

**PENGARUH SUHU PROSES DAN LAMA PENGENDAPAN TERHADAP
KUALITAS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh:

**SILVIRA WAHYUNI
1101437/2011**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2015**

PERSETUJUAN SKRIPSI

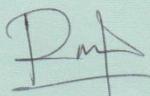
**PENGARUH SUHU PROSES DAN LAMA PENGENDAPAN TERHADAP
KUALITAS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH**

Nama : Silvira Wahyuni
NIM/BP : 1101437/2011
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 05 Agustus 2015

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Dr. Ramli, S.Pd, M.Si
NIP: 19730224 200112 1 002

Pembimbing II



Drs. Mahrizal, M.Si
NIP.19510512 197603 1 005

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Silvira Wahyuni
NIM/BP : 1101437/2011
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

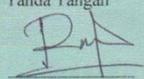
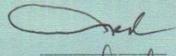
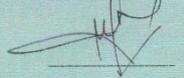
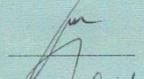
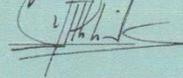
dengan judul

**PENGARUH SUHU PROSES DAN LAMA PENGENDAPAN TERHADAP
KUALITAS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 05 Agustus 2015

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	: Dr.Ramli, S.Pd, M.Si	
2	Sekretaris	: Drs.Mahrizal, M.Si	
3	Anggota	: Dra.Syakbaniah, M.Si	
4	Anggota	: Drs.Gusnedi, M.Si	
5	Anggota	: Zulkhendri Kamus, S.Pd, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Dengan surat ini kami menyatakan bahwa skripsi ini benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kesuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 03 September 2015
Yang menyatakan,



Silvira Wahyuni

ABSTRAK

Silvira Wahyuni : Pengaruh Suhu Proses dan Lama Pengendapan Terhadap Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang berasal dari minyak nabati dan lemak hewani, salah satunya adalah minyak jelantah. Minyak jelantah merupakan minyak bekas dari penggorengan minyak nabati yang mengandung FFA (*Free Fatty Acid*) cukup tinggi. Untuk pembuatan biodiesel persentase FFA bahan baku harus diuji terlebih dahulu yang selanjutnya akan dilakukan proses pembuatan biodiesel yang disebut dengan transesterifikasi menggunakan katalis dan alkohol.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Geofisika FMIPA UNP, Laboratorium Penelitian Kimia mulai dari Maret s/d Juli 2015 dan laboratorium QQ Terminal BBM Teluk Kabung pada bulan Juli 2015. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh suhu proses dan lama pengendapan pada pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dan pengaruhnya terhadap kualitas biodiesel. Variabel-variabel dalam penelitian ini yaitu variabel suhu 40°C, 50 °C, 60 °C, 70, °C dan 80 °C. Untuk variasi waktu *settling* dilakukan selama 24 jam, 48 jam, 96 jam, 144 jam, 192 jam, dan 240 jam sebagai variabel bebas. Variabel terkontrol yaitu waktu pengadukan selama 5 menit, kecepatan pengadukan 1050 rpm, katalis Basa(NaOH), larutan metoksida 20%. Variabel terikat yaitu Kualitas biodiesel meliputi, Viskositas, densitas, Rendemen, dan *Flash Point* (Titik Nyala).

Hasil pengukuran kadar kualitas biodiesel untuk masing-masing variasi suhu dan untuk variasi waktu *settling* didapatkan semakin tinggi suhu proses maka viskositas dan densitas akan semakin kecil. disebabkan oleh perbedaan suhu yang menyebabkan kesempurnaan kecepatan reaksi yang terjadi selama proses berbeda-beda dan lama pengendapan (*Settling*) tidak mempengaruhi kualitas dari biodiesel akan tetapi semakin lama pengendapan maka pemisahan antara gliserol dan biodiesel akan semakin bagus.

Kata kunci : Minyak jelantah, Biodiesel, Suhu, Lama pengendapan (*Settling*).

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah Subhaanahuwata'ala atas segala nikmat, hidayah dan inayah-Nya yang selalu dilimpahkan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Suhu Proses dan Lama Pengendapan Terhadap Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah”. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada tokoh intelektual legendaris dunia, Rasulullah SAW yang diutus kemuka bumi ini sebagai penyempurna akhlak yang sholeh.

Skripsi ini tersusun berkat bimbingan, bantuan dan dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua, kakak dan adik yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk selalu berkarya. Selanjutnya penulis juga mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Dr. Ramli, S.Pd, M.Si dan Bapak Drs.Mahrizal, M.Si selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Syakbaniyah, M.Si, Bapak Drs. Gusnedi, M.Si dan Bapak Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si selaku tim penguji.
3. Pembimbing Akademik, Bapak Drs. Gusnedi, M.Si yang selalu membantu dan memotivasi penulis selama kuliah.

4. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Dra. Yurnetti, M.Pd sebagai Sekretaris Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Padang.
6. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai Ketua Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Padang.
7. Ibu Dra. Hj. Yenni Darvina, M.Si sebagai Ketua KBK Material dan Biofisika.
8. Staf dan dosen pengajar Jurusan Fisika yang telah banyak memberikan ilmunya kepada penulis.
9. Staf dan analis Laboratorium Pertamina Terminal BBM Teluk Kabung.
10. Bapak Afrizon dan Ibu Susmi Hastuti (Orang tua), yang selalu memotivasi penulis selama kuliah.
11. Keluarga Besar Jurusan Fisika, terutama teman-teman angkatan 2011 dan senior 2008 yang telah banyak membantu dan memberi motivasi.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Menyadari keterbatasan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak berharap kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini nantinya.

Padang, September 2015

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Pertanyaan Penelitian	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Tinjauan Tentang Minyak atau Lemak	5
1. Penamaan Lemak dan Minyak.....	5
2. Pembentukan Lemak dan Minyak.....	6
B. Minyak Jelantah	7
C. Biodiesel (Metil Ester)	9
a) Homogenisasi Reaksi (Pencampuran)	11
b) Rasio Molar.....	11
c) Pengaruh Jenis Alkohol.....	11

d) Katalis	12
e) Metanolisis <i>Crude</i> dan <i>Refined</i> Minyak Nabati	15
f) Pengaruh Suhu	15
g) Lama Waktu Pengendapan (<i>Settling</i>)	16
h) Kandungan Air.....	17
i) Putaran Pengadukan	17
D. Kualitas Biodiesel	18
1. Viskositas	18
2. Densitas (Massa Jenis).....	19
3. Titik Nyala (<i>Flash Point</i>)	21
4. Rendemen Biodiesel	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
A. Jenis Penelitian.....	24
B. Waktu dan Tempat Penelitian	24
C. Instrumentasi/Alat dan Bahan Penelitian	25
D. Prinsip Kerja Instrument Penelitian	32
1. Viskometer	32
2. Flash Point Tester	38
E. Variabel Penelitian	42
F. Pelaksanaan Penelitian	43
1. Persiapan Bahan Baku	43
2. Penentuan Kadar FFA.....	44
3. Pembuatan Biodiesel.....	45

4. Proses Pengendapan (<i>Settling</i>).....	46
5. Proses Pencucian Biodiesel.....	47
6. Pemanasan Biodiesel	48
7. Tahap Pengujian Kualitas Biodiesel	48
G. Diagram Alir Penelitian	53
H. Teknik Pengumpulan Data	55
I. Tahap Analisis Data	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	57
A. Hasil dan Analisis Data	57
a. Pengaruh Suhu Proses Terhadap Kualitas Biodiesel.....	58
b. Pengaruh Variasi Waktu Pengendapan (<i>Settling</i>) Terhadap Kualiatas Biodiesel	61
B. Pembahasan.....	65
A. Kesimpulan.....	69
B. Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pembentukan Trigliserida (Pranowo dan Muchalal, 2004).....	6
Gambar 2.Reaksi Proses Transesterifikasi(Luthfiyati dkk,2008)	10
Gambar 3.Api A Pada Flash Point Tester	21
Gambar 4.Gelas Ukur.....	25
Gambar 5. Termometer	25
Gambar 6. Saringan Bertangkai	26
Gambar 7. Stopwatch	26
Gambar 8.Piknometer	27
Gambar 9. Timbangan Digital	27
Gambar 10.Mixer	27
Gambar 11.Pemanas/Kompor Listrik	28
Gambar 12.Viskometer Kapiler (cannon) dan Penangas	28
Gambar 13. Corong Pisah	29
Gambar 14.Flash Point Tester.....	29
Gambar 15. Minyak Jelantah	30
Gambar 16. Metanol.....	30
Gambar 17. NaOH	31
Gambar 18. Air.....	31
Gambar 19. Cuka	32
Gambar 20. Viskometer Kapiler (viskometer cannon)	32
Gambar 21. Viskometer Holder	34
Gambar 22. Viskositas Koehler KV3000.....	34

Gambar 23. Bagian-Bagian Alat Viskositas	35
Gambar 24. Flash Point Tester HFP 339	38
Gambar 25. Cawan (<i>Permit by</i> : TBBM Teluk Kabung).....	39
Gambar 26. Penutup Cawan (ASTM D-63).....	39
Gambar 27. Tampak Atas Penutup Cawan (ASTM D-63).....	40
Gambar 28. Termometer (<i>Permit by</i> : TBBM Teluk Kabung).....	42
Gambar 29. Display Monitor (<i>Permit by</i> : TBBM Teluk Kabung)	42
Gambar 30. Mendidihkan Bahan Baku Minyak	44
Gambar 31. Proses Pengujian FFA	45
Gambar 32. Pengadukan Bahan Baku dengan Larutan Metoksid.....	46
Gambar 33. Proses Pemisahan Biodiesel dan Gliserol	46
Gambar 34. Penambahan Cuka	47
Gambar 35. Proses Pencucian Biodiesel	47
Gambar 36. Pemanasan Biodiesel.....	48
Gambar 37. Viskometer Kapiler di Dalam Bath.....	49
Gambar 38. Diagram Alir Penelitian	54
Gambar 39. Grafik Densitas Terhadap Suhu Proses Pembuatan Biodiesel.....	59
Gambar 40. Grafik Suhu Terhadap Viskositas	59
Gambar 41. Persentase Rendemen Terhadap Suhu.....	60
Gambar 42. Grafik Pengaruh Waktu Settling Terhadap Viskositas Biodiesel	62
Gambar 43. Grafik Pengaruh Waktu Settling Terhadap Densitas Biodiesel	64
Gambar 44. Persentase Rendemen Terhadap Lama Waktu Pengendapan.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan Asam Lemak Dalam Minyak Jelantah.....	8
Tabel 2 Komposisi Asam Lemak.....	9
Tabel 3 Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Metanol(Perry,1997).....	12
Tabel 4 Sifat-Sifat Fisika dan Kimia NaOH (Perry,1997).....	14
Tabel 5 Karakteristik Biodiesel Berdasarkan SNI 04-7182-2006.....	18
Tabel 6 Faktor Kalibrasi Viskometer.....	50
Tabel 7 Data Kualitas Biodiesel untuk Variasi Suhu Proses dengan Lama Pengendapan 24 Jam.....	58
Tabel 8 Data Kualitas Biodiesel Untuk Variasi Settling dengan Suhu 50 ⁰ C.....	61
Tabel 9 Perbandingan Biodiesel dengan Solar.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam. Salah satunya adalah minyak bumi. Sayangnya, Indonesia bukanlah jenis negara yang mengolah hasil alam tersebut menjadi produk akhir. Indonesia sempat menjadi negara yang kaya akan minyak bumi, buktinya Indonesia masuk ke negara-negara pengekspor minyak bumi atau disebut dengan OPEC. Namun sejak Indonesia menjadi negara importir minyak maka sejak tahun 2008 Indonesia keluar dari OPEC (Kompas.com).

Cadangan bahan bakar minyak di Indonesia diisukan akan habis dalam 10 tahun lagi, berdasarkan cadangan yang ada saat ini (detik.com). Tidak hanya di Indonesia duniapun mengalami krisis energi dari minyak bumi yang akhirnya memicu pencarian dan pengembangan sumber bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui. Bahan bakar alternatif yang dinilai layak sebagai pengganti minyak bumi yaitu bahan bakar yang berasal dari minyak nabati dan lemak hewani karena sifatnya sebagai sumber bahan bakar yang dapat diperbaharui, yang dikenal dengan metil ester atau biodiesel (Hambali dkk, 2007).

Pada tahun 2005 LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) dan BATAN (Badan Tenaga Nuklir Nasional) melakukan penelitian-penelitian untuk menggantikan bahan bakar minyak yang berasal dari fosil dengan bahan bakar minyak dari sumber nabati dan hewani. Bahan bakar minyak dari sumber non fosil meliputi: *bioethanol*, biodiesel, biosolar, biogas, dan biopertamax.

Biodiesel merupakan bahan bakar diesel yang terbuat dari bahan hayati terutama lemak nabati dan lemak hewani (Darnoko, 2000). Senyawa utamanya adalah ester. Proses pembuatan biodiesel dinamakan transesterifikasi asam lemak, jadi tidak membutuhkan fermentasi seperti bioetanol.

Darmawan dan Susila (2013) menyatakan bahwa minyak goreng bekas merupakan salah satu bahan baku yang memiliki peluang untuk pembuatan biodiesel, karena minyak ini masih mengandung trigliserida, di samping asam lemak bebas. Asam lemak dari minyak lemak nabati jika direaksikan dengan alkohol menghasilkan ester yang merupakan senyawa utama pembuatan biodiesel dan produk sampingan berupa gliserin yang juga bernilai ekonomis cukup tinggi. Gliserin ini dimanfaatkan untuk pembuatan sabun (Arita dkk, 2009).

Minyak goreng bekas atau disebut juga dengan minyak jelantah merupakan limbah sisa penggunaan dari produk minyak nabati atau *waste cooking oil* karena sebagian besar berasal dari jenis-jenis minyak goreng seperti halnya minyak jagung, minyak sayur, minyak samin dan sebagainya, dan minyak ini merupakan minyak bekas pemakaian kebutuhan rumah tangga yang biasanya dibuang setelah penggunaan sehingga menyebabkan polusi lingkungan.

Proses pembuatan biodiesel dapat dilakukan melalui tahap transesterifikasi dan perlakuan fisika seperti pemberian suhu, kecepatan adukan, lama waktu pengadukan dan lama waktu pengendapan. Oleh karena itu, penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perlakuan fisis yang diberikan pada saat proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah sangat penting, sehingga dapat meningkatkan kualitas biodiesel yang dihasilkan serta meningkatkan nilai guna

minyak jelantah. Minyak jelantah yang sebelumnya hanya dibuang begitu saja akan lebih bernilai ekonomis bila diolah menjadi biodiesel untuk bahan bakar alternatif, disamping turut serta dalam mengelola dan memanfaatkan limbah serta dapat mengatasi kelangkaan BBM di masa depan.

Berdasarkan uraian di atas serta mengingat begitu pentingnya pembuatan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif, maka penulis tertarik melakukan penelitian tentang “Pengaruh Suhu Proses dan Lama Pengendapan Terhadap Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah”.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah pengaruh suhu proses terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah.
2. Bagaimanakah pengaruh lama pengendapan terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Katalis yang digunakan adalah katalis basa yaitu NaOH
2. Persentase metoksid yang digunakan adalah 20% dari total sampel
3. Pengadukan dilakukan dengan alat pengaduk otomatis *mixer* selama 5 menit dengan kecepatan 1050 rpm
4. Kualitas yang diuji adalah viskositas, densitas, rendemen, dan titik nyala.

D. Pertanyaan Penelitian

Adapun pertanyaan penelitian adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu proses terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah ?
2. Bagaimana pengaruh variasi lama pengendapan terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah :

1. Menyelidiki pengaruh suhu proses terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah
2. Menyelidiki pengaruh lama pengendapan terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh suhu proses dan lama pengendapan terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah
2. Menambah pengetahuan pembaca tentang pengaruh suhu Proses dan lama pengendapan terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah.
3. Menjadi tambahan literatur untuk peneliti selanjutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Tentang Minyak atau Lemak

Minyak dan lemak termasuk dalam golongan lipid sederhana. Minyak dan lemak yang telah dipisahkan dari jaringan asalnya mengandung sejumlah kecil komponen selain trigliserida, yaitu: lipida kompleks (lesitin, sephalin, fosfatida lainnya, glikolipida), sterol yang berada dalam keadaan bebas atau terikat dengan asam lemak, asam lemak bebas, lilin, pigmen yang larut dalam lemak, dan hidrokarbon. Komponen tersebut mempengaruhi warna dan flavor produk.

Lemak dan minyak terdiri dari trigliserida campuran yang terdiri dari gliserol dan asam lemak rantai panjang. Minyak nabati terdapat dalam buah-buahan, kacang-kacangan, biji-bijian, akar tanaman, dan sayur-sayuran. Dalam jaringan hewan lemak terdapat di seluruh badan, tetapi jumlah terbanyak terdapat dalam jaringan adipose dan sumsum tulang (Budimarwanti,2011).

Berikut merupakan penamaan dari lemak dan minyak serta pembentukan minyak dan lemak.

1. Penamaan lemak dan minyak

Lemak dan minyak sering kali diberi nama derivat asam-asam lemaknya, yaitu dengan cara menggantikan akhiran *at* pada asam lemak dengan akhiran *in* , misalnya :

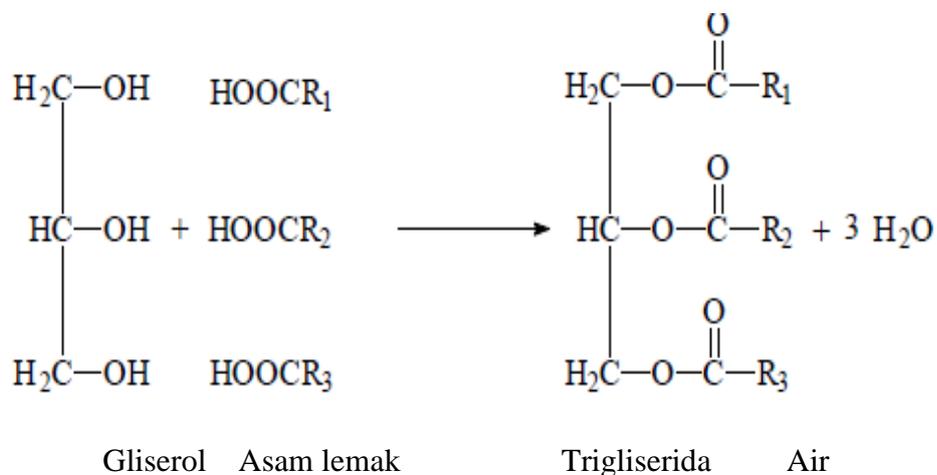
- a. tristearat dari gliserol diberi nama tristearin
- b. tripalmitat dari gliserol diberi nama tripalmitin

Selain itu, lemak dan minyak juga diberi nama dengan cara yang biasa dipakai untuk penamaan suatu ester, misalnya:

- a. triestearat dari gliserol disebut gliseril tristearat
- b. tripalmitat dari gliserol disebut gliseril tripalmitat

2. Pembentukan lemak dan minyak

Lemak dan minyak merupakan senyawaan trigliserida dari gliserol. Dalam pembentukannya, trigliserida merupakan hasil proses kondensasi satu molekul gliserol dan tiga molekul asam lemak (umumnya ketiga asam lemak tersebut berbeda-beda), yang membentuk satu molekul trigliserida dan satu molekul air seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pembentukan Trigliserida (Pranowo dan Muchalal, 2004)

Gambar 1 menunjukkan tahap pembentukan trigliserida, yang tersusun oleh molekul gliserol dan tiga asam lemak bebas dimana jika $R_1=R_2=R_3$, maka trigliserida yang terbentuk disebut trigliserida sederhana (*simple triglyceride*), sedangkan bila R_1, R_2, R_3 , berbeda, maka disebut trigliserida

campuran (*mixed triglyceride*). Lemak yang sebagian besar tersusun dari gliserida asam lemak jenuh akan berwujud padat pada suhu kamar. Kebanyakan lemak binatang tersusun atas asam lemak jenuh sehingga berupa zat padat. Lemak yang sebagian besar tersusun dari gliserida asam lemak tidak jenuh berupa zat cair pada suhu kamar, contohnya adalah minyak tumbuhan. Lemak jika dikenakan pada jari akan terasa licin, dan pada kertas akan membentuk titik transparan (Herlina dkk, 2002).

B. Minyak Jelantah

Minyak bekas yang merupakan sisa dari minyak penggorengan disebut sebagai minyak jelantah. Kebanyakan minyak jelantah sebenarnya merupakan minyak yang telah rusak (Ramdja dkk, 2010). Minyak jelantah (*fried palm oil*) adalah limbah dan bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan oleh sebab itu pemakaian minyak jelantah yang berkelanjutan dapat merusak kesehatan manusia, menimbulkan penyakit kanker, dan akibat selanjutnya dapat mengurangi kecerdasan generasi berikutnya. Untuk itu perlu penanganan yang tepat agar limbah minyak jelantah ini dapat bermanfaat dan tidak menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan (Akbar, 2011).

Minyak goreng bekas adalah salah satu bahan baku yang memiliki peluang untuk pembuatan biodiesel, karena minyak ini masih mengandung trigliserida, asam lemak bebas yang tinggi dan asam lemak jenuh dalam bentuk asam *palmitat* (Darmawan dan Susila, 2013). Minyak yang memiliki kandungan asam lemak

jenuh yang tinggi bisa digunakan lebih lama, meski pada akhirnya akan rusak oleh proses penggorengan disebabkan sebagian ikatan rangkap akan menjadi jenuh, sementara minyak yang memiliki kandungan lemak tidak jenuh yang tinggi, hanya memiliki nilai tambah pada gorengan pertama saja (Ramdja dkk, 2010).

Minyak jelantah selain ketersediaannya yang relatif berlimpah merupakan limbah sehingga berpotensi mencemari lingkungan berupa naiknya kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biology Oxygen Demand*) dalam perairan, selain itu juga menimbulkan bau busuk akibat degradasi biologi (Darmawan dan Susila, 2013). Kandungan asam lemak yang terdapat dalam minyak jelantah yang diteliti oleh Syamsidar pada tahun (2013) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan asam lemak dalam minyak jelantah

NO	Jenis Asam Lemak	Kandungan
1	Asam Lemak Jenuh	Asam stearat
2	Asam Lemak Tak jenuh	Pamitat dan Linoleat

Sumber : Syamsidar (2013)

Minyak goreng berbahan dasar kelapa sawit memiliki kandungan asam lemak bebas tinggi menurut penelitian yang dilakukan oleh Hariadi dkk (2010), kandungan utama minyak goreng adalah asam lemak dimana kandungan asam lemak bebas dalam bentuk palmitat yang paling dominan mencapai 44% yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Komposisi Asam Lemak

No	Asam Lemak		% Terhadap Asam Lemak Total	
			Kisaran	Rata-Rata
1	Asam Laurat	C12:0	0,1 - 1,0	0,2
2	Asam Miristat	C14:0	0,9 - 1,5	1,1
3	Asam Palmitat	C16:0	41,8 - 45,8	44,0
4	Asam Palmitoleat	C16:1	0,1 - 0,3	0,1
5	Asam Stearat	C18:0	4,2 - 5,1	4,5
6	Asam Cis-9-oleat	C18:1	37,3 - 40,8	39,2
7	Asam Linoleat	C18:2	9,1 - 11,0	10,1
8	Asam Linolenat	C18:3	0,0 - 0,6	0,4
9	Asam Arachidic	C20:0	0,2 - 0,7	0,4

Sumber : Hariadi (2010)

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan utama pada minyak adalah asam lemak seperti asam oleat (omega 9), asam stearat (Omega 6) dan dominasi oleh asam palmitat .

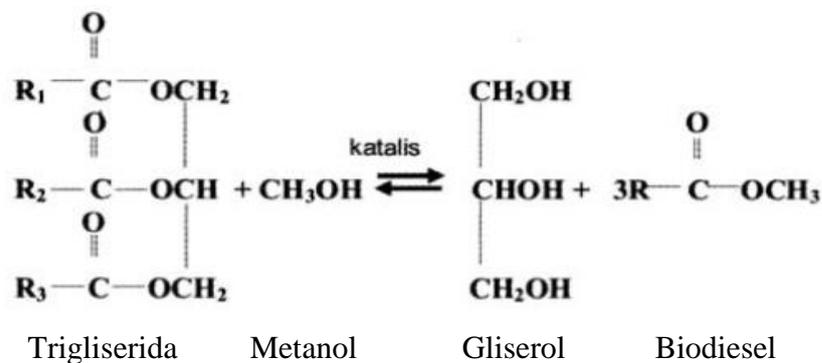
Minyak jelantah merupakan minyak yang dalam keadaan kotor karena bekas pemakaian berulang-ulang sehingga terdapat banyak kotoran seperti endapan-endapan serta getah yang mengakibatkan minyak jelantah tidak dapat diproses langsung menjadi biodiesel, diperlukan pemanasan atau *Steam* yang dilakukan pada minyak jelantah dengan mencampur minyak jelantah dan air dengan rasio 1:1, dipanaskan hingga air tersisa setengah, kemudian dibiarkan yang bertujuan untuk memisahkan kotoran yang mengendap, sehingga dihasilkan minyak yang telah terpisah dari kotorannya (Manai, 2008).

C. Biodiesel (Metil Ester)

Biodiesel merupakan sejenis bahan bakar diesel yang diproses dari bahan hayati terutama minyak nabati dan lemak hewan dan secara kimiawi dinyatakan

sebagai monoalkil ester dari asam lemak rantai panjang yang bersumber dari golongan lipida (Darnoko, 2000).

Biodiesel merupakan bahan bakar motor diesel yang berupa ester alkil asam-asam lemak yang dibuat dari minyak nabati melalui proses transesterifikasi atau esterifikasi dengan metanol (Gunawan dkk, 2014). Transesterifikasi adalah reaksi *reversible*, dimana trigliserida berubah secara sempurna menjadi digliserida, monogliserida, dan terakhir menjadi gliserin. Stoikiometrinya, 3 mol alkohol diperlukan untuk satu mol trigliserida, tetapi dalam prakteknya diperlukan perbandingan yang lebih besar dari itu untuk menggeser kesetimbangan sehingga menghasilkan ester yang lebih banyak. Reaksi Transesterifikasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Reaksi Proses Transesterifikasi (Luthfiyati dkk, 2008)

Pada Gambar 2 dapat dilihat proses transesterifikasi mereaksikan trigliserida dengan metanol yang sudah direaksikan dengan katalis menjadi larutan metoksid maka akan menghasilkan metil ester atau biodiesel dan produk sampingan yaitu gliserol.

Faktor – faktor yang mempengaruhi proses transesterifikasi pada proses produksi biodiesel adalah :

a) Homogenisasi reaksi (pencampuran)

Homogenisasi campuran dalam reaksi merupakan parameter penting yang mempengaruhi efektifitas reaksi karena dari kondisi ini maka reaksi tumbukan akan terjadi yang pada akhirnya akan mempengaruhi laju reaksi, konstanta reaksi, energi aktivasi dan lama reaksi. Transesterifikasi tidak akan berlangsung baik bila campuran bahan tidak dihomogenisasi terutama selama tahap awal proses. Pengadukan yang kuat (*vigorous stirring*) merupakan salah satu metode homogenisasi yang cukup berhasil untuk proses yang dilakukan secara *batch* dan kontinyu (Darnoko, 2000).

b) Rasio molar

Rasio molar antara alkohol dan minyak nabati tergantung dari jenis katalis yang digunakan, untuk menjamin reaksi transesterifikasi berlangsung ke arah kanan maka direkomendasikan menggunakan katalis berlebih, perbandingan rasio molar 6 : 1 dari metanol terhadap katalis basa bisa digunakan untuk mendapat rendemen ester yang maksimum (Freedman, 1984) atau sekitar 20% metanol menghasilkan Rendemen minyak biodiesel tertinggi pada perlakuan transesterifikasi (Hendra, 2012).

c) Pengaruh jenis alkohol

Metanol dapat menghasilkan ester lebih banyak dari pada etanol dan butanol (Freedman, 1984). Metanol merupakan jenis alkohol yang banyak digunakan untuk proses transesterifikasi karena lebih reaktif dan dapat

menghasilkan biodiesel yang sama dengan penggunaan etanol yang 1,4 kali lebih banyak dibandingkan metanol (Aziz, 2007). Penjelasan sifat Fisika dan kimia metanol dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Sifat-sifat fisika dan kimia Metanol(Perry,1997)

Massa molar	32.04 g/mol
Wujud	Cairan tidak berwarna
<i>Spesific Gravity</i>	0,79180 g/cm ³
Titik leleh	-97 °C, -142.9°F (176 K)
Titik didih	64.7°C, 148° F (337.8 K)
Kelarutan dalam air	Sangat larut
Keasaman (pKa)	~15.5

d) **Katalis**

Katalis dalam proses produksi biodiesel (misalnya esterifikasi atau transesterifikasi) merupakan suatu bahan (misalnya basa, asam atau enzim) yang berfungsi untuk mempercepat reaksi dengan jalan menurunkan energi aktivasi (*actifation energy, Ea*) dan tidak mengubah kesetimbangan reaksi, serta bersifat sangat spesifik. Proses produksi bisa berlangsung tanpa katalis tetapi reaksi akan berlangsung sangat lambat dan membutuhkan suhu yang tinggi dan tekanan yang tinggi untuk mencapai hasil atau rendemen yang maksimum (Darnoko, 2000).

Secara komersial biodiesel banyak diproduksi dengan transesterifikasi alkali (basa) di bawah tekanan atmosfer, diproses secara *batch*, dioperasikan pada suhu 60°C – 70°C dengan metanol dan akan terbentuk metil ester secara maksimal dalam waktu 60 menit. Hasil atau kandungan metil ester yang diperoleh sekitar 97 – 99% dan proses yang dipilih bergantung dari

mutu bahan baku (minyak nabati) awal, jika minyak mempunyai nilai FFA $< 0,5\%$ maka bisa langsung diproses dengan transesterifikasi dengan katalis basa, bila kandungan FFA $> 5\%$ maka proses harus dilakukan dengan Es-trans (esterifikasi-transesterifikasi), setelah reaksi selesai akan terbentuk 2 lapisan, lapisan atas berupa metil ester atau biodiesel serta bagian bawah adalah gliserol (Freedman, 1984).

Katalis asam dilakukan dalam rangka mensintesis minyak yang mempunyai nilai FFA tinggi. Katalis asam seperti asam sulfat, asam fosfat, asam klorida cocok untuk reaksi yang mempunyai bilangan asam lemak bebas tinggi. Reaksi katalis asam memerlukan waktu reaksi jauh lebih panjang dibanding reaksi katalis basa (Van Gerpen, 2004).

Mekanisme reaksi untuk transesterifikasi berkatalis basa dapat diformulasikan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah atom karbon karbonil dari molekul trigliserida bereaksi dengan anion alkohol (ion metoksida) untuk membentuk senyawa antara. Di tahap kedua, senyawa antara bereaksi dengan alkohol (metanol) untuk meregenerasi anion alkohol (ion metoksida). Di tahap terakhir, pembentukan kembali senyawa antara dihasilkan dalam bentuk ester asam lemak dan digliserida, ketika NaOH, KOH, K_2CO_3 atau katalis sejenis lainnya dicampur dengan alkohol, (Ma dan Hanna, 1999).

Reaksi transesterifikasi berkatalis basa dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal di antaranya kualitas minyak itu sendiri seperti kadar air dan asam lemak bebas yang dapat mempengaruhi

reaksi. Faktor eksternal dapat berupa jenis katalis, rasio mol antara alkohol dan minyak, suhu, waktu reaksi, dan parameter-parameter pasca transesterifikasi (Gerpen, 2005). Katalis Basa/alkali yang digunakan pada proses transesterifikasi biasanya adalah Natrium Hidroksida (NaOH) atau Kalium Hidroksida (KOH) (Abdullah dkk, 2010).

NaOH adalah katalis basa yang banyak digunakan dibandingkan dengan katalis asam seperti KOH, hal ini disebabkan karena logam Natrium (Na) memiliki kereaktifan yang lebih tinggi dibandingkan Kalium (K) (Maulana, 2011). Persentase NaOH sebanyak 0,6% dengan metanol 20% menghasilkan rendemen ester maksimum yaitu sebesar 87,3% (Hendra, 2012). Penggunaan NaOH untuk minyak bekas 1 liter bisa sebanyak 4,5 gram atau mungkin lebih, Kelebihan ini diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas atau FFA yang banyak pada minyak goreng bekas (Fauzi dan Huda, 2014). sifat – sifat fisika dan kimia Natrium Hidroksida (NaOH) ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Sifat-Sifat Fisika dan Kimia NaOH (Perry,1997)

<i>Massa Molar</i>	<i>40 g/mol</i>
<i>Wujud</i>	<i>Zat Padat Putih</i>
<i>Spesific Gravity</i>	<i>2.130g/cm³</i>
<i>Titik leleh</i>	<i>318,4°C (591 K)</i>
<i>Titik didih</i>	<i>1390°C (1663 K)</i>
<i>Kearutan dalam air</i>	<i>111 g/100ml (20°C)</i>
<i>Kebasaan</i>	<i>-2.43</i>

e) Metanolisis *crude* dan *refined* minyak nabati

Perolehan metil ester akan lebih tinggi jika menggunakan minyak nabati *refined*. Namun apabila produk metil ester akan digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel, cukup digunakan bahan baku berupa minyak yang telah dihilangkan getahnya dan disaring (Freedman, 1984).

f) Pengaruh suhu

Suhu selama reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada rentang suhu 30 - 65°C dan dijaga selama proses, tergantung dari jenis minyak yang digunakan (Freedman, 1984). Dalam proses transesterifikasi *perubahan* suhu reaksi menyebabkan gerakan molekul semakin cepat (tumbukan antara molekul reaktan meningkat) atau energi kinetik yang dimiliki molekul dapat mengatasi energi aktivasi atau dengan kata lain perubahan suhu akan mempengaruhi probabilitas molekul dengan energi yang sama atau lebih tinggi dari energi aktivasi (Kartika dkk, 2012).

Suhu mempengaruhi viskositas dan densitas, karena viskositas dan densitas merupakan dua parameter fisis penting yang mempengaruhi pemanfaatan biodiesel sebagai bahan bakar (Felipe dkk, 2011). Semakin tinggi suhu menyebabkan gerakan molekul semakin cepat atau energi kinetik yang dimiliki molekul-molekul pereaksi semakin besar sehingga tumbukan antara molekul pereaksi juga meningkat (Aziz, 2007).

Ketergantungan viskositas zat cair terhadap temperatur atau suhu dinyatakan secara pendekatan untuk banyak zat oleh suatu persamaan Arrhenius (Moechtar, 1989).

$$\eta = A e^{Ea/RT} \quad (1)$$

Dimana A = tetapan yang tergantung dari bobot molekul dan volume molar zat cair; Ea = energi aktivasi yang dibutuhkan untuk memulai terjadinya aliran antara molekul-molekul; T = suhu mutlak, R = konstanta gas umum .

Densitas bahan bakar biodiesel umumnya lebih tinggi dari petrodiesel, namun memiliki kandungan energi yang lebih rendah baik pada massa dan secara volume dibandingkan dengan bahan bakar diesel. Semakin besar densitas akan berpengaruh terhadap peningkatan konsumsi bahan bakar. Hal ini disebabkan karena dibutuhkannya lebih banyak bahan bakar untuk diinjeksikan ke dalam ruang pembakaran untuk mendapatkan tenaga mesin yang sama (Refaat, 2009).

g) Lama waktu pengendapan (*settling*)

Rengga dan Istiana (2011), melaporkan bahwa lama waktu pengendapan berpengaruh pada proses tranesterifikasi 2 tahap yaitu melakukan dua kali proses tranesterifikasi. Pengendapan bertujuan untuk memisahkan gliserol dan biodiesel. Waktu pengendapan metil ester mempengaruhi bilangan asam. Ketika pengendapan yang lebih lama, diduga tingkat oksidasi pada proses dua tahap lebih tinggi dari pada proses satu tahap. Hal ini mengakibatkan bilangan asam menjadi lebih tinggi (Canacki, 1999).

Setelah proses produksi, umumnya biodiesel akan mengalami proses penyimpanan sebelum digunakan sebagai campuran bahan bakar. Selama

penyimpanan, biodiesel dapat mengalami perubahan. Perubahan ini disertai dengan terbentuknya komponen-komponen yang tidak diinginkan dan ditandai dengan timbulnya bau tengik (Aini, 2013).

Umumnya, biodiesel cenderung mudah mengalami kerusakan oleh proses oksidasi dan hidrolisis pada waktu penyimpanan karena adanya asam lemak tak jenuh yang merupakan penyusun komposisi biodiesel (Aini,2013).

h) Kandungan air

Fukuda *dkk.* (2001) dan Sudradjat *dkk.* (2005) melaporkan bahwa keberadaan air yang berlebihan dapat menyebabkan sebagian reaksi berubah menjadi reaksi saponifikasi yang akan menghasilkan sabun, sabun akan bereaksi dengan katalis basa dan mengurangi efisiensi katalis sehingga meningkatkan viskositas, terbentuk gel dan menyulitkan pemisahan gliserol dengan metil ester.

i) Putaran pengadukan

Keberhasilan proses pembuatan biodiesel dipengaruhi oleh putaran pengadukan (Darmanto, 2010). Pengadukan bisa dilakukan menggunakan tangan serta alat seperti mixer (Manai, 2010). Peningkatan kecepatan pengadukan reaksi berpengaruh sangat signifikan terhadap rendemen biodiesel yang dihasilkan, sedangkan kualitas biodiesel dipengaruhi secara signifikan oleh jenis pereaksi yang digunakan dan suhu reaksi (Kartika, 2011).

D. Kualitas Biodiesel

Menurut Rancangan Nasional Indonesia (SNI-04-7182-2006) kualitas biodiesel dapat diukur dengan beberapa parameter seperti yang diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Karakteristik Biodiesel Berdasarkan SNI 04-7182-2006

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	Massa jenis pada 40 ⁰ C	Kg/m ³	850-890
2	Viskositas kinematik pada 40 ⁰ C	Mm ² /s(cSt)	2,3-6,0
3	Angka Setana		Min. 51
4	Titik Nyala (mangkok tertutup)	⁰ C	Min 100
5	Titik Kabut	⁰ C	Maks.18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50 ⁰ C)		Maks.no 3
7	Residu Karbon -dalam contoh asli -dalam 10% ampas distilasi	%-massa	Maks.0,05 (maks.0,3)
8	Air dan sedimen	%-Vol	Maks,0,05*
9	Temperatur Distilasi 90%	⁰ C	Maks.360
10	Abu tersulfaktan	%-massa	Maks. 0,02
11	Balerang	Ppm-m (mg/kg)	Maks.100
12	Fosfor	Ppm-m(mg/kg)	Maks.10
13	Angka asam	Mg-KOH/g	Maks.0,8
14	Gliserol bebas	%-massa	Maks.0,02
15	Gliserol total	%-massa	Maks.0,24
16	Kadar ester alkil	%-massa	Min 96,5
17	Angka Iodium	%-massa	Maks.115
18	Uji Halphen	(g-12/100 g)	Negatif

Sumber: Rancangan Standar Indonesia,2006

Dapat dilihat Pada Tabel 5 bahwa kualitas fisis dari sebuah biodiesel dapat diukur dengan parameter diantaranya meliputi densitas, viskositas dan titik nyala.

1. Viskositas

Pada Tabel 5 salah satu parameter adalah viskositas yaitu suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan/hambatan dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari bahan cair. Makin tinggi viskositasnya, makin kental dan semakin sukar mengalir (Sinarep

dan Mirmanto, 2011). Beberapa cairan ada yang dapat mengalir cepat, sedangkan lainnya mengalir secara lambat. Menurut Estien (dalam Sutiah, 2008) “Cairan yang mengalir cepat seperti air, alkohol dan bensin mempunyai viskositas kecil. Sedangkan cairan yang mengalir lambat seperti gliserin, minyak castor dan madu mempunyai viskositas besar. Jadi viskositas tidak lain menentukan kecepatan mengalirnya suatu cairan”.

Hukum-hukum yang berkaitan dengan kekentalan yaitu hukum *Poiseuille* dan hukum *Stokes* (Tim Fisika Dasar 1, 2011). Hukum Stokes diaplikasikan pada metode pengukuran viskositas bola jatuh selain itu ada juga pengukuran viskositas kinematik menggunakan viskometer cannon (ASTM D-445).

Untuk pengukuran viskositas biodiesel disebut dengan viskositas kinematik. Satuan viskositas kinematik adalah stoke dan centistoke (Moechtar, 1989). Pengukuran viskositas kinematik dilakukan dengan metode yang dianjurkan dalam SNI yaitu ASTM D-445 yang menggunakan viskometer kapiler dan penangas (SNI 04-7182-2006).

2. Densitas (massa jenis)

Densitas adalah jumlah zat yang terkandung dalam suatu unit volume (Torrisselly, 2008). Densitas suatu bahan tidak sama pada setiap bagiannya tergantung pada faktor lingkungan seperti suhu dan tekanan. Satuan densitas adalah $\frac{kg}{m^3}$. Dalam cgs adalah gram per centimeter kubik $\frac{g}{cm^3}$,

yang sering juga digunakan. Faktor konversi sangat berguna dimana $1 \frac{g}{cm^3}$
 $= 1000 \frac{kg}{m^3}$ (Freedman dan Young, 2002).

Menurut rancangan SNI (2006) densitas sebuah biodiesel yang memenuhi syarat adalah $850 \text{ kg/m}^3 - 890 \text{ kg/m}^3$. Biodiesel memiliki densitas yang lebih rendah dari pada densitas gliserol sebagai hasil sampingan pada pembuatan biodiesel dengan proses transesterifikasi yaitu gliserol, gliserol memiliki densitas sebesar 1261 kg/m^3 .

Pembuatan biodiesel dengan proses transesterifikasi menghasilkan metil ester (biodiesel) dan produk sampingan gliserol yang didapatkan dari hasil pengendapan. Gliserol akan mengendap ke bawah dan biodiesel akan berada di atas gliserol karena densitas gliserol lebih tinggi daripada biodiesel sehingga gliserol tertarik ke bawah akibat gaya gravitasi (Suharyono dan Nurrohim, 2006).

Pengukuran densitas sebuah biodiesel dapat dilakukan dengan menggunakan piknometer ukuran 25 ml dan timbangan digital. Nilai densitas dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Shirazi dkk, 2013).

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{v} \quad (2)$$

Keterangan

ρ = Densitas (massa jenis) kg/m^3

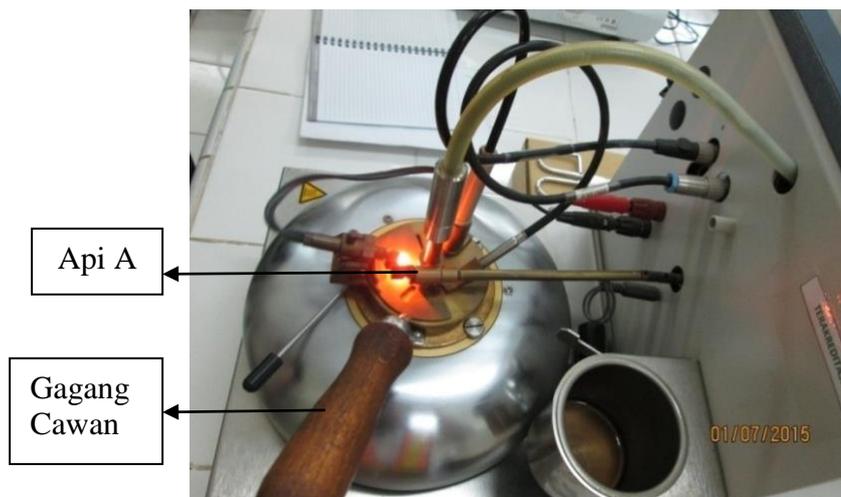
m_1 = Berat piknometer (gr)

m_2 = Berat Piknometer + berat biodiesel (gr)

v = Volume Piknometer (m^3)

3. Titik nyala (*flash point*)

Titik nyala didefinisikan sebagai suhu terendah di mana cairan menghasilkan uap yang mudah terbakar yang dapat dinyalakan di udara oleh api di atas permukaannya. Titik nyala ditentukan secara eksperimental dengan pemanasan wadah yang berisi cairan yang akan diuji. Api A yang terlihat pada Gambar 3 disajikan secara berkala ke permukaan cairan. Jika sebuah nyala terjadi pada wadah, itu menunjukkan bahwa suhu cairan diuji telah mencapai (atau melebihi) titik nyala. Wadah dapat dibuka ataupun ditutup.



Gambar 3. Api A Pada Flash Point Tester
(*Permit by:* TBBM Teluk Kabung)

Api diberikan oleh alat secara otomatis setiap kenaikan 1°C . Penentuan eksperimental dari titik nyala dijelaskan dalam banyak standar nasional dan internasional, yang berbeda dalam lingkup mereka dan dalam kondisi eksperimental yang ditentukan.

Titik nyala digunakan dalam peraturan pengapalan dan keselamatan untuk menentukan material-material yang mudah menyala dan mudah terbakar. Namun, perlu dicatat bahwa titik nyala tidak cukup untuk menilai risiko yang terkait dengan penggunaan atau penyimpanan cairan yang mudah terbakar dalam kondisi kesetimbangan uap-cair. Namun dalam wadah tertutup, keseimbangan-uap cair dapat tercapai. Wadah terdiri dari campuran homogen dari uap dan udara, jika konsentrasi uap termasuk dalam kisaran mudah terbakar, terdiri antara batas bawah mudah terbakar dan batas atas mudah terbakar, suasana eksplosif (meledak) hadir dalam wadah tertutup.

Titik rendah ledakan dari cairan didefinisikan sebagai suhu di mana konsentrasi uap yang dipancarkan oleh cairan ini, dalam kondisi kesetimbangan cair-uap termodinamika dan ketika pencampuran dengan udara pada tekanan atmosfer, sama dengan batas bawah mudah terbakar (Janès dan Chaineaux, 2013).

Pengujian *Flash point* atau titik nyala dari sebuah bahan bakar menggunakan *flash point tester* metode ASTM D-93 (Standar Nasional Indonesia 04-7182-2006).

4. Rendemen biodiesel

Rendemen merupakan perbandingan berat biodiesel dengan berat minyak awal. Untuk menghitung rendemen biodiesel digunakan Persamaan 3 (Zuhra dkk, 2015).

$$\text{Rendemen} = \frac{W_{\text{biodiesel}}}{W_{\text{minyak}}} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

$W_{\text{biodiesel}}$ = Berat metil ester (biodiesel) hasil pencucian dan pemisahan

W_{Minyak} = Berat bahan baku minyak awal yang digunakan dalam pembuatan biodiesel .

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Semakin tinggi suhu menyebabkan kualitas biodiesel semakin kecil khususnya viskositas dan densitasnya. Suhu yang paling baik dalam Spembuatan biodiesel adalah suhu 50°C dengan viskositas 5,923 Cst, densitas 864.648 kg/m³, Flash point >110°C, dan rendemen biodiesel paling banyak 76% yang memenuhi Standar SNI.
2. Lama pengendapan atau *settling* biodiesel tidak berpengaruh terhadap kualitas biodiesel, namun semakin lama semakin bagus pemisahan antara biodiesel dan gliserol.

B. Saran

Untuk penelitian selanjutnya peneliti menyarankan melakukan pengujian kualitas biodiesel secara rinci agar hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan standar mutu yang sudah ditetapkan.