 / D 7039	
		-	-	0,30 ²⁾		
		-	-	0,25 ³⁾		
		-	-	0,05 ⁴⁾		
		-	-	0,005 ⁵⁾		
5.	Distilasi 90 % vol. penguapan	°C	-	370	D 86	
6.	Titik Nyala	°C	52	-	D 93	
7.	Titik Tuang	°C	-	18	D 97	
8.	Residu Karbon	% m/m	-	0,1	D 4530 / D 189	
9.	Kandungan Air	mg/kg	-	500	D 6304	
10.	Biological Growth ⁶⁾	-	Nihil			
11.	Kandungan FAME ⁷⁾	% v/v	-	-		
12.	Kandungan metanol ⁷⁾	% v/v	Tak terdeteksi		D 4815	
13.	Korosi Bilah Tembaga	merit	-	Kelas 1	D 130	
14.	Kandungan Abu	% v/v	-	0,01	D 482	
15.	Kandungan Sedimen	% m/m	-	0,01	D 473	
16.	Bilangan Asam Kuat	mgKOH/gr	-	0	D 664	
17.	Bilangan Asam Total	mgKOH/gr	-	0,6	D 664	
18.	Partikulat	mg/l	-	-	D 2276	
19.	Penampilan Visual	-	Jernih & Terang			
20.	Warna	No. ASTM	-	3,0	D 1500	
21.	Lubricity (HFRR wear scar dia. @ 60 °C)	micron	-	460 ⁸⁾	D 6079	

⁷⁾Kandungan FAME mengacu pada Peraturan Menteri ESDM No. 25 tahun 2013 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga bahan Bakar Nabati (Biofuel) Sebagai Bahan Bakar Lain.

Catatan umum:

- Additive harus kompatibel dengan minyak mesin (tidak menambah kekotoran/kerak). Additive yang mengandung komponen pembentuk abu (ash forming) tidak diperbolehkan.
- Penanganan (handling) harus dilakukan secara baik untuk mengurangi kontaminasi (debu, air, bahan bakar lain, dll).
- Petabelan pada pompa harus memadai dan terdefinisi.

Catatan kaki:

- 1) Batasan 0,35% m/m setara dengan 3.500 ppm. Berlaku tahun 2015.
- 2) Batasan 0,30% m/m setara dengan 3.000 ppm. Berlaku mulai 1 Januari tahun 2016.
- 3) Batasan 0,25% m/m setara dengan 2.500 ppm. Berlaku mulai 1 Januari tahun 2017.
- 4) Batasan 0,05% m/m setara dengan 500 ppm. Berlaku mulai 1 Januari tahun 2021.
- 5) Batasan 0,005% m/m setara dengan 50 ppm. Berlaku mulai 1 Januari tahun 2025.
- 6) Berlaku mulai 1 Januari 2016

LAMPIRAN 4.1.2 WARNA API

1. Biosolar Murni (B0)

a. Pengujian dengan debit 2 ml/hr



Gambar A1.1 Pengujian warna api biosolar murni pada debit 2 ml/hr

Tabel A1.1 Pengujian 1 nilai RGB biosolar murni pada debit 2 ml/hr

No	Label	Mean
1	Red	174,347
2	Blue	120,673

Dari tabel A1.1 didapatkan bahwa jumlah rata-rata nilai RGB merah yaitu 174,347 dan RGB biru yaitu 120,673. Kedua jumlah RGB warna merah dan RGB warna biru dijumlahkan didapatkan nilai 295,02. Untuk menghitung persentase warna api digunakan rumus sebagai berikut:

Persentase warna merah:

$$\frac{174,347}{295,02} \times 100 = 59,09 \%$$

Persentase warna biru:

$$\frac{120,673}{295,02} \times 100 = 40,9 \%$$

- Pengujian 2

Tabel A1.2 Pengujian 2 nilai RGB biosolar murni pada debit 4 ml/hr

No	Label	Mean
1	Red	199,895
2	Blue	133,810

Dari tabel A1.2 didapatkan bahwa jumlah rata-rata nilai RGB merah yaitu 199,895 dan RGB biru yaitu 133,810. Kedua jumlah RGB warna merah dan RGB warna biru dijumlahkan didapatkan nilai 333,705. Untuk menghitung persentase warna api digunakan rumus sebagai berikut:

Persentase warna merah:

$$\frac{199,895}{333,705} \times 100 = 59,901 \%$$

Persentase warna biru:

$$\frac{133,810}{333,705} \times 100 = 40,098 \%$$

- Pengujian 3

Tabel A1.3 Pengujian 3 nilai RGB biosolar murni pada debit 4 ml/hr

No	Label	Mean
1	Red	215,237
2	Blue	158,027

Dari tabel A1.3 didapatkan bahwa jumlah rata-rata nilai RGB merah yaitu 215,237 dan RGB biru yaitu 158,027. Kedua jumlah RGB warna merah dan RGB warna biru dijumlahkan didapatkan nilai 373,264. Untuk menghitung persentase warna api digunakan rumus sebagai berikut:

Persentase warna merah:

$$\frac{215,237}{373,264} \times 100 = 57,663 \%$$

Persentase warna biru:

$$\frac{158,027}{373,264} \times 100 = 42,336 \%$$

b. Pengujian dengan debit 4 ml/hr



Gambar A1.2 Pengujian warna api biosolar murni pada debit 4 ml/hr

Tabel A1.4 Pengujian 1 nilai RGB biosolar murni pada debit 4 ml/hr

No	Label	Mean
1	Red	207,230
2	Blue	143,882

Dari tabel A1.4 didapatkan bahwa jumlah rata-rata nilai RGB merah yaitu 207,230 dan RGB biru yaitu 143,882. Kedua jumlah RGB warna merah dan RGB warna biru dijumlahkan didapatkan nilai 351,112. Untuk menghitung persentase warna api digunakan rumus sebagai berikut:

Persentase warna merah:

$$\frac{207,230}{351,112} \times 100 = 59,021 \%$$

Persentase warna biru:

$$\frac{143,882}{351,112} \times 100 = 40,978 \%$$

- Pengujian 2

Tabel A1.5 Pengujian 2 nilai RGB biosolar murni pada debit 4 ml/hr

No	Label	Mean
1	Red	199,895
2	Blue	133,810

Dari tabel A1.5 didapatkan bahwa jumlah rata-rata nilai RGB merah yaitu 199,895 dan RGB biru yaitu 133,810. Kedua jumlah RGB warna merah dan RGB warna biru dijumlahkan didapatkan nilai 333,705. Untuk menghitung persentase warna api digunakan rumus sebagai berikut:

Persentase warna merah:

$$\frac{199,895}{333,705} \times 100 = 59,901 \%$$

Persentase warna biru:

$$\frac{133,810}{333,705} \times 100 = 40,098 \%$$

- Pengujian 3

Tabel A1.6 Pengujian 3 nilai RGB biosolar murni pada debit 4 ml/hr

No	Label	Mean
1	Red	215,237
2	Blue	158,027

Dari tabel A1.6 didapatkan bahwa jumlah rata-rata nilai RGB merah yaitu 215,237 dan RGB biru yaitu 158,027. Kedua jumlah RGB warna merah dan RGB warna biru dijumlahkan didapatkan nilai 373,264. Untuk menghitung persentase warna api digunakan rumus sebagai berikut:

Persentase warna merah:

$$\frac{215,237}{373,264} \times 100 = 57,663 \%$$

Persentase warna biru:

$$\frac{158,027}{373,264} \times 100 = 42,336 \%$$

c. Pengujian dengan debit 6 ml/hr



Gambar A1.3 Pengujian warna api biosolar murni pada debit 6 ml/hr

Tabel A1.7 Pengujian 1 nilai RGB biosolar murni pada debit 6 ml/hr

No	Label	Mean
1	Red	198,334
2	Blue	136,144

Dari tabel A1.7 didapatkan bahwa jumlah rata-rata nilai RGB merah yaitu 198,334 dan RGB biru yaitu 136,144. Kedua jumlah RGB warna merah dan RGB warna biru dijumlahkan didapatkan nilai 334,478. Untuk menghitung persentase warna api digunakan rumus sebagai berikut:

Persentase warna merah:

$$\frac{198,334}{334,478} \times 100 = 59,296 \%$$

Persentase warna biru:

$$\frac{136,144}{334,478} \times 100 = 40,703 \%$$

- Pengujian 2

Tabel A1.8 Pengujian 2 nilai RGB biosolar murni pada debit 6 ml/hr

No	Label	Mean
1	Red	208,230
2	Blue	167,830

Dari tabel A1.8 didapatkan bahwa jumlah rata-rata nilai RGB merah yaitu 208,230 dan RGB biru yaitu 167,830. Kedua jumlah RGB warna merah dan RGB warna biru dijumlahkan didapatkan nilai 376,06 . Untuk menghitung persentase warna api digunakan rumus sebagai berikut:

Persentase warna merah:

$$\frac{208,230}{376,06} \times 100 = 55,37 \%$$

Persentase warna biru:

$$\frac{167,830}{376,06} \times 100 = 44,62 \%$$

- Pengujian 3

Tabel A1.9 Pengujian 3 nilai RGB biosolar murni pada debit 6 ml/hr

No	Label	Mean
1	Red	204,969
2	Blue	155,859

Dari tabel A1.9 didapatkan bahwa jumlah rata-rata nilai RGB merah yaitu 204,969 dan RGB biru yaitu 155,859. Kedua jumlah RGB warna merah dan RGB warna biru dijumlahkan didapatkan nilai 360,828. Untuk menghitung persentase warna api digunakan rumus sebagai berikut:

Persentase warna merah:

$$\frac{204,969}{360,828} \times 100 = 56,8 \%$$

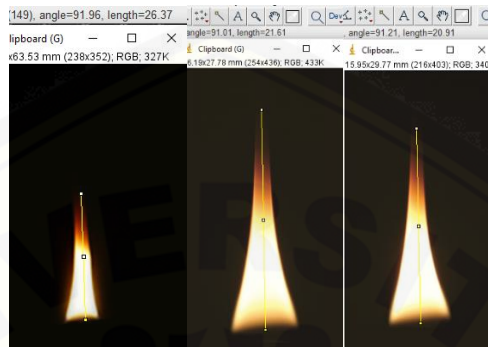
Persentase warna biru:

$$\frac{155,859}{360,828} \times 100 = 43,19 \%$$

LAMPIRAN 4.1.3 TINGGI API

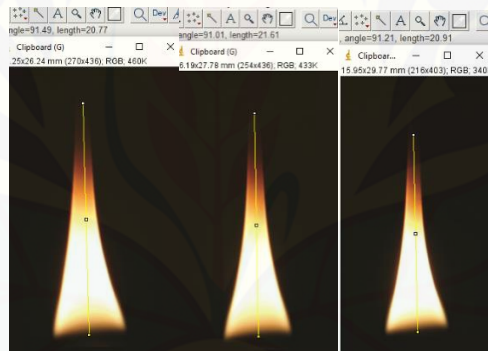
1. Biosolar Murni (B0)

a. Pengujian dengan debit 2 ml/hr



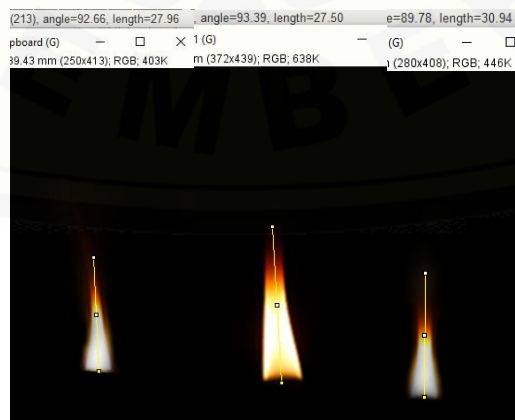
Gambar B1.1 Tinggi api berturut-turut adalah 2,63 cm, 2,16 cm, 2,09 cm

b. Pengujian dengan debit 4 ml/hr



Gambar B1.2 Tinggi api berturut-turut adalah 2,07cm, 2,16 cm, 2,09 cm

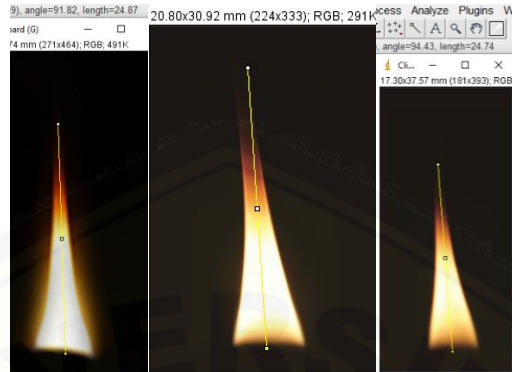
c. Pengujian dengan debit 6 ml/hr



Gambar B1.3 Tinggi api berturut-turut adalah 2,79 cm, 2,75 cm, 3,09 cm

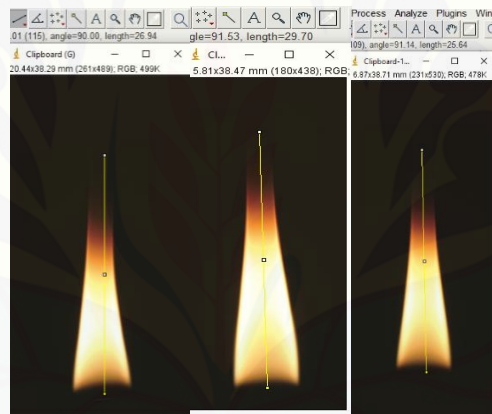
2. biodiesel 20 % biosolar 80% (B20)

a. Pengujian dengan debit 2 ml/hr



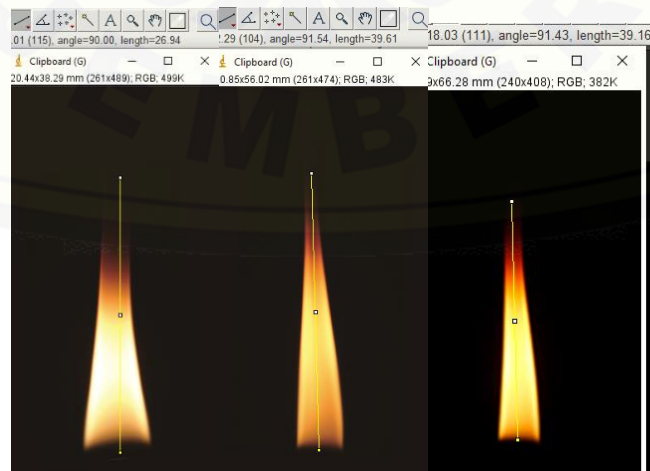
Gambar B1.10 Tinggi api berturut-turut adalah 2,48 cm, 2,50 cm, 2,47 cm

b. Pengujian dengan debit 4 ml/hr



Gambar B1.13 Tinggi api berturut-turut adalah 2,69 cm, 2,97 cm, 2,56 cm

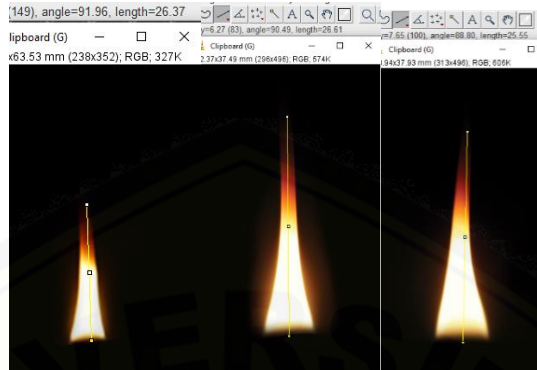
c. Pengujian dengan debit 6 ml/hr



Gambar B1.15 Tinggi api berturut-turut adalah 2,69 cm, 3,96 cm, 3,91 cm

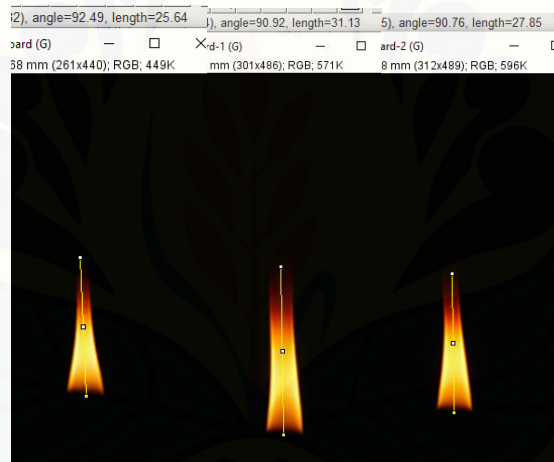
3. biodiesel 30 % biosolar 70% (B30)

a. Pengujian dengan debit 2 ml/hr



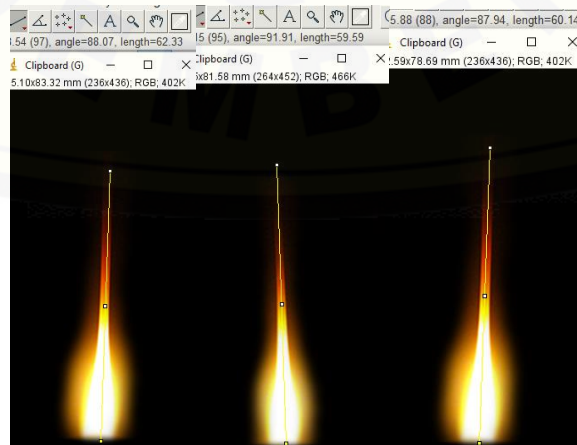
Gambar B1.10 Tinggi api berturut-turut adalah 2,63 cm, 2,55 cm, 2,66 cm

b. Pengujian dengan debit 4 ml/hr



Gambar B1.10 Tinggi api berturut-turut adalah 2,56 cm, 3,11 cm, 2,78 cm

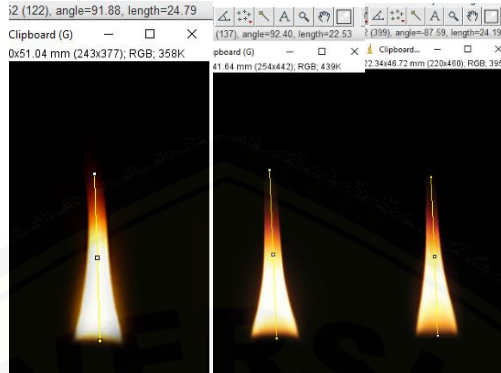
c. Pengujian dengan debit 6 ml/hr



Gambar B1.10 Tinggi api berturut-turut adalah 6,23 cm, 5,95 cm, 6,01 cm

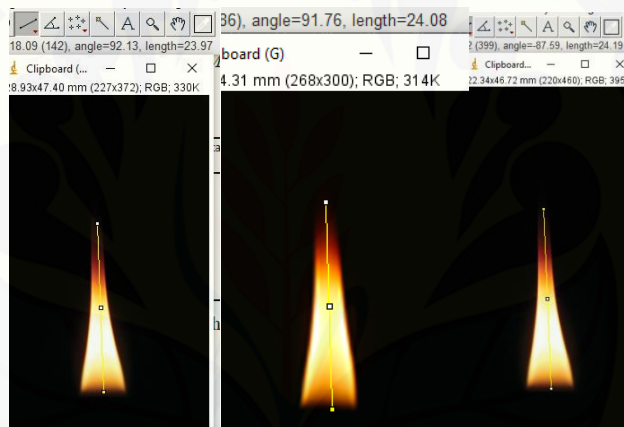
4. biodiesel 40 % biosolar 60% (B40)

a. Pengujian dengan debit 2 ml/hr



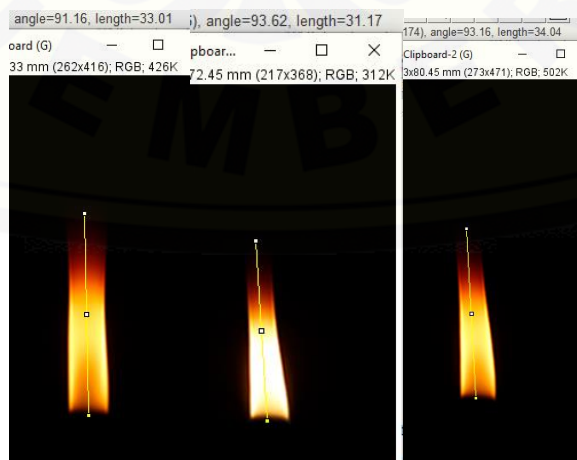
Gambar B1.10 Tinggi api berturut-turut adalah 2,47 cm, 2,25 cm, 2,41 cm

b. Pengujian dengan debit 4 ml/hr



Gambar B1.10 Tinggi api berturut-turut adalah 2,39 cm, 2,4 cm, 2,41 cm

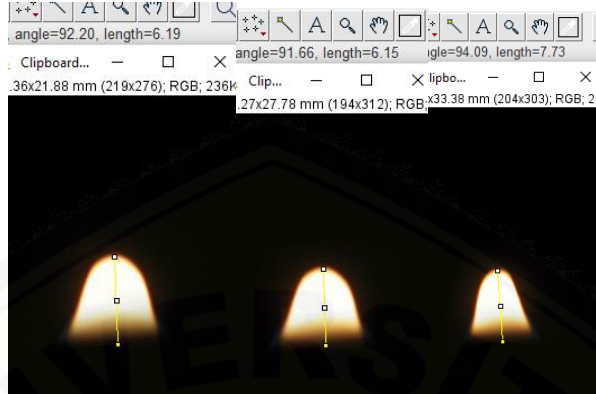
c. Pengujian dengan debit 6 ml/hr



Gambar B1.10 Tinggi api berturut-turut adalah 3,30 cm, 3,11 cm, 3,40 cm

5. biodiesel 100 % (B100)

a. Pengujian dengan debit 2 ml/hr



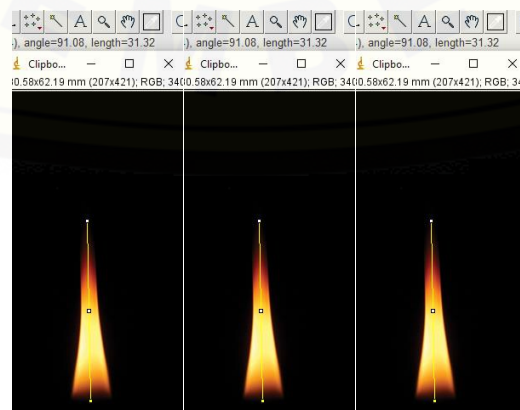
Gambar B1.10 Tinggi api berturut-turut adalah 0,61 cm, 0,61 cm, 0,77 cm

b. Pengujian dengan debit 4 ml/hr



Gambar B1.10 Tinggi api berturut-turut adalah 1,77 cm, 1,72 cm, 2,00 cm

c. Pengujian dengan debit 6 ml/hr



Gambar B1.10 Tinggi api berturut-turut adalah 3,13 cm, 3,13 cm, 3,13 cm

DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar 1 Persiapan memanaskan kemiri dalam oven



Gambar 2 Ekstraksi kemiri menggunakan press hidrolis



Gambar 3 Proses transesterifikasi



Gambar 4 Proses pemisahan biodiesel terhadap gliserol



Gambar 5 Rangkaian alat pengujian api difusi



Gambar 6 Contoh pengambilan visualisasi api