



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

TUGAS AKHIR (613423A)

**POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH *SOLVENT* HASIL
RECOVERY DAN MINYAK JELANTAH SEBAGAI BAHAN BAKAR
ALTERNATIF (STUDI KASUS: INDUSTRI FARMASI)**

Rakhmad Faizal Yudha
NRP. 1014040027

DOSEN PEMBIMBING
ADHI SETIAWAN, S.T., M.T.
NOVI EKA MAYANGSARI, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI D4 TEKNIK PENGOLAHAN LIMBAH
JURUSAN TEKNIK PERMESINAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2018



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

TUGAS AKHIR (613423A)

**POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH *SOLVENT* HASIL
RECOVERY DAN MINYAK JELANTAH SEBAGAI BAHAN
BAKAR ALTERNATIF (STUDI KASUS: INDUSTRI
FARMASI)**

Rakhmad Faizal Yudha
NRP. 1014040027

DOSEN PEMBIMBING
ADHI SETIAWAN, S.T., M.T.
NOVI EKA MAYANGSARI, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGOLAHAN LIMBAH
JURUSAN TEKNIK PERMESINAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2018



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

FINAL PROJECT (613423A)

***UTILIZATION OF SOLVENT FROM RECOVERY
PROCESS AND USED COOKING OIL POTENTIAL AS AN
ALTERNATIVE FUEL (PHARMACEUTICAL INDUSTRY
CASE STUDY)***

Rakhmad Faizal Yudha
NRP. 1014040027

FINAL PROJECT ADVISER
ADHI SETIAWAN, S.T., M.T.
NOVI EKA MAYANGSARI, S.T., M.T.

***WASTE TREATMENT ENGINEERING
MARINE ENGINEERING DEPARTMENT
SHIPBUILDING INSTITUTE OF POLYTECHNIC SURABAYA
SURABAYA
2018***

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH SOLVENT HASIL RECOVERY DAN MINYAK JELANTAH SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF (STUDI KASUS: INDUSTRI FARMASI).

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah Jurusan Teknik Permesinan Kapal

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian : 17 Juli 2018
Periode Wisuda : Oktober 2018

Mengetahui/menyetujui,

Dosen Penguji

1. Adhi Setiawan, S.T., M.T.

(.....) Tanda Tangan

2. Novi Eka Mayangsari, S.T., M.T.

(.....) *Ekadina*

3. Denny Dermawan, S.T., M.T.

(.....) *Denny*

4. Tanti Utami Dewi, S.Si., M.Sc.

(.....) *Tanti*

Dosen Pembimbing

1. Adhi Setiawan, S.T., M.T.

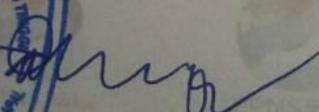
(.....) Tanda Tangan

2. Novi Eka Mayangsari, S.T., M.T.

(.....) *Ekadina*

**Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah
Jurusan Teknik Permesinan Kapal
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA**

Mengetahui/menyetujui
Kerua Jurusan,


George Endri Kusuma, S.T., M.Sc.Eng

NIP. 197605172009121003

Mengetahui/menyetujui
Koordinator Program Studi,


Denny Dermawan, S.T., M.T

NIP. 197604082009121001



PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

No. : F.WD L. 021
Date : 3 Nopember 2015
Rev. : 01
Page : 1 dari 1

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Rakhmad Faizal Yudha

NRP. : 1014040027

Jurusan/Prodi : Teknik Permesinan Kapal/D4 Teknik Pengolahan Limbah

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Tugas Akhir yang akan saya kerjakan dengan judul :

Potensi Pemanfaatan Limbah *Solvent* Hasil *Recovery* dan Minyak Jelantah sebagai Bahan Bakar Alternatif (Studi Kasus: Industri Farmasi)

Adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab.

Surabaya, 9 Agustus 2018

Yang membuat pernyataan,



(Rakhmad Faizal Yudha)

NRP. 1014040027

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunianya, sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Potensi Pemanfaat Limbah *Solvent* Hasil *Recovery* sebagai Bahan Bakar Alternatif (Studi Kasus: Industri Farmasi)” sebagai persyaratan menyelesaikan kegiatan Akademik di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mengucapkan terima kasih setulus-tulusnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan, kepercayaan, dan dukungan demi terselesaikannya laporan tugas akhir ini. Pihak-pihak yang telah memberikan banyak kontribusi tersebut diantaranya :

1. Bapakku tercinta Darmuji yang begitu besar rasa sayang kepada penulis dengan cara mendidik, mengajari, memotivasi, selalu memberikan kesempatan dan menyemangati meskipun setiap hari berangkat pagi pulang petang untuk mencari nafkah, dan tidak pernah menyerah untuk berjuang membiayai anak bungsumu ini.
2. Ibuku tersayang Siti Fatchijah yang begitu sayang dan terus berjuang dengan berbagai cara untuk menjadikan penulis sukses, dan selalu mengingatkan untuk menjadi pribadi yang lebih baik, baik dunia maupun akhirat hingga penulis lulus dari dunia perkuliahan.
3. Kakakku Renita Chulafa Urrosyida, Ratna Dewi Pahlevi, Denny Faticurrohman, dan Galih Kurnia Sanjaya yang selalu menyemangati penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc., M.RINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
5. Bapak George Endri Kusuma, S.T.,M.Sc.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
6. Bapak Denny Dermawan, S.T, M.T selaku Koordinator Program Studi Teknik Pengolahan Limbah Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
7. Ibu Tanti Dewi Utami S.Si., M.Sc. selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Program Studi Teknik Pengolahan Limbah PPNS.

8. Bapak Adhi Setiawan, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I Tugas akhir penulis yang telah memberikan masukan-masukan yang sangat bermanfaat dan telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Ibu Novi Eka Mayangsari, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas akhir penulis yang telah mendukung dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
10. Seluruh pembimbing OJT atas ilmu dan pengalaman yang didapat selama melakukan OJT dan telah membantu serta mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Astri Ferdianti, seorang teman yang telah mendoakan, memberi semangat, menemani penulis yang sejak SMP, SMA, hingga perguruan tinggi yang selalu menemani, partner “nyetarbak”, tempat curhat, dan penyemangat dalam menyelesaikan tugas akhir.
12. Herdika, Febi, Sandi, Mar’atus, Mega, Della, Afifah, Asadina, Okky, Fariz, Victor, Riefky, dan Boni sebagai member acoustic and cover yang telah menemani penulis untuk belajar dan hiburan di kala penulis sedang gundah sampai penulis akhirnya bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Pak Dwi, Anjar, Yogik, Dodi, Dinda, Hanun, Udin, Yusuf, Halim, Zabil, Jarot, Arnes, Rya, dan teman-teman Lab Bahan Bakar UNESA yang telah menyediakan tempat dan waktu serta membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Masih banyak pihak-pihak lain yang penulis tidak bisa tuliskan, terimakasih doa dan penyemangatnya hingga penulis sukses menyelesaikan Tugas Akhir

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semuanya, dan besar harapan penulis agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat positif bagi pembacanya.

Surabaya, 14 Juli 2018

Rakhmad Faizal Yudha

ABSTRAK

Sebuah industri farmasi menghasilkan *solvent* hasil *recovery* setiap hari yang memiliki kandungan n-heksana, toluena, benzena, etilbenzena, dan silen. Pada produksi plester, untuk menghilangkan bau, *solvent* tersebut diuapkan, kemudian ditangkap lagi di unit *Solvent Recovery Unit*, setelah itu dipakai kembali. Khusus untuk produksi koyo, *solvent* memiliki kandungan *impurities* sehingga tidak bisa digunakan kembali. *Solvent* ini memiliki kandungan toluena, benzena, etilbenzena, xilen, etilbenzena, n-heksana, kapor, mentol, dan nonivamida, di mana toluene, benzene, etilbenzena, silen juga ada di dalam bahan bakar solar. Minyak Jelantah merupakan limbah khususnya limbah rumah tangga, yang telah dilakukan penelitian untuk diolah menjadi biodiesel dan dijadikan alternatif bahan bakar pengganti solar dengan dilakukan proses *de-gumming*, esterifikasi, dan transesterifikasi terlebih dahulu, kemudian *solvent* pada industri tersebut dan biodiesel dari minyak jelantah dicampur. Penelitian ini bertujuan untuk menguji densitas, viskositas, angka asam, titik nyala, laju korosi lempeng tembaga, beserta kandungan air dan sedimen untuk mengidentifikasi apakah bisa dijadikan bahan bakar solar atau tidak. Variabel yang digunakan adalah perbandingan antara *solvent* dan biodiesel dengan rasio perbandingan 1:9; 2:8; 3:7; 4:6; 5:5; 6:4; 7:3; 8:3; dan 9:1. Hasil dari penelitian ini menunjukkan campuran *solvent* belum bisa digunakan sebagai bahan bakar karena pada nilai *flash point* belum memenuhi standar Direktur Jendral Minyak dan Gas.

Kata kunci : biodiesel, esterifikasi, minyak jelantah, *solvent*, transesterifikasi.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

ABSTRACT

Pharmaceutical industry produces solvent from recovery process daily, which contain n-hexane, toluene, benzene, ethylbenzene, and xylene. In plaster production, to remove the odor, the solvent was evaporated, captured again in the Solvent Recovery Unit, then the solvent reused. Especially for the patches production, solvents have impurities that can't be reused. This solvent contains toluene, benzene, ethylbenzene, xylene, ethylbenzene, n-hexane, camphor, menthol, and nonivamide, in which toluene, benzene, ethylbenzene, xylene are also present in the fuel of one diesel fuel. Waste cooking oil is specified as household waste, has been researched to be processed into biodiesel and utilized as alternative diesel fuel firstly by doing de-gumming, esterification, and transesterification process, continued by mixing it with the solvent at the pharmaceutical industry. This study aims to test the density, viscosity, acid number, flash point, copper strip corrosion, along with water content and sediments to identify the qualification of this diesel fuel. Variables ratios between solvent and biodiesel are 1:9; 2:8; 3:7; 4:6; 5:5; 6:4; 7:3; 8:3; and 9:1. The results showed that the solvent and biodiesel mixture unqualified as diesel fuel because its lower flash point values are not satisfied due to the regulation according to the Direktorat Jenderal Minyak dan Gas.

Keywords : biodiesel, esterification, solvent, transesterification, waste cooking oil.

-

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR BEBAS PLAGIAT	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.4.1 Bagi Penulis	3
1.4.2 Bagi Perusahaan	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biodiesel.....	5
2.1.1 Pembuatan Biodiesel.....	5
A. Esterifikasi	5
B. Transesterifikasi.....	6
2.1.2 Karakterisasi Bahan Bakar Diesel.....	7
A. Massa Jenis (Densitas).....	8
B. Angka Asam	9

C.	Viskositas.....	10
D.	Titik Nyala	11
E.	Korosi Lempeng Tembaga	11
F.	Kandungan Air dan Sedimen	12
2.2	Minyak Jelantah	12
2.3	Solvent.....	13
2.4	Penelitian Terdahulu.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		17
3.1	Metode Penelitian.....	17
3.2	Variabel Penelitian	17
3.3	Studi Literatur.....	19
3.4	Observasi Awal Masalah.....	19
3.5	Identifikasi Masalah	19
3.6	Penetapan Tujuan	19
3.7	Teknik Pengumpulan Data	19
3.8	Pengumpulan Data	20
3.9	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	20
3.9.2	Lokasi Penelitian.....	20
3.9.1	Waktu Penelitian	21
3.10	Pelaksanaan Penelitian.....	21
3.10.1	Pengambilan sampel.....	21
3.10.2	Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah	22
3.10.3	Pengujian FAME dengan GC-MS	24
3.10.4	Pengujian Densitas	25
3.10.5	Pengujian Viskositas	27
3.10.6	Angka Asam.....	28

3.10.7	Titik Nyala	29
3.10.8	Penentuan Air dan Sedimen	30
3.10.9	Korosi Lempeng Tembaga	31
3.10.10	Pengambilan data	34
3.10.11	Analisa data	34
3.11	Kesimpulan dan Saran	34
3.12	Flowchart Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Komposisi FAME (<i>Fatty Acid Methyl Ester</i>) pada Biodiesel	37
4.2	Uji karakteristik Fisika dan Kimia	40
4.2.1	Densitas	40
4.2.2	Viskositas	41
4.2.3	Angka Asam	42
4.2.4	Korosi Lempeng Tembaga	42
4.2.5	Air dan Sedimen	43
4.2.6	<i>Flash Point</i>	44
4.3	Membandingkan Hasil Uji Karakteristik dengan Standar	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		49

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar dan Mutu Bahan Bakar Diesel	7
Tabel 2.2 Karakteristik Minyak Bekas	13
Tabel 2.3 Kandungan solvent.....	14
Tabel 3.1 Definisi Operasioanl Variabel Penelitian.....	17
Tabel 3.2 Komposisi Campuran.....	18
Tabel 3.3 Ketentuan pengambilan sampel dalam drum.....	21
Tabel 3.4 Densitas Akuades berdasarkan Suhu	26
Tabel 3.5 Ukuran sampel pengujian.....	28
Tabel 3.6 Klasifikasi Lempeng Tembaga	32
Tabel 3.7 Klasifikasi Pengkaratan.....	33
Tabel 4.1 Hasil Analisa GC-MS	37
Tabel 4.2 Reaksi Transesterifikasi	38
Tabel 4.3 Densitas Sampel.....	40
Tabel 4.4 Viskositas Sampel	41
Tabel 4.5 Angka Asam Sampel.....	42
Tabel 4.6 Korosi Lempeng Tembaga Sampel.....	43
Tabel 4.7 Kandungan Air dan Sedimen	43
Tabel 4.8 Flash Point	44

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaksi Esterifikasi.....	6
Gambar 2.2 Reaksi Transesterifikasi	7
Gambar 2.3 Viskometer Ostwald.....	10
Gambar 2.4 Solvent hasil recovery produksi koyo	14
Gambar 3.1 Botol Logam Pengambil Sampel	21
Gambar 3.2 Proses pada Reaktor Sintesa Biodiesel.....	24
Gambar 3.3 Tahapan Penelitian	36
Gambar 4.1 Kromatogram Biodiesel	37

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebuah industri farmasi memproduksi produk berupa plester luka dan koyo. Dari kegiatan pembuatan produk plester, pada pembuatan kain agar lengket, diperlukan proses *coating*. Proses *coating* memerlukan sebuah bahan yang disebut laso. Untuk membuat laso, diperlukan proses *mixing* dengan bahan baku utama ialah karet. Karet tersebut kemudian dilarutkan dengan larutan *solvent*, sehingga jadilah laso, yaitu bahan yang digunakan sebagai perekat pada plester. Setelah laso diproduksi, kemudian dilakukan proses *coating* laso terhadap plester setelah itu diberi bantalan luka. Setelah proses *coating*, bau *solvent* masih tercium, dan bau *solvent* ini harus dihilangkan agar plester luka dapat digunakan untuk umum. Caranya yaitu dengan menguapkan *solvent* tersebut, lalu ditangkap ke unit *solvent recovery unit* dengan karbon filter, kemudian didorong oleh uap, lalu didinginkan dan ditampung di *separator tank*. Pada *separator tank* terdapat 2 jenis bahan, yaitu *solvent* dan air, yang dipisahkan dengan konsep perbedaan masa jenis, di mana air yang memiliki massa jenis lebih besar akan berada di bawah, dan *solvent* yang memiliki massa jenis lebih rendah akan berada di atas. Dengan sistem *overflow*, *solvent* yang berada di atas akan jatuh ke tangki penampung, yang nantinya *solvent* tersebut digunakan kembali (*reuse*) untuk produksi plester.

Solvent yang dimaksud merupakan sebuah bahan pelarut. Pada industri tersebut, *solvent* yang digunakan berupa senyawa hidrokarbon. Pada proses produksi koyo dihasilkan *recovery solvent* yang memiliki senyawa dengan komposisi penyusun berupa n-heksana, toluena, benzena, etilbenzena, dan silen. Industri farmasi tersebut ingin melakukan *reuse* terhadap *solvent* hasil *recovery* bahan baku koyo, namun memiliki *senyawa impurities* berupa *nonivamide*(ekstrak cabai), *menthol*, dan *camphor* sehingga *reuse* tidak bisa dilakukan. Di samping kandungan *impurities*, senyawa benzena, toluene,

etilbenzena, dan silen juga ada pada bahan bakar, salah satunya yaitu pada bahan bakar mesin diesel berupa solar (Junita, 2014).

Solar merupakan bahan bakar fosil yang digunakan pada mesin diesel. Bahan bakar fosil tersebut bukan merupakan bahan bakar yang terbarukan, sehingga bisa memicu krisis energi di masa yang akan datang (Jin dkk., 2015 dalam Setiawan dkk., 2017). Beberapa usaha telah dilakukan untuk mencari bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil, di mana salah satunya ialah biodiesel yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bakar diesel (Charpe dan Rathod, 2011 dalam Setiawan dkk., 2017) Minyak jelantah merupakan bahan nabati yang dihasilkan dari kelapa sawit. Selama ini minyak goreng bekas merupakan limbah bagi ibu rumah tangga, bahkan dibuang sembarangan (Tazi dan Sulistiana, 2011). Minyak jelantah dapat dijadikan sebagai biodiesel dikarenakan sifat komposisi fisika-kimia antara biodiesel dan solar tidak jauh beda (Fitriani, 2016). Pada dasarnya, biodiesel adalah senyawa *fatty acid methyl ester* (FAME) yang dapat disintesa dari minyak goreng bekas (Leung dkk., 2010 dalam Setiawan dkk., 2017). Potensi dari minyak jelantah adalah ketersediaan produksinya kontinyu dibandingkan jenis bahan yang lain (Kuncahyo, dkk. 2013). Minyak jelantah dapat digunakan sebagai biodiesel dengan catatan dilakukan proses esterifikasi dan transesterifikasi terlebih dahulu untuk didapatkan senyawa metil esternya dan menganalisa komposisi dari *fatty acid methyl ester* (FAME) dengan alat GC-MS untuk mengetahui kandungan FAME yang disintesa dari minyak jelantah (Fitriana, 2016).

Agar dapat memenuhi syarat teknis untuk bahan bakar diesel jenis solar, peneliti ingin mencampur *solvent* dengan biodiesel minyak jelantah. Kemudian, membandingkan bagaimanakah nilai densitas, viskositas, bilangan asam, titik nyala, korosi lempeng tembaga, beserta kandungan air dan sedimen terhadap Standar yang berlaku untuk bahan bakar diesel jenis solar.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah komposisi *fatty acid methyl ester* (FAME) pada biodiesel minyak jelantah

2. Berapakah densitas, viskositas, bilangan asam, titik nyala, korosi lempeng tembaga, beserta air dan sedimen untuk tiap variabel
3. Bagaimanakah perbandingan nilai densitas viskositas, bilangan asam, titik nyala, korosi lempeng tembaga, beserta kandungan air dan sedimen terhadap standar pada bahan bakar solar

1.3 Tujuan

1. Mengidentifikasi komposisi FAME pada biodiesel minyak jelantah
2. Menganalisa nilai densitas, viskositas, bilangan asam, titik nyala, korosi lempeng tembaga, beserta kandungan air dan sedimen antara campuran *solvent* dan minyak jelantah untuk tiap variabel
3. Membandingkan nilai densitas, viskositas, bilangan asam, titik nyala, korosi lempeng tembaga, beserta kandungan air dan sedimen terhadap standar bahan bakar solar.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1.4.1 Bagi Penulis

Adapun manfaat dari sisi penulis yaitu pengaplikasian ilmu pengetahuan yang didapatkan dari literatur (jurnal dan buku-buku yang relevan dengan penelitian) dan pengalaman dari *On the Job Training* (OJT) yang di lakukan bulan September – Desember di industri farmasi.

1.4.2 Bagi Perusahaan

1. Dapat mengurangi biaya pembuangan limbah B3 dari *solvent* hasil *recovery*.
2. Memanfaatkan limbah solvent menjadi bahan bakar, salah satunya mesin diesel.
3. Dapat menganalisa *solvent* hasil *recovery* yang dicampur dengan minyak jelantah untuk dijadikan bahan bakar mesin diesel.

1.5 Batasan Masalah

Sesuai dengan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dipaparkan, batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Solvent* yang digunakan ialah *solvent* hasil *recovery* di industry farmasi.
2. Minyak jelantah didapatkan dari restoran cepat saji di Gresik.
3. Pengujian densitas, viskositas, bilangan asam, titik nyala, korosi lempeng tembaga, beserta air dan sedimen dilakukan di laboratorium terpadu.
4. Karakteristik bahan bakar yang diuji untuk bahan bakar *high speed diesel*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biodiesel

Biodiesel adalah bioenergi atau bahan bakar nabati yang dibuat dari minyak nabati, baik minyak baru maupun bekas penggorengan melalui proses transesterifikasi, esterifikasi, atau proses esterifikasi-transesterifikasi. Biodiesel digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti BBM untuk motor diesel. (Hambali, dkk., 2007, dalam Fitriani 2016). Biodiesel termasuk golongan mono-alkil ester atau metil ester yang memiliki panjang rantai karbon antara 12 sampai 20 terkandung oksigen. Hal tersebut membedakan antara biodiesel dengan petroleum diesel, karena petroleum diesel mengandung hidrokarbon tanpa oksigen (Sinaga, 2013 dalam Fitriani, 2016).

2.1.1 Pembuatan Biodiesel

Menurut Hikmah dan Zuliyana (2010), biodiesel merupakan monoalkil ester dari asam-asam lemak rantai panjang yang terkandung dalam minyak nabati atau lemak hewani untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Biodiesel dapat diperoleh melalui reaksi transesterifikasi trigliserida dan atau reaksi esterifikasi asam lemak bebas tergantung dari kualitas minyak nabati yang digunakan sebagai bahan baku. Berdasarkan kandungan FFA dalam minyak nabati maka proses pembuatan biodiesel secara komersial dibedakan menjadi 2 yaitu :

A. Esterifikasi

Esterifikasi adalah konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Katalis-katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat merupakan katalis-katalis yang biasa dipakai dalam industri. Reaktan metanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebih dan air sebagai produk samping reaksi disingkirkan dari fasa reaksi, yaitu fasa minyak. Melalui kombinasi-kombinasi yang tepat dari kondisi-kondisi reaksi dan metode penyingkiran air, konversi sempurna asam-asam lemak ke ester metilnya dapat dituntaskan dalam waktu 1 jam

(Listiadi dan Putra, 2013 dalam Fitriani, 2016). Reaksi Esterifikasi dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut :

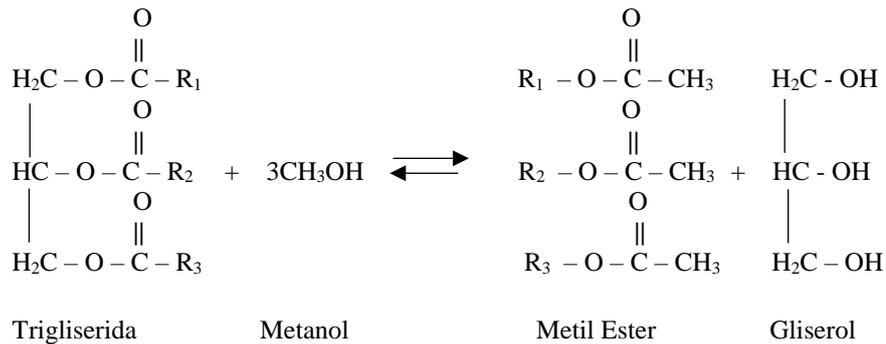


Gambar 2.1 Reaksi Esterifikasi
(Sumber : Fitriana, 2016)

B. Transesterifikasi

Methyl ester (biodiesel) dari minyak kelapa bekas (jelantah) dapat dihasilkan melalui proses transesterifikasi, yaitu dengan cara gliserin dikeluarkan dari minyak dan asam lemak bebas direaksikan dengan *alkohol* (misalnya *methanol*) menjadi *alkohol ester* (*Fatty Acid Methyl Ester/FAME*), atau biodiesel. *Methanol* lebih umum digunakan untuk proses transesterifikasi karena harganya lebih murah dan lebih mudah untuk *recovery*. Transesterifikasi merupakan suatu reaksi kesetimbangan. Reaksi didorong supaya bergerak ke kanan sehingga dihasilkan *methyl ester* (biodiesel) maka perlu digunakan alkohol dalam jumlah berlebih atau salah satu produk yang dihasilkan harus dipisahkan (Yuniwati dan Karim, 2009 dalam Fitriani, 2016).

Transesterifikasi (reaksi alkoholis) adalah lemak atau minyak nabati direaksikan dengan alkohol yang akan menghasilkan ester dan gliserol sebagai produk samping dengan bantuan katalis basa. Katalis digunakan untuk meningkatkan laju reaksi dan jumlah produk (Listiadi dan Putra, 2013 dalam Fitriani, 2016). Metanol ataupun etanol merupakan alkohol yang umumnya digunakan. Reaksi ini cenderung lebih cepat menghasilkan metil ester daripada reaksi esterifikasi dengan bantuan katalis asam. Namun, penggunaan bahan baku pada reaksi transesterifikasi harus mempunyai angka asam lemak bebas yang kecil (< 1%) untuk menghindari pembentukan sabun (Pristiyani, 2015 dalam Fitriani, 2016). Reaksi transesterifikasi terlihat pada gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2 Reaksi Transesterifikasi
(sumber : Fitriana, 2016)

Reaksi transesterifikasi sebenarnya berlangsung dalam 3 tahap yaitu sebagai berikut:

- 1) Pada tahap pertama, penyerangan ikatan karbonil pada trigliserida oleh anion dari alkohol dan membentuk zat antara tetrahedral.
- 2) Pada tahap kedua, zat antara tetrahedral bereaksi dengan alkohol dan terbentuk anion dari alkohol.
- 3) Pada tahap akhir, zat antara tetrahedral mengalami transfer proton sehingga terbentuk ester dan alkohol. Pada reaksi transesterifikasi yang menggunakan katalis - katalis alkali, bilangan asam dari minyak nabati yang digunakan harus kurang dari satu. Jika bilangan asamnya lebih dari satu, maka minyak nabati yang harus dinetralisir terlebih dahulu dengan menambahkan jumlah alkali sehingga basa yang digunakan dapat berfungsi sebagai katalis dan penetralisir asam. Bilangan asam yang tinggi disebabkan oleh adanya kandungan asam lemak bebas pada minyak nabati (Susilowati, 2006 dalam Fitriani, 2016)

2.1.2 Karakterisasi Bahan Bakar Diesel

Indonesia melalui Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi untuk bahan bakar diesel yang parameternya tercantum dalam Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Standar dan Mutu Bahan Bakar Diesel

No.	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Massa jenis pada 15°C	Kg/m ³	815-870
2	Viskositas kinematik pada 40°C	mm ² /(cSt)	2.0-5.0

Lanjutan tabel 2.1

3.	Angka Setana	-	Min 48
4.	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	60
5.	Titik Tuang	°C, maks	18
6.	Korosi lempeng tembaga (3jam pada 50°C)		Nomor 1
7.	Residu karbon	ppm, maks	100
8.	Kandungan air	Mg/kg	500
9.	Destilasi temp 95	°C, maks	370
10.	Kandungan Abu	% v/v	0.01
11.	Belerang	ppm, maks	3500
12.	Kandungan Sedimen	% m/m	0.01
13.	Angka Asam Total	mgKOH/g, maks	0,6
14.	Partikulat	Mg/l	-
15.	Kandungan FAME	% v/v	-
16.	Penampilan Visual	-	Jernih dan Terang
17.	Warna	No. ASTM	3
18.	Bilangan Asam Total	mgKOH/g, maks	0
19.	Kandungan Metanol dan etanol	% v/v	Tak terderekasi
20.	Biological growth	-	nihil

(Sumber : Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006)

A. Massa Jenis (Densitas)

Densitas merupakan satuan masa per satuan volume dari suatu benda. Bahan bakar yang memiliki nilai massa jenis melebihi dari ketentuan, sebaiknya tidak digunakan sebab akan meningkatkan keausan mesin dan menyebabkan kerusakan mesin (Setiawati dan Edwar, 2012). Untuk menghitung densitas dapat digunakan 3(tiga) alat, yaitu menggunakan elektronik meter, piknometer, dan *syringe*. Rumus perhitungan densitas yaitu :

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(1)$$

di mana :

ρ = densitas suatu benda (kg/m³)

m = massa benda (kg)

v = volume benda (m³)

Adapun untuk menghitung densitas campuran dari dua macam cairan, dapat digunakan rumus berikut :

$$(V_1\rho_1) + V_2\rho_2) = V_F\rho_F \dots\dots\dots(2)$$

di mana :

V_1 = volume cairan 1(m³)

V_2 = volume cairan 2(m³)

ρ_1 = densitas cairan 1 (kg/m³)

ρ_2 = densitas cairan 2 (kg/m³)

V_F = volume campuran

ρ_F = densitas campuran

(Lapeyrous, 2002)

B. Angka Asam

Angka asam merupakan jumlah dari asam yang ada di dalam minyak. Angka asam di dalam bahan bakar dapat mempengaruhi sifat korosinya terhadap mesin. Semakin tinggi angka asam maka korosivitasnya semakin tinggi (Alptekin dan Canakci, 2008 dalam Laila dan Oktavia, 2017).

Angka asam (TAN, dalam mgKOH/g) biodiesel diukur dengan metode titrasi menggunakan larutan KOH 0,1 N dan dihitung dari rumus berikut :

$$TAN = \frac{(A-B) \times N \times 56,1}{m \times 1000} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

dengan :

A = volume KOH untuk titrasi (ml)

B = Volume KOH untuk blanko (ml)

N = normalitas larutan KOH (mol/L)

56,1 = berat molekul KOH

m = massa sampel

(Haryanto, dkk., 2015)

C. Viskositas

Analisis viskositas menggunakan alat viscometer kapiler atau ostwald. Bahan bakar yang terlalu kental dapat menyulitkan aliran, pemompaan, dan penyalaan. Jika bahan bakar terlalu encer, akibatnya penyebaran bahan bakar akan menjadi lebih sulit, dan pembakaran akan juga semakin sulit terjadi sehingga menyebabkan kebocoran dalam pipa injeksi (Setiawati dan Edwar, 2012). Proses pengerjaannya adalah viscometer diisi dengan larutan secukupnya. Larutan dinaikkan lebih tinggi dari tanda paling atas. Stopwatch dihidupkan saat melewati tanda paling atas. Biarkan larutan tersebut mengalir sampai tanda paling bawah. Pada saat larutan sampai pada batas ini, stopwatch dimatikan dan waktu alir dapat ditentukan. Cara mengukur Viskositas dengan viscometer Ostwald dapat menggunakan rumus:

$$v = C \times t \dots \dots \dots (4)$$

di mana :

v = viskositas kinematik (cSt atau mm^2/s)

C = konstanta viskometer (cSt/detik)

t = waktu alir (detik)

(SNI, 2015)



Gambar 2.3 Viskometer Ostwald
(Sumber : Dokumen Penulis, 2018)

D. Titik Nyala

Titik nyala adalah titik temperatur terendah dimana bahan bakar dapat menyala ketika bereaksi dengan udara. Bila nyala terus terjadi secara menerus maka suhu tersebut dinamakan titik bakar (*fire point*). Titik nyala yang terlampau tinggi dapat menyebabkan keterlambatan penyalaan sementara apabila titik nyala terlampau rendah akan menyebabkan timbulnya denotasi yaitu ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ruang bakar. Hal ini juga dapat meningkatkan resiko bahaya saat penyimpanan. Semakin tinggi titik nyala dari suatu bahan bakar semakin aman penanganan dan penyimpanannya. (Widyastuti, L.,2007 dalam Apriadi, 2014). Ada tiga macam alat uji yang dapat digunakan untuk menentukan titik nyala bahan bakar, yaitu:

- a) Alat uji cawan terbuka Cleveland (ASTM D 92-90) dapat digunakan untuk menentukan titik nyala minyak, kecuali minyak bakar yang mempunyai titik nyala cawan terbuka di bawah 79°C (175°F).
- b) Alat uji cawan tertutup Pensky-Martens (ASTM D 93-80) yang dapat digunakan untuk menentukan titik nyala minyak bakar, minyak pelumas, dan suspensi padatan.
- c) Alat uji cawan tertutup Abel, yang dapat digunakan untuk menentukan titik nyala produk minyak yang mempunyai titik nyala antara -18°C (0°F) dan 71°C (160°F).

E. Korosi Lempeng Tembaga

Adanya asam atau senyawa yang mengandung sulfur dapat menimbulkan noda pada lempeng tembaga dan menyebabkan korosi. Cara pengukurannya lempeng tembaga dipanaskan hingga suhunya mencapai 50°C di dalam rendaman bahan bakar selama 3 jam. Selanjutnya, lempeng tembaga ini dibandingkan dengan lempeng standar untuk mengukur tingkat korosinya. korosi ini berhubungan dengan angka asam karena korosi dari biodiesel kemungkinan disebabkan kandungan senyawa sulfur atau asam. Korosi lempeng tembaga menurut SNI ialah nomor 1 (Budiman dkk, 2017). Alasan dipilihnya lempeng tembaga sebagai specimen pada uji korosi ialah

dikarenakan biodiesel yang lebih korosif pada logam tembaga dibandingkan logam lainnya seperti baja karbon, aluminium, dan *stainless steel* (E. Hu dkk., 2012).

F. Kandungan Air dan Sedimen

Rendahnya kandungan air dan sedimen dapat memperkecil kemungkinan terjadinya reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas. Kandungan air dalam dalam bahan bakar juga mengakibatkan turunnya panas pembakaran, berbusa, dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam. Jika dalam biodiesel mengandung banyak sedimen, maka akan sangat mempengaruhi kelancaran distribusi bahan bakar pada ruang pembakaran sehingga mempengaruhi akselerasi kerja mesin diesel. Kadar sedimen yang sangat tinggi juga mengakibatkan mesin tersumbat dan rusak (Setiawati dan Edwar, 2012)

2.2 Minyak Jelantah

Selama penggorengan, minyak goreng akan mengalami pemanasan pada suhu tinggi 170° C- 180° C dalam waktu yang cukup lama. Hal ini akan menyebabkan terjadinya proses oksidasi, hidrolisis dan polimerisasi yang menghasilkan senyawa-senyawa hasil degradasi minyak keton, aldehid dan polimer yang merugikan kesehatan manusia. Proses-proses tersebut menyebabkan minyak mengalami kerusakan. Kerusakan utama timbulnya bau dan rasa tengik, sedangkan kerusakan lain meliputi peningkatan kadar asam lemak bebas (FFA), bilangan Iodin (IV), timbulnya kekentalan minyak, terbentuknya busa, adanya kotoran dari bumbu yang digunakan dan bahaya yang di goreng (Ketaren, 1986 dalam Tazi dan Sulistiana, 2011).

Sebanyak 49% dari total permintaan minyak goreng merupakan konsumsi rumah tangga dan sisanya untuk keperluan konsumsi untuk makanan pada perhotelan dan restoran-restoran. Pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan industri perhotelan, restoran dan usaha *fastfood* yang pesat menyebabkan permintaan akan minyak goreng semakin

meningkat. Hal ini menyebabkan minyak goreng bekas dalam jumlah yang cukup tinggi (Listiadi dan Putra, 2013 dalam Fitriani, 2016).

Minyak goreng yang digunakan di industri maupun rumah tangga akan menjadi minyak jelantah dalam jumlah tinggi dan adanya bahaya konsumsi minyak goreng bekas, maka perlu dilakukan upaya-upaya untuk memanfaatkan minyak goreng bekas tersebut agar tidak terbuang dan mencemari lingkungan. Pemanfaatan minyak goreng bekas ini dapat dilakukan dengan pemurnian agar dapat digunakan kembali dan digunakan sebagai bahan baku produk berbasis minyak seperti sabun, sampo, dan bahan bakar diesel (Harianja, 2010 dalam Fitriana, 2016).

Menurut Bhargavi dan Raqeeb (2015), karakteristik dari minyak bekas adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Karakteristik Minyak Bekas

Karakteristik	satuan	nilai
Densitas	g/cm ³	0,91 – 0,924
Viskositas Kinematik	Mm ² /s	36,4-42
Angka penyabunan	mgKOH/g	188,2-207
Angka asam	mgKOH/g	1,32-3,6
Angka Iodine	gI ₂ /100g	83-141,5

(Sumber : Bhargavi dan Raqeeb, 2015)

2.3 Solvent

Manajer HSE pada industri industri farmasi tersebut mengungkapkan bahwa kegunaan *Solvent* di sini ialah untuk melarutkan karet. Pertama-tama karet dicacah menjadi kecil-kecil, kemudian diaduk dengan *solvent*. Setelah dilarutkan, maka campuran tersebut menjadi laso, yang nantinya berguna sebagai perekat, dan akan ditempel pada plester untuk perekat.

Pada proses produksi koyo, pembuatan larutan laso dicampur dengan senyawa *impurities*, seperti menthol, camphor, dan nonivamide. Pada proses *recovery solvent*, senyawa *impurities* tersebut juga ikut menguap, sehingga *solvent* tidak bisa digunakan kembali sebagaimana pada proses plester.

Lutfi (2018) selaku operator dari SRU mengatakan bahwa *Solvent* yang *direcovery* dari proses produksi koyo perhari dapat mencapai 400-600 liter

perhari, di mana solvent ini tidak bisa digunakan lagi. Bentuk *solvent* dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.4 Solvent hasil recovery produksi koyo
(sumber : Dokumen penulis, 2018)

Kandungan yang terdapat pada *solvent* dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.3 Kandungan *solvent*

No.	Senyawa	Satuan	Nominal
1	n-hexane	% wt	63.34
2	Benzene	% wt	8.65
3	Toluene	% wt	6.35
4	Xylene	% wt	3.14
5	Ehtylbenzene	% wt	4.22
6	Nonyvamide	% wt	1.3
7	Camphor	% wt	5.86
8	mentol	% wt	7.14

(sumber : dokumen industri farmasi, 2018)

2.4 Penelitian Terdahulu

Setiawan dkk. (2017) telah melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak goreng. Proses yang dilakukan melalui 2 tahap, yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Proses esterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak dengan asam sulfat 98% sebesar 0.5% berat minyak dan dan Metanol 99% dengan rasio perbandingan molar metanol dengan minyak sebesar 6:1 yang direaksikan selama 3 jam pada suhu 60°C.

Setelah esterifikasi dilakukan, selanjutnya ialah dilakukan proses transesterifikasi dengan mereaksikan minyak dengan NaOH sebanyak 0,5% dari berat minyak dan Metanol 99% dengan rasio perbandingan molar metanol dengan minyak sebesar 6:1 yang dilakukan pada suhu 60°C selama 3 jam. FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) yang dihasilkan didominasi oleh senyawa metil oleat sebesar 45,54% dengan kadar FAME sebesar 98,41%. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan meliputi densitas, viskositas, kandungan air, dan angka asam sebesar 0,865 gram/cm³, 3,5 mm²/s, 0,03%, dan 0,06 mgKOH/g,

Refaat dkk. (2008) Menyatakan dalam penelitian yang dilakukan bahwa reaksi transesterifikasi yang dilakukan pada waktu 1 jam dan 3 jam tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan. Minyak yang direaksikan pada suhu yang sama dengan waktu 30 menit, 1 jam, dan 3 jam memiliki *yield* masing-masing 86,15%, 96,15%, dan 96,30%. Perbedaan waktu reaksi 1jam dan 3jam menghasilkan selisih *yield* sebesar 0,15% saja. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari minyak bekas meliputi densitas, *flash point*, dan viskositas masing-masing sebesar 0,8796 gram/cm³, 168°C, dan 6.40 mm²/s .

Pratiwi dkk. (2016) pada penelitiannya membuat biodiesel dengan 3 tahap, yaitu prses *de-gumming*, esterifikasi, dan transesterifikasi. Pada proses *de-gumming*, bertujuan untuk menghilangkan kotoran berupa gum, protein, fosfolipid, dan lain-lain sebelum proses esterifikasi dan transesterifikasi dilakukan. Proses *de-gumming* dilakukan dengan cara menambahkan asam fosfat pada minyak bekas dan dipanaskan pada suhu 70°C selama 30 menit. Demirbas (2008), dalam Adekunle dkk. (2016) menyatakan bahwa dilakukannya proses *de-gumming* dapat meningkatkan proses transesterifikasi menjadi biodiesel. Selanjutnya pada proses esterifikasi, dilakukan dengan menambahkan asam sulfat 98% seberat 0,5% dari berat minyak, serta methanol dengan perbandingan berat metanol dan minyak sebesar 2:1 dengan suhu 70°C dan direaksikan selama 70menit, kemudian dilanjutkan proses transesterifikasi. Proses transesterifikasi dilakukan dengan menambahkan perbandingan berat methanol dan minyak

sebesar 2:1 dan ditambahkan katalis NaOH sebesar 1% dari volume minyak. *Yield* yang dihasilkan sebesar 62,667.

Dermawan dan Susila (2013) telah melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel dengan 3 tahap, yaitu *de-gumming*, esterifikasi, dan transesterifikasi. Proses *de-gumming* dilakukan dengan menambahkan asam fosfat sebanyak 0,5% dari berat minyak dan dipanaskan pada suhu 60°C selama 30 menit, selanjutnya dilakukan proses esterifikasi. Proses esterifikasi dilakukan dengan menambahkan methanol 99% sebanyak 10% dari volume minyak jelantah serta ditambahkan katalis asam sulfat 98% sebanyak 0,5% dari berat minyak dan dipanaskan pada suhu 70°C selama 30 menit, lalu dilanjutkan proses transesterifikasi. Proses transesterifikasi dilakukan dengan menambahkan methanol 99% sebanyak 10% dari volume minyak yang ditambahkan katalis NaOH seberat 1% dari berat minyak, kemudian dipanaskan pada suhu 60°C selama 30 menit. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah meliputi *flash point*, kandungan air, densitas, dan viskositas masing-masing sebesar 154°C, 0,20 %, 0,9113 gram/cm³, dan 16,71 mm²/S.

Penelitian ini akan membuat biodiesel dengan perlakuan pada proses *de-gumming* yang dilakukan dengan menambahkan asam fosfat sebesar 0,5% dari berat minyak dan diaduk selama 30 menit pada suhu 70°C, kemudian proses esterifikasi yang dilakukan dengan menambahkan methanol sebesar 10% dari volume minyak dengan katalis asam sulfat sebesar 0,5% dari berat minyak yang direaksikan pada suhu 60°C selama 1 jam, dan proses transesterifikasi yang dilakukan dengan menambahkan metanol sebanyak 10% dari volume minyak yang ditambahkan katalis NaOH sebesar 1% dari berat minyak dan direaksikan selama 1 jam pada suhu 60°C. Setelah biodiesel dihasilkan, kemudian dilakukan pencampuran dengan *solvent* dan dianalisa karakteristik fisika dan kimia berupa densitas, viskositas, angka asam, korosi lempeng tembaga, kandungan air dan sedimen, serta *flash point*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, berisi tahapan-tahapan penelitian. Tahapan yang ada di bab ini selanjutnya digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Tahapannya adalah sebagai berikut :

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian ini bersifat observasional dengan tujuan untuk mengetahui densitas, viskositas, bilangan asam, titik nyala, korosi lempeng tembaga, beserta air dan sedimen dari pencampuran biodiesel *solvent* hasil *recovery* dengan minyak jelantah.

Menurut waktunya, metode *cross-sectional* (potong lintang) akan digunakan, yaitu sesaat, baik data primer maupun data sekunder dikumpulkan dan diteliti pada saat yang bersamaan yaitu pada bulan Januari – Juni 2018.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas pada penelitian ini adalah perbandingan campuran *solvent* dan minyak jelantah.
2. Variabel terikat pada penelitian ini adalah densitas, viskositas, bilangan asam, titik nyala, korosi lempeng tembaga, beserta air dan sedimen dari campuran *solvent* hasil *recovery* dengan minyak jelantah.
3. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah *solvent* yang digunakan dari SRU dan minyak jelantah dari restoran cepat saji.

Tabel 3.1 Definisi Operasioanl Variabel Penelitian

No.	Variabel	Definisi Operasional	Satuan dan Kategori	Alat Ukur	Skala
15.	<i>Solvent (XI)</i>	Larutan yang digunakan sebagai bahan bakar	ml	Gelas ukur	Nominal

Lanjutan Tabel 3.1

2.	Biodiesel Minyak jelantah(X2)	Bahan bakar Nabati	MI	Gelas ukur	Nominal
3.	Densitas (Y1)	Nilai massa per satuan volume	Kg/m ³	Piknometer	Nominal
4.	Viskositas (Y2)	Nilai kekentalan suatu cairan	cSt	Viskometer Ostwald	Nominal
5.	Angka Asam(Y3)	Emisi yang dihasilkan dari pembakaran	mgKOH/g	Metode titrasi	Nominal
6.	Titik Nyala (Y4)	Suhu minimal suatu bahan untuk menyala	°C	<i>Pensky-Martens closed-cup</i>	Nominal
7.	Air dan Sedimen (Y5)	Volume air dan sedimen pada sampel	%-volume	Alat pemutar komplet minimum 500 gaya sentrifugal	Nominal
8.	Korosi Lempeng Tembaga (3jam pada 50°C) (Y6)	Perbandingan warna dengan standar pengkaratan tembaga	Angka klasifikasi	Bom uji pengkaratan lempeng tembaga	Ordinal

(Sumber : analisa penulis, 2018)

Tabel 3.2 Komposisi Campuran

No	<i>Solvent</i> (% wt)	Biodiesel Minyak jelantah (% wt)
1	10	90
2	20	80
3	30	70
4	40	60
5	50	50
6	60	40
7	70	30
8	80	20
9	90	10

(sumber : Tazi & Sulistiana, 2011)

3.3 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap untuk mencari landasan teori yang berhubungan dengan pokok permasalahan yang akan dikaji, terutama yang berhubungan dengan densitas, viskositas, dan angka asam.

3.4 Observasi Awal Masalah

Pada tahap ini, dilakukan observasi untuk mencari informasi secara lengkap mengenai gambaran objek yang akan diteliti, yaitu meliputi konsentrasi proanalisis *solvent* hasil *recovery* di industri farmasi dan supply minyak jelantah di sekitar Surabaya.

3.5 Identifikasi Masalah

Tahapan selanjutnya yang akan dilakukan yaitu menyusun perumusan masalah dan tujuan dari penelitian tugas akhir ini. Perumusan masalah ini merupakan permasalahan yang teridentifikasi berdasarkan hasil observasi awal.

3.6 Penetapan Tujuan

Pada tahap ini kemudian akan dilakukan pengembangan dari tahapan sebelumnya, yaitu identifikasi masalah. Penulis menentukan tujuan yang ingin dicapai berdasarkan kondisi lapangan dan data yang sudah ada. Tahap ini merupakan acuan untuk melakukan pengumpulan data sehingga peneliti bisa mendapatkan target serta dapat fokus pada penelitian yang dilakukan ke depannya.

3.7 Teknik Pengumpulan Data

a. Observasi

Dengan melakukan pengamatan terhadap keadaan dari *solvent* yang dihasilkan dari *solvent recovery unit* (SRU).

b. Wawancara

Melakukan tanya jawab dengan Operator SRU, pihak HSE mengenai *solvent* yang dihasilkan dan dasar hukum yang digunakan sebagai acuan dan lain-lain yang tentunya masih berhubungan dengan *solvent recovery*. Wawancara dengan pemilik restoran cepat saji juga akan dilakukan tentang produksi minyak jelantah yang dihasilkan.

c. Analisa di Laboratorium

Pengukuran terhadap densitas, viskositas, bilangan asam, titik nyala, korosi lempeng tembaga, beserta air dan sedimen untuk mengetahui densitas viskositas, bilangan asam, titik nyala, korosi lempeng tembaga, beserta air dan sedimen dari campuran *solvent* dan biodiesel minyak jelantah, dan membandingkan hasilnya dengan standar dirjen migas.

3.8 Pengumpulan Data

a. Data Primer

Pengumpulan data ini dapat dilakukan dengan cara meninjau objek secara langsung, diantaranya yaitu:

1. Hasil analisa laboratorium berupa kandungan *solvent*.
2. Hasil analisa laboratorium berupa nilai densitas, viskositas, bilangan asam, titik nyala, korosi lempeng tembaga, beserta air dan sedimen campuran *solvent* dan biodiesel minyak jelantah.
3. Observasi secara kualitatif/maupun kuantitatif penelitian pada objek yang akan di teliti secara langsung di lapangan
4. Wawancara dengan operator SRU dan pihak HSE dari industri farmasi serta pemilik restoran cepat saji.

b. Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan cara membaca literatur yang berkaitan dengan:

1. Gambaran umum industry farmasi
2. Laporan-laporan yang berhubungan dengan data pendukung
3. Sumber dan karakteristik limbah solvent yang dihasilkan di *Solvent Recovery Unit (SRU)* industri farmasi
4. Pengujian densitas, viskositas, bilangan asam, titik nyala, korosi lempeng tembaga, beserta air dan sedimen

3.9 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.9.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di laboratorium terpadu

3.9.1 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai dari bulan Januari 2018 – Juni 2018

3.10 Pelaksanaan Penelitian

3.10.1 Pengambilan sampel

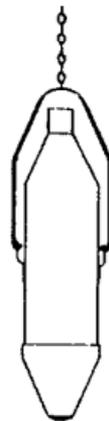
Untuk Sampel *solvent* diambil dari drum penampung berukuran 200L. Sebelum diambil, drum digoyang atau isi drum diaduk terlebih dahulu dengan acuan SNI 0429-1989-A dengan metode *grab sampling*. ketentuan pengambilannya yaitu :

Tabel 3.3 Ketentuan pengambilan sampel dalam drum

Jumlah drum	Jumlah drum yang diambil contohnya
Kurang dari 4-100	Semua drum. 20% dari jumlah drum, minimum 4.
Lebih dari 100	10% dari jumlah drum, minimum 20

(sumber : SNI 0429-1989-A)

Alat pengambil sampel menggunakan Botol logam dengan ukuran diameter 5-7cm, panjang 30 cm, dengan lubang mulut 2,5cm, bagian bawahnya berat dan digantung dengan rantai. Karena beratnya, botol ini meluncur cepat ke dalam cairan, tanpa sempat terisi sampai dihentikan pada ketinggian yang diinginkan, baru kemudian cairan masuk melalui mulut botol.



Gambar 3.1 Botol Logam Pengambil Sampel
(sumber : SNI 0429-1989-A)

3.10.2 Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah

A. Penyaringan

Proses penyaringan bertujuan untuk menghilangkan kadar pengotor pada minyak jelantah.

I. Alat dan Bahan

- a) *vaccum pump*
- b) *filter papers whatman 41* dengan diameter 47mm
- c) selang penghubung
- d) *capacity bottle filtering 1000ml*
- e) *volume filter holding 300ml*
- f) minyak jelantah
- g) jepit

II. Prosedur Kerja

- a) pasang selang pada *capacity bottle filter* yang dihubungkan ke saluran hisap *vaccump pump*
- b) pasang *filter paper* diatas *capacity bottle filter*, pasang *volume filter holding*. lalu jepit
- c) hidupkan *vaccum pump* sampai minyak terfiltrasi.
- d) matikan *vaccum pump* setelah proses filtrasi selesai.
- e) pindahkan minyak yang terfiltrasi ke dalam botol.

(sumber : Sumarlin dkk., 2009)

B. Sintesis Biodiesel

Setelah dilakukan filtrasi terhadap minyak jelantah, kemudian dilakukan esterifikasi untuk menghilangkan kandungan asam lemak bebas yang berlebih dan kandungan air.

I. Alat dan Bahan

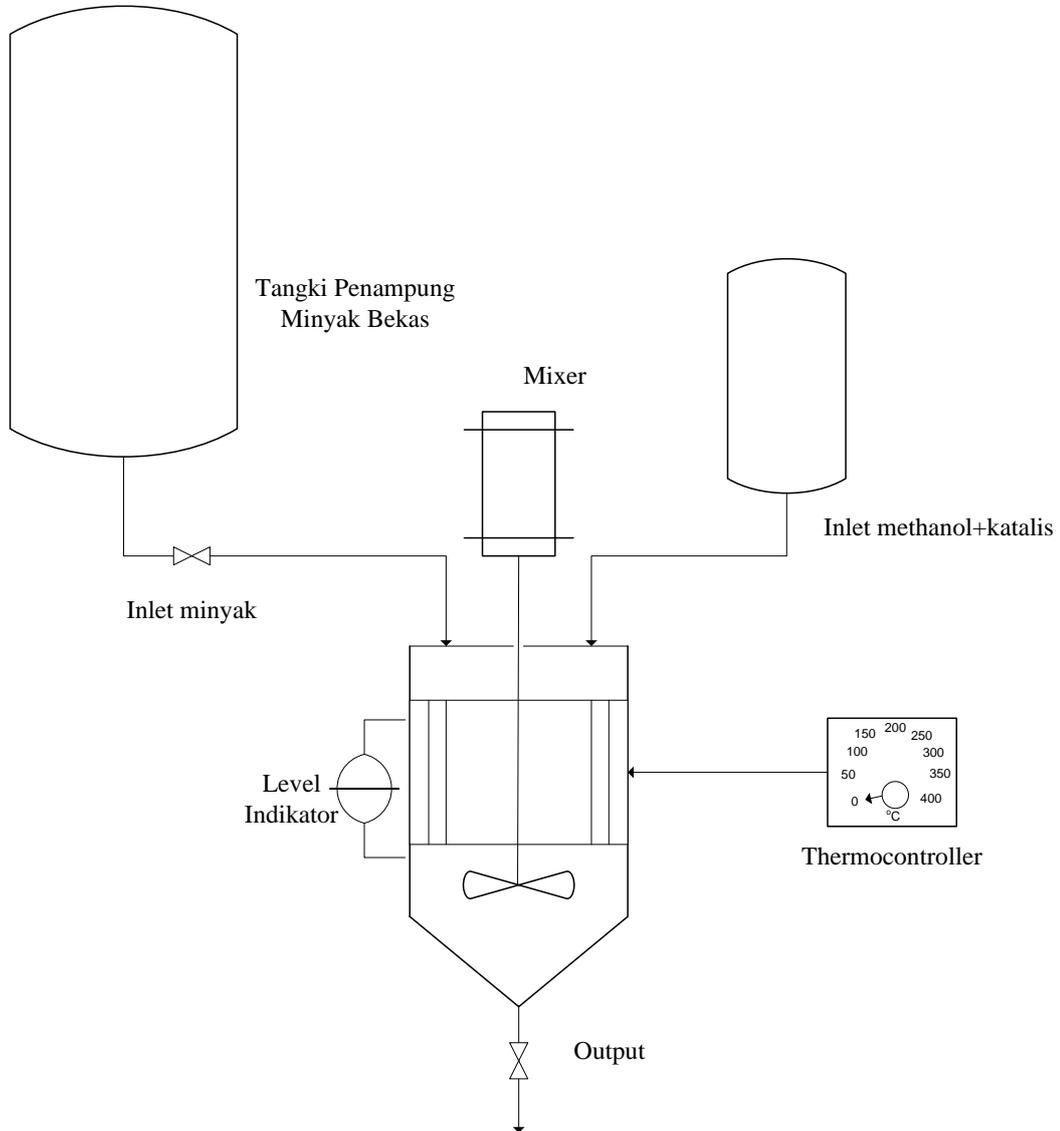
- a) Reaktor dengan volume 3L
- b) Pengaduk magnetic
- c) *Thermocontroller*
- d) Asam sulfat 98%
- e) Metanol 99%

- f) Minyak Jelantah
- g) NaOH 99%
- h) Aquadest
- i) *Separator Funnel*
- j) Buret
- k) *Beaker glass* 500ml
- l) Gelas ukur 250ml

II. Langkah Kerja

- a) Panaskan 1750ml Minyak yang sudah difiltrasi hingga suhu 70°C
- b) Reaksikan minyak dengan asam fosfat sebanyak 0,5% dari berat minyak, nyalakan mixer selama 30menit, kemudian diamkan selama 24 jam, kemudian keluarkan endapan gum melalui outlet. (Pratiwi dkk., 2016)
- c) Reaksikan minyak dengan metanol dengan perbandingan 10% volume minyak, yaitu setiap 1750ml minyak ditambahkan metanol sebesar 175ml dengan katalis asam sulfat 0,5%, yang dilakukan pada suhu 60°C selama 1 jam sambil diaduk dengan mixer, kemudian diamkan selama 24 jam, dan akan terbentuk 2 lapisan, yaitu atas dan bawah. (Dermawan dan Susila, 2013, Refaat dkk., 2008)
- d) Minyak goreng selanjutnya dimurnikan, yaitu memisahkan air, katalis, dan sisa methanol yang berada di lapisan bawah.
- e) Setelah dimurnikan, kemudian dilakukan proses transesterifikasi dengan menambahkan metanol pada perbandingan 10% volume minyak, yaitu 175ml metanol pada 1750ml minyak dengan katalis NaOH 1% dari berat minyak. Proses tersebut dilakukan pada suhu 60°C selama 1 jam. (Dermawan dan Susila, 2013, Refaat dkk., 2008)
- f) Hasil reaksi didinginkan sehingga terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan atas dan lapisan bawah.
- g) Lapisan atas merupakan biodiesel dan bawah berupa campuran gliserol, metanol sisa, dan katalis.

- h) Biodiesel yang terbentuk selanjutnya dilakukan pencucian dengan aquadest pada suhu 50°C-60°C. (Chhetri dkk., 2008)
- i) Setelah dilakukan pencucian, selanjutnya dipanaskan pada suhu 105°C untuk menghilangkan kandungan air.



Gambar 3.2 Proses pada Reaktor Sintesa Biodiesel

3.10.3 Pengujian FAME dengan GC-MS

Analisis kandungan FAME menggunakan perangkat GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrofotometetry*) Agilent 19091S-433. Suhu kolom diprogram dengan suhu 100°C(ditahan selama 1 menit, kemudian

dinaikkan dengan laju 15°C/menit sehingga suhu mencapai 250°C(ditahan 9 menit). Uji kadar FAME menggunakan metode GC-MS mengacu pada IP 585 Standard : *Determination of fatty acid methyl esters (FAME), derived from bio-diesel fuel - GC-MS with selective ion monitoring/scan detection method.*

3.10.4 Pengujian Densitas

A. Kalibrasi Piknometer

Untuk pengujian densitas, digunakan alat piknometer. Namun, pertamanya piknometer harus dikalibrasi terlebih dahulu volumenya. Alat yang dibutuhkan yaitu :

- a) 3 buah piknometer beserta tutupnya
- b) Timbangan dengan ketelitian 0,1mg
- c) Termometer

Sedangkan bahan yang digunakan untuk kalibrasi adalah akuades. cara kalibrasinya ialah sebagai berikut :

- a) Siapkan piknometer. pastikan tutup dari tiap piknometer pas
- b) Beri tanda pada tiap piknometer
- c) Timbang berat masing-masing piknometer kosong beserta tutupnya
- d) Isi akuades secara perlahan ke dalam masing-masing piknometer agar tidak terbentuk gelembung gas. sebaiknya piknometer diisi sekitar 1/8 inchi samapi 1/4inchi dibawah bibir labu piknometer.
- e) Tutup piknometer dengan kuat.
- f) Pada tutup piknometer, pasti akan ada sejumlah kecil volume akuades yang masuk ke lubang pada tutup piknometer dan tidak ada udara yang tertangkap ke dalam piknometer.
- g) Lap akuades yang keluar dari piknometer dengan tisu. sampel akuades harus sejajar dengan bagian atas penutup piknometer.
- h) Timbang piknometer berisi air beserta penutupnya lalu catat
- i) Ukur suhu akuades lalu catat

- j) Ukur masa akuades dengan selisih massa piknometer berisi akudes dan massa kosong piknometer.
- k) Kosongkan dan keringkan piknometer beserta tutupnya.
- l) Gunakan tabel 3.3 berikut untuk menentukan densitas akuades pada suhu tertentu.
- m) Hitung volume piknometer dengan membagi massa akuades dan densitas akudes pada suhu tertentu.
- n) ulangi langkah diatas sebanyak tiga kali pada tiap piknometer, kemudian hasilnya dirata-rata.

Tabel 3.4 Densitas Akuades berdasarkan Suhu

°C	g/cm ³						
15	0,99910	18	0,99860	21	0,99799	24	0,99730
16	0,99894	19	0,99841	22	0,99777	25	0,99705
17	0,998778	20	0,99821	23	0,99754	26	0,99679

(Sumber : STP-4.3)

B. Pengujian densitas dengan Piknometer

Untuk pengujian densitas, alat yang dibutuhkan ialah :

- a) Piknometer yang sudah dikalibrasi dan diberi tanda
- b) Timbangan dengan ketelitian 0,1mg

Kemudian bahan yang yang dibutuhkan ialah :

- a) *Solvent* hasil *recovery*
- b) Minyak jelantah

Cara kerja pengujian densitas adalah sebagai berikut :

- a) Siapkan piknometer yang sudah ditandai dan dikalibrasi
- b) Pastikan cairan yang akan diuji tidak ada udara didalamnya
- c) Timbang tiap piknometer dan catat masanya
- d) Tuang cairan dengan hati-hati ke dalam piknometer sampai mendekati bibir piknometer
- e) Pasangkan tutup dengan hati-hati ke dalam piknometer
- f) Tutup dengan rapat pada piknometer. sejumlah kecil cairan akan masuk ke dalam lubang pada tutup piknometer.

- I. Jika piknometer ditutup dengan benar, maka akan muncul cairan ke dalam lubang pada tutup piknometer
- II. Jika tidak ada cairan yang masuk, ambil tutupnya, tambah lagi cairannya dan ulangi langkah-langkah diatas.
- g) Lap cairan yang keluar dengan hati-hati memakai majun
- h) Pastikan tidak ada udara yang tersisa
- i) Timbang piknometer beserta isinya, catat hasilnya
- j) Ulangi langkah-langkah di atas dengan piknometer yang berbeda.
- k) Cuci, keringkan, dan simpan semua piknometer dan tutupnya
- l) Hitung masa sampel cairan dengan menghitung selisih berat kosong dan berat piknometer yang terisi cairan
- m) Ditung densitas dengan membagi masa sampel dengan volume piknometer yang sudah dikalibrasi
- n) Rata-rata kan hasil dari pengujian tiap piknometer.

3.10.5 Pengujian Viskositas

- I. Alat dan Bahan
 - a) Viskometer Ostwald
 - b) Pemegang viskometer
 - c) Bak dan termostat viskometer berisi cairan transparan
 - d) Termometer gelas dengan akurasi koreksi 0,02°C
 - e) Stopwatch
 - f) Biodiesel minyak jelantah
 - g) *solvent*
 - h) petroleum eter
 - i) larutan asam *chrom*
 - j) Aseton
- II. Langkah Kerja
 - a) Siapkan sampel, aduk sampel hingga homogen
 - b) Siapkan viskometer pada wadah yang mampu terukur dengan kisaran temperatur tertentu
 - c) gunakan penyedot vakum sampai permukaan sampel mencapai posisi dalam pipa kapiler viskometer sekitar 7mm di atas tanda

batas uji laju alir dimulai. Ukur laju alir dengan baik dalam satuan detik dimulai dari tanda batas pertama dan dihentikan pada tanda batas kedua.

- d) ulangi langkah diatas, catat laju alir yang terukur kemudian rata-ratakan

3.10.6 Angka Asam

I. Alat dan Bahan

- a) Labu erlenmeyer 250ml
- b) KOH 0,1N yang telah distandarisasi secara akurat bebas karbonat.
- c) pelarut isopropoil alkohol dan toluena dengan perbandingan volume yang sama
- d) larutan indikator *phenolphthalein*

II. Langkah Kerja

- a) Tambahkan larutan indikator ke dalam pelarut dalam jumlah yang diperlukan dengan rasio 2ml untuk 125ml dan netralsir dengan alkali hingga terbentuk warna pink yang tipis tetapi permanen
- b) Tentukan berat sampel dengan tabel

Tabel 3.5 Ukuran sampel pengujian

Angka asam	Berat sampel ($\pm 10\%$.g)	Akurasi penimbangan ($\pm g$)
0-1	20	0,05
1-4	10	0,02
4-15	2,5	0,01
15-75	0,5	0,001
75 dst	0,1	0,0002

(sumber : SNI 7182: 2015)

- c) Timbang dalam jumlah tertentu sampel cairan yang dikocok dengan baik ke dalam labu erlenmeyer
- d) Tambahkan 125ml campuran pelarut yang dinetralsir.
- e) goyang dengan kuat pada saat titrasi dengan standar alkali hingga terbentuk warna pink pertamakali dengan intensitas yang sama seperti pelarut yang dinetralsir sebelum ditambah sampel. warna harus bertahan selama 30 detik.
- f) angka asam dihitung dengan :

$$\text{Angka asam (mgKOH/g sampel)} = \frac{(A-B) \times N \times 56,1}{W}$$

di mana :

A : adalah volume alkali standar yang digunakan dalam titrasi, dinyatakan dalam mililiter (ml);

B : adalah volume alkali standar yang digunakan dalam titrasi blanko, dinyatakan dalam mililiter (ml)

N: adalah konsentrasi alkali standar, dinyatakan dalam Normalitas (N);

W : adalah berat percontoh, dinyatakan dalam miligram (mg)

3.10.7 Titik Nyala

I. Alat dan Bahan

- a) Alat uji Pensky Martens *closed-cup*
- b) Barometer
- c) Termometer
- d) Sampel

II. Langkah Kerja

- a) Saring sampel dengan kertas saring jika banyak mengandung air, tambahkan kalsium klorida jika diperlukan
- b) Tuang sampel ke dalam mangkok yang sudah bersih dan kering, sampai tanda batas kemudian pasang tutupnya.
- c) Pasang mangkok uji pada alat pemanas, kemudian pasang termometer.
- d) Nyalakan api penyala. atur diameter api kira-kira 4mm.
- e) Nyalakan pemanas, atur kecepatan pemanasan dengan kenaikan suhu 5-6 °C per menit
- f) Hidupkan pengaduk
- g) Hentikan pengadukan, jika suhu sampel mencapai (25±5°C) di bawah titik nyala yang diduga. lakukan segera pengujian dengan mendekatkan api penyala ke atas permukaan sampel selama satu detik.

- h) Ulangi pengujian penyalaan setiap kenaikan suhu 1°F atau 2°F bila titik nyala sampel <110°C. jika titik nyala sampel >110°C, lakukan pengulangan pengujian setiap kenaikan suhu 2°C sampai titik nyala.
- i) Catat suhu titik nyala.

3.10.8 Penentuan Air dan Sedimen

- I. Alat dan Bahan
 - a) Alat pemutar komplit dengan kemampuan minimum 500 gaya sentrifugal relatif pada setiap ujung tabung uji.
 - b) Tabung pemutar bentuk ujung kerucut dengan panjang 8inch atau 6 inch dengan skala volume dalam mm
 - c) Penangas air mampu beroperasi sampai 70°C
 - d) Termometer
 - e) Sampel
- II. Persiapan Sampel
 - a) Jika sampel berupa minyak kental, setengah padat atau padat, panaskan sampel dalam kontainer asli ke dalam penangas air pada temperatur 120-140°F selama kurang lebih 15 menit.
 - b) Angkat contoh dari penangas air, kocok secukupnya
 - c) Tuang isi seluruh kontainer ke dalam bejana pemisah, kemudian aduk dengan pengaduk dengan kecepatan tertentu. hindari masuknya udara ke dalam sampel selama pengadukan
 - d) sambil terus diaduk, buka keran dan tampung sampel yang keluar dengan gelas piala kecil, tutup keran kembali, dan kembalikan sampel dalam piala gelas ke dalam bejana pemisah
 - e) lakukan langkah d) minimal tiga kali, untuk menjaga agar komposisi sampel yang terperangkap ke dalam keran sama homogen dengan sampel keseluruhan dalam bejana pemisah.
 - f) Sampel siap diambil sebagian untuk diuji sambil terus diaduk
- III. Langkah Kerja
 - a) kontrol temperatur wadah sampel dan sampel stabil pada temperatur laboratorium, yaitu 21-32°C

- b) Untuk mencegah kehilangan air dan sedimen, sesegera mungkin tuang sampel ke dalam tabung sentrifugal sampai tanda 100ml, kemudian tutup dan ditempatkan dalam alat sentrifugal secara berlawanan, lalu diputar selama 10 menit dengan kecepatan (800 ± 60) rcf, kemudian catat hasilnya dengan pendekatan 0,005 ml

3.10.9 Korosi Lempeng Tembaga

I. Alat dan Bahan

- a) Tabung uji 25 x 150 mm
- b) Penangas tabung uji yang mampu konstan pada temperatur (50 ± 1) °C. Dilengkapi dengan pemegang tabung uji dalam posisi tegak lurus dan dicelupkan sampai kedalaman sekitar 100mm
- c) *Bomb* uji pengkaratan lempeng tembaga terbuat dari baja tahan karat.
- d) Penangas *bomb* uji yang mampu menahan temperatur konstan (50 ± 1) °C dilengkapi dengan pemegang *bomb* dalam posisi tegak lurus. Penangas harus cukup dalam, sehingga *bomb* uji dapat terendam keseluruhannya.
- e) Termometer, dicelupkan keseluruhannya dengan skala terkecil 1°C alur air raksa tidak boleh berada di atas permukaan media penangas lebih dari 25mm.
- f) Alat bantu penggosok, untuk memegang lempeng tembaga dengan kuat tanpa merusak pinggiran lempeng sewaktu digosok
- g) Standar pengkaratan lempeng tembaga ASTM
- h) Pinset
- i) Pelarut pencuci, iso-oktan dengan mutu uji ketuk
- j) Bahan penggosok, kertas gosok silikon karbida dengan berbagai tingkat kehalusan, mencakup kertas gosok $65\mu\text{m}$ (240grit), silikon karbida $105\mu\text{m}$ (150mesh)
- k) Lempeng tembaga, berukuran 12,5mm x (1,5 sampai 3) mm x 75mm
- l) Sampel

II. Langkah Kerja

- a) Saring sampel dengan kertas saring untuk mengeringkan air tersuspensi dan tampung sampel ke dalam tabung uji yang kering dan bersih.
- b) Bersihkan lempeng tembaga dengan menggosok mempergunakan bahan penggosok seperti karborandum atau kertas gosok silikon karbida. Gosokan dilakukan searah, agar memudahkan evaluasi hasil warna yang terjadi pada lempeng tembaga. Hindarkan terjadi kontak dengan tangan atau percikan air.
- c) Rendam lempeng tembaga ke dalam pelarut pencuci dengan pinset goyangkan sesaat, kemudian angkat dan keringkan dengan cara menyentuhnya dengan kertas pengering.
- d) Masukkan lempeng tembaga ke dalam tabung uji yang telah berisi sampel sekitar 30 ml. Kemudian tutup dengan gabus.
- e) Masukkan tabung uji ke dalam *bomb* uji, tutup dan kencangkan tutupnya. Rendam hingga tenggelam *bomb* uji ke dalam bak penangas pada temperatur $(50 \pm 1) ^\circ\text{C}$, selama 3 jam \pm 5 menit angkat *bomb* uji dari bak penangas setelah perendaman, dinginkan *bomb* beberapa menit dengan air keran yang mengalir. Buka *bomb* dan keluarkan lempeng tembaga dari tabung uji dengan pinset, rendam beberapa saat dalam pelarut pencuci. Angkat lempeng tembaga, dengan menyentuhnya dengan kertas pengering. Periksa hasil warna yang terjadi dengan membandingkan terhadap standar pengkaratan lempeng tembaga ASTM D130 pada tabel 3.6

Tabel 3.6 Klasifikasi Lempeng Tembaga

Klasifikasi	Petunjuk	Deskripsi ^A
<i>Freshly polished strip</i> ^B		
1	<i>Slight tarnish</i>	a. Sedikit jingga hampir sama dengan lempeng yang baru dipelitur b. Jingga tua

Lanjutan Tabel 3.6

2	<i>Moderate Tarnish</i>	a. Merah anggur b. Lembayung muda/ <i>Lavender</i> c. Banyak warna terdiri dari lavender biru atau perak, atau keduanya disalut warna merah anggur d. Keperakan e. Menyerupai kuningan atau emas
3	<i>Dark tarnish</i>	a. Magenta di lempeng yang menguning b. Banyak warna terdiri dari merah dan hijau (seperti merak) tanpa warna abu-abu
4	Korosi	a. Hitam transparan, abu-tua atau coklat, dengan warna nyaris hijau b. Warna grafit atau hitam kusam c. Mengkilap atau hitam legam
<p>^AASTM Standar korosi lempeng tembaga merupakan reproduksi warna dari karakteristik lempeng di deskripsi ini.</p> <p>^B<i>Freshly polished strip</i> merupakan suatu indikasi penampakan lempengan yang dipoles dengan baik sebelum dilakukan pengujian; tidak mungkin untuk menduplikasi penampakan ini setelah dilakukan pengujian bahkan dengan sampel yang tidak korosif sama sekali.</p>		

(sumber : SNI 7182 : 2015)

- f) Laporkan tingkat pengkaratan sesuai dengan nomor pada salah satu tingkat pengklasifikasian dari Standar Pengkaratan Lempeng Tembaga ASTM D130, seperti klasifikasi berikut, dengan mencantumkan temperatur dan waktu pengujian.

Tabel 3.7 Klasifikasi Pengkaratan

Klasifikasi Pengkaratan	Penunjukan	Deskripsi
Lempengan baja yang baru dipoles	--	--

Lanjutan Tabel 3.7

1	Terdapat lapisan dengan sedikit noda	a. Warna oranye muda,hampir sama dengan baja yang baru dipoles. b. Warna oranye gelap
2	Terdapat lapisan noda sedang	a. Warna merah anggur b. Lavender c. Warna-warni dengan biru lavender atau perak atau keduanya pada lapisan merah anggur d. Keperakan e. brassy atau emas
3	Terdapat lapisan noda gelap	a. Magenta redup pada lapisan lempengan brassy b. Warna-warni yang menunjukkan warna merah dan hijau, tetapi tidak ada warna abu-abu
4	korosi	a. Hitam transparan, abu-abu gelap atau kecoklatan b. Grafit atau hitam kusam c. Glossy atau hitam legam

(Sumber : SNI 7182:2015)

3.10.10 Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan di laboratorium

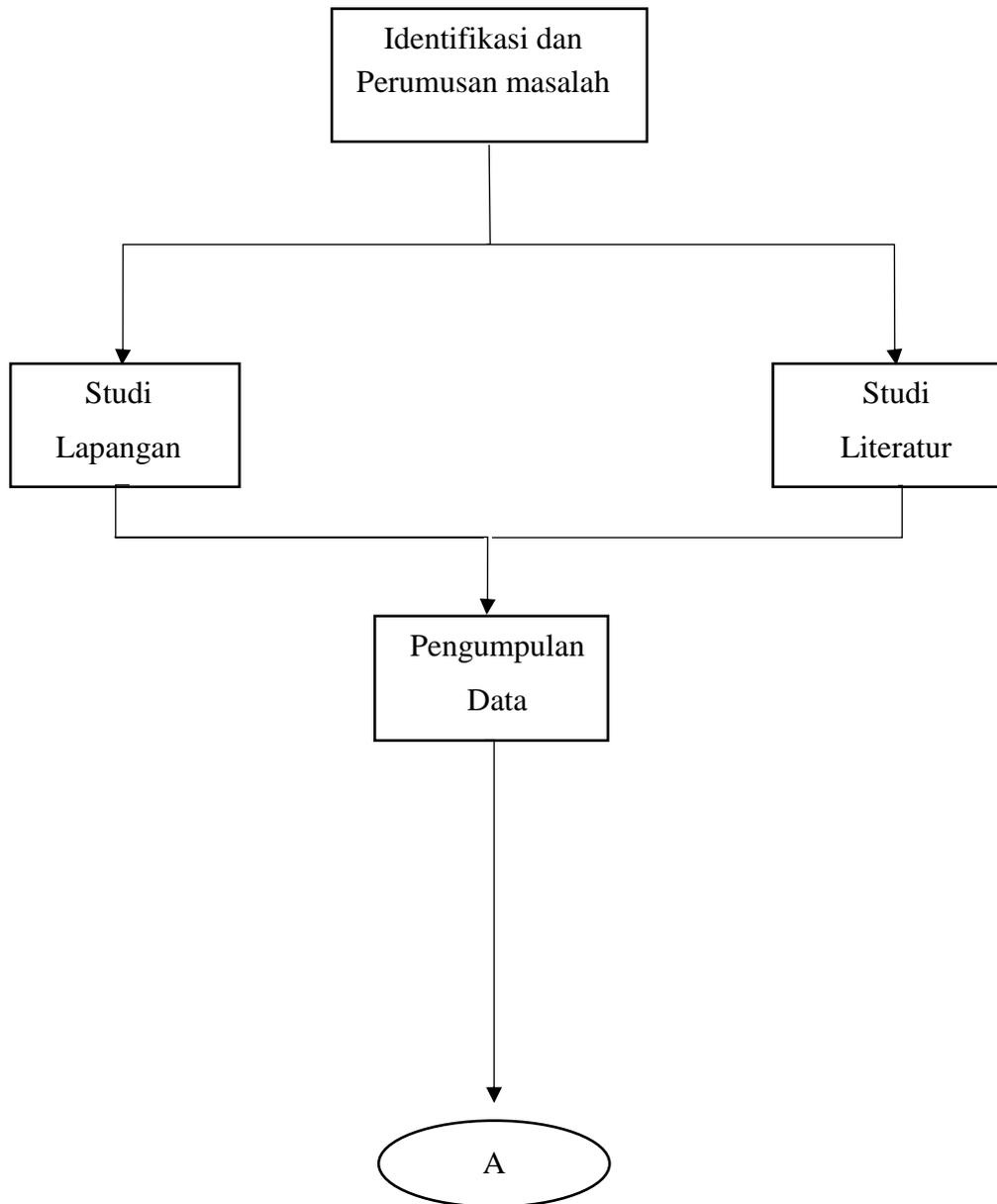
3.10.11 Analisa data

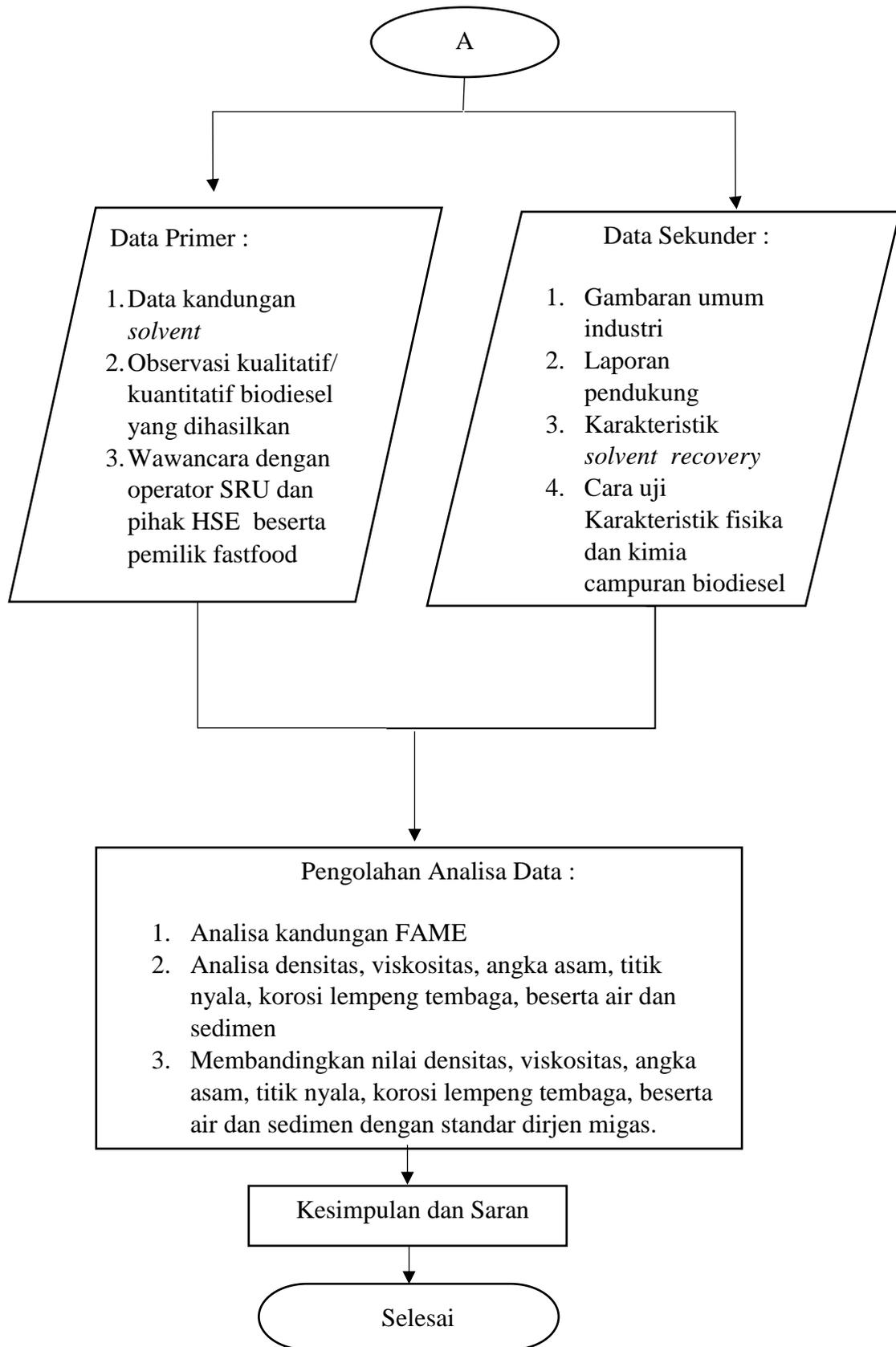
Setelah data diambil, kemudian akan dianalisa lebih lanjut oleh penulis.

3.11 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini, merupakan tahap akhir yang dilakukan oleh penulis, yaitu menyimpulkan mengenai keseluruhan pengerjaan tugas akhir, dan memberikan saran-saran apabila diperlukan

3.12 Flowchart Penelitian



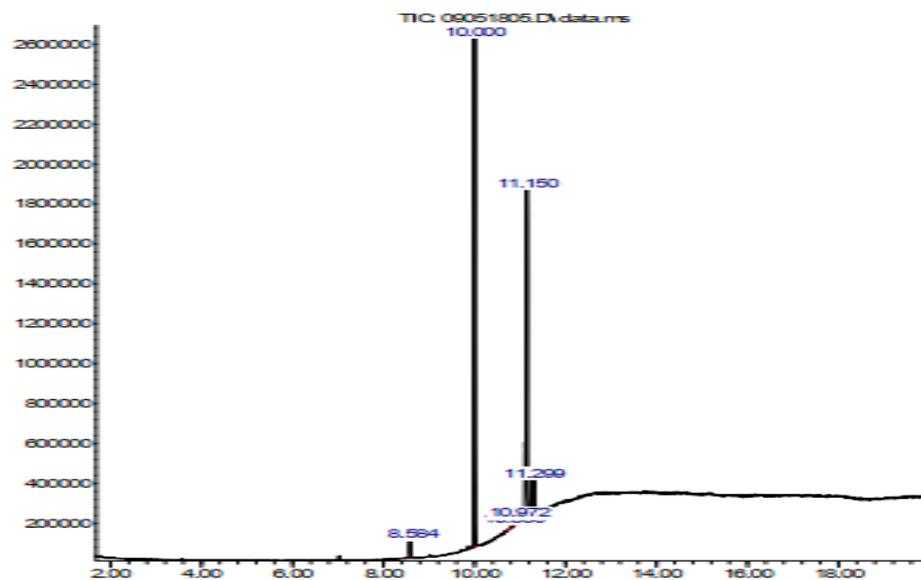


Gambar 3.3 Tahapan Penelitian
 Sumber : Analisa Penulis, 2018

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposisi FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) pada Biodiesel

Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak jelantah dan dihasilkan komposisi FAME dari hasil analisa GC-MS yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Kromatogram Biodiesel

Dari hasil kromatogram di atas, terdapat 6 senyawa yang terdeteksi pada GC-MS. Adapun 6 senyawa yang terdeteksi dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Hasil Analisa GC-MS

<i>Retention Time</i>	Senyawa	Kandungan (%)
8,586	Metil Miristat	1,68
9,997	Metil Palmitat	49,08
10,849	Gliserol Trilaurat	0,34
10,969	Gliserol Trilaurat	0,26
11,1152	Metil Oleat	44,62
11,300	Metil Stearat	4,01
Total		99,99%

Hasil analisa GC-MS di atas didapatkan dari biodiesel yang diproses dari minyak jelantah yang dilakukan dari tiga tahap, yaitu proses *de-gumming*, esterifikasi, dan transesterifikasi. Proses pertama ialah melakukan proses *de-gumming*, yaitu mereaksikan minyak jelantah dengan asam fosfat (H₃PO₄). Tujuannya adalah untuk memisahkan pengotor yang terkandung dalam minyak seperti gum, protein, fosfolipid, dan lain-lain. (Pratiwi dkk., 2016).

Setelah proses *de-gumming* selesai, kemudian, dilanjutkan proses esterifikasi, yaitu mereaksikan minyak bekas dengan metanol menggunakan katalis asam sulfat. Tujuannya yaitu mengubah asam lemak bebas menjadi metil ester dan air. Setelah proses esterifikasi dilakukan, terbentuk dua lapisan, di mana lapisan bawah yang berada di beaker glass yang berupa kandungan air, sisa methanol, dan katalis asam sulfat, serta lapisan atas berupa campuran minyak bekas dan metil ester. Setelah itu, air, sisa metanol, dan asam sulfat dipisahkan.

Selanjutnya dilakukan proses transesterifikasi, di mana pada proses ini menggunakan campuran antara methanol dan katalis basa NaOH yang kemudian direaksikan dengan minyak. Setelah dilakukan proses transesterifikasi, akan terbentuk 2 lapisan, dimana lapisan atas merupakan produk biodiesel dan lapisan bawah adalah gliserol. Produk biodiesel atau yang biasa disebut FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) dapat dilihat pada tabel 4.1 di atas, di mana reaksi yang terjadi pada proses transesterifikasi ditunjukkan pada table 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Reaksi Transesterifikasi

No	Nama FAME	Reaksi yang terjadi
1.	Metil Palmitat	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{15}\text{H}_{31} \\ \\ \text{HC} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{15}\text{H}_{31} \\ \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{15}\text{H}_{31} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} + 3\text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ 3\text{C}_{15}\text{H}_{31} - \text{O} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} + \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{HC} - \text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C} - \text{OH} \end{array} $ <p style="text-align: center;"> Tripalmitin Metanol Metil Palmitat Gliserol </p>

Lanjutan Tabel 4.2 Reaksi Transesterifikasi

2.	Metil Oleat	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{17}\text{H}_{33} \\ \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{HC} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{17}\text{H}_{33} + 3\text{CH}_3\text{OH} \\ \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{17}\text{H}_{33} \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ 3\text{C}_{17}\text{H}_{33} - \text{O} - \text{C} - \text{CH}_3 + \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{HC} - \text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C} - \text{OH} \end{array} \end{array} $	Triolein	Metanol	Metil Oleat	Gliserol
3.	Metil Stearat	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{17}\text{H}_{35} \\ \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{HC} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{17}\text{H}_{35} + 3\text{CH}_3\text{OH} \\ \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{17}\text{H}_{35} \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ 3\text{C}_{17}\text{H}_{35} - \text{O} - \text{C} - \text{CH}_3 + \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{HC} - \text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C} - \text{OH} \end{array} \end{array} $	Tristearin	Metanol	Metil Stearat	Gliserol
4.	Metil Miristat	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{13}\text{H}_{27} \\ \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{HC} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{13}\text{H}_{27} + 3\text{CH}_3\text{OH} \\ \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{13}\text{H}_{27} \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ 3\text{C}_{13}\text{H}_{27} - \text{O} - \text{C} - \text{CH}_3 + \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{HC} - \text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C} - \text{OH} \end{array} \end{array} $	Trimiristin	Metanol	Metil Miristat	Gliserol

Tahap selanjutnya saat setelah dilakukan proses transesterifikasi ialah melakukan pencucian terhadap hasil biodiesel, dengan cara menambahkan aquades pada suhu 50°C, kemudian dikocok perlahan untuk membersihkan sisa-sisa gliserol, dan diendapkan dalam *separator funnel*. Proses ini dilakukan berulang-ulang selama 5-6kali sampai biodiesel bersih. Setelah proses pencucian selesai, maka kandungan air pada biodiesel diuapkan dengan cara dipanaskan pada suhu 105°C sambil ditambahkan senyawa anhidrat natrium sulfat untuk mengikat air (Arswendiyumna, 2011 dalam Dewi, 2015).

Setelah dicuci dan diuapkan kandungan airnya, kemudian dihitung yield yang dihasilkan dengan persamaan berikut:

$$\text{Yield} = \frac{\text{Volume Biodiesel yang dihasilkan}}{\text{Volume Minyak Jelantah}} \times 100\%$$

$$= \frac{1250\text{ml}}{1750\text{ml}} \times 100\%$$

$$= 71,43\%$$

Setelah itu, dilakukan pengujian terhadap kandungan FAME dari biodiesel yang dihasilkan dengan alat GC-MS. Hasil kromatogram dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Dari hasil Analisa GC-MS, Senyawa Metil Ester yang ada pada Biodiesel yang ditampilkan pada tabel 4.1 berjumlah sebanyak 99,35% dan sisanya gliserol sebanyak 0,64. Jika dilihat dari kadar FAMEnya, biodiesel yang dihasilkan ternyata didominasi oleh Metil Palmitat sebesar 49,08% yang diikuti oleh Metil Oleat, Metil Stearat, dan Metil Miristat sebesar masing-masing 44,62%, 4,01%, dan 1,68%. Berdasarkan SNI 7182-2015 tentang biodiesel, kadar FAME dari penelitian ini sudah memenuhi kriteria, yaitu lebih dari 96,5%.

4.2 Uji karakteristik Fisika dan Kimia

Setelah pengujian FAME selesai dilakukan, maka langkah selanjutnya yaitu mencampurkan biodiesel dengan *solvent*, kemudian diuji karakteristik fisika dan kimia dari sampel, yaitu diantaranya nilai densitas, viskositas, angka asam, titik nyala, kandungan air dan sedimen, serta korosi pada lempeng tembaga.

4.2.1 Densitas

Pengujian densitas dilakukan dengan alat piknometer. Hasil analisa pada sampel dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Densitas Sampel

Kandungan		Densitas (kg/m ³)
Biodiesel	solvent	
10%	90%	714
20%	80%	734
30%	70%	753
40%	60%	770
50%	50%	788
60%	40%	807

Lanjutan Tabel 4.3

70%	30%	824
80%	20%	838
90%	10%	860

Nilai densitas sampel pada 10% biodiesel dan 90% *solvent* memiliki nilai paling rendah, yaitu 714 kg/m^3 . Untuk sampel dengan densitas tertinggi terdapat pada sampel dengan kandungan 90% biodiesel dan 10% *solvent*, yaitu 860 kg/m^3 . Apabila dilihat pada tabel 4.4, semakin banyak penambahan *solvent*, nilai densitas semakin menurun. Sebaliknya, semakin sedikit penambahan *solvent*, nilai densitas ternyata semakin meningkat. Apabila massa jenis melebihi dari ketentuan, sebaiknya tidak digunakan sebab akan meningkatkan keausan mesin dan menyebabkan kerusakan mesin (Setiawati dan Edwar, 2012).

4.2.2 Viskositas

Untuk pengujian viskositas dilakukan dengan alat viskometer Ostwald. Hasil analisa pada sampel dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Viskositas Sampel

Kandungan (%wt)		Viskositas (mm^2/detik)
Biodiesel	solvent	
10	90	0.86
20	80	0.99
30	70	1.01
40	60	1.45
50	50	1.94
60	40	2.48
70	30	3.21
80	20	3.85
90	10	4.82

Nilai viskositas sampel pada 10% biodiesel dan 90% *solvent* memiliki nilai paling rendah, yaitu $0.86 \text{ mm}^2/\text{detik}$. Untuk sampel dengan viskositas tertinggi terdapat pada sampel dengan kandungan 90% biodiesel dan 10% *solvent*, yaitu $4.82 \text{ mm}^2/\text{detik}$. Jika dilihat pada table 4.5 di atas, ternyata semakin sedikit penambahan *solvent*, semakin kental pula viskositas suatu zat, terlihat pada 90% biodiesel dan 10% *solvent* memiliki viskositas tertinggi, dan sebaliknya semakin banyak penambahan *solvent*, viskositas sampel semakin encer. Apabila bahan

bakar terlalu kental, maka dapat menyulitkan aliran, pemompaan, dan penyalaan. Jika bahan bakar terlalu encer, akibatnya penyebaran bahan bakar akan menjadi lebih sulit, dan pembakaran akan juga semakin sulit terjadi sehingga menyebabkan kebocoran dalam pipa injeksi (Setiawati dan Edwar, 2012).

4.2.3 Angka Asam

Nilai angka asam pada sampel campuran biodiesel dengan solvent dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Angka Asam Sampel

Kandungan (%wt)		Angka Asam (mg KOH/g sampel)
Biodiesel	Solvent	
10	90	0.08
20	80	0.09
30	70	0.11
40	60	0.12
50	50	0.14
60	40	0.15
70	30	0.18
80	20	0.19
90	10	0.21

Jika dilihat pada tabel 4.6, angka asam tertinggi ada pada sampel dengan kandungan 90% biodiesel dan 10% *solvent* sebesar 0.21 mg KOH/gr sampel. Sedangkan angka asam terendah terdapat pada sampel dengan kandungan biodiesel 10 % dan *solvent* 90% sebesar 0.08% mg KOH/gr sampel. Hal ini menunjukkan semakin banyak penambahan *solvent*, angka asam juga semakin menurun, akibat berkurangnya metil asam lemak pada sampel. Semakin tingginya angka asam pada suatu bahan bakar akan berpengaruh pada peningkatan laju korosi pada mesin kendaraan, sehingga semakin kecil angka asam akan semakin bagus (Alptekin dan Canakci, 2008 dalam Laila dan Oktavia, 2017)

4.2.4 Korosi Lempeng Tembaga

Pada pengujian korosi lempeng tembaga, dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Korosi Lempeng Tembaga Sampel

Kandungan (%wt)		Kategori Korosi
Biodiesel	Solvent	
10	90	1a
20	80	1a
30	70	1a
40	60	1a
50	50	1a
60	40	1a
70	30	1a
80	20	1a
90	10	1a

Pengujian korosi lempeng tembaga pada suhu 50°C selama 3 jam, dihasilkan uji korosi menunjukkan kategori 1a, yang artinya sampel tidak menunjukkan tanda korosi pada spesimen lempeng tembaga. Alasan dipilihnya lempeng tembaga sebagai spesimen uji yaitu dikarenakan biodiesel lebih bersifat korosif dibandingkan logam lain seperti baja karbon, aluminium, dan *stainless steel* (E. Hu dkk., 2012).

4.2.5 Air dan Sedimen

Pada pengujian kandungan air dan sedimen, dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Kandungan Air dan Sedimen

Kandungan (%wt)		Kandungan air (ppm)	Kadar Sedimen (%)
Biodiesel	Solvent		
10	90	332	Tidak tampak
20	80	339	Tidak tampak
30	70	384	Tidak tampak
40	60	458	Tidak tampak
50	50	471	0,8435
60	40	499	Tidak tampak
70	30	859	1,1521
80	20	688	1,6182
90	10	998	1,2476

Pengujian kandungan air dan sedimen yang dapat dilihat pada tabel di atas, terlihat bahwa kandungan air terbanyak terdapat pada 90% biodiesel dan 10% *solvent* sebesar 998 ppm, sedangkan kandungan air terkecil terdapat pada campuran dengan kandungan 10% biodiesel dan 90% *solvent*, dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan biodiesel, kandungan air juga semakin besar. Sedangkan untuk kadar sedimen ada 5

sampel yang tidak tampak sedimennya, yaitu 10% biodiesel 90% *solvent*, 20% biodiesel 80% *solvent*, 30% biodiesel, 70% *solvent*, 40% biodiesel 60% *solvent*, dan 60% biodiesel 40% *solvent*. Rendahnya kandungan air dan sedimen dapat memperkecil kemungkinan terjadinya reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas. Kandungan air dalam dalam bahan bakar juga mengakibatkan turunnya panas pembakaran, berbusa, dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam. Jika dalam biodiesel mengandung banyak sedimen, maka akan sangat mempengaruhi kelancaran distribusi bahan bakar pada ruang pembakaran sehingga mempengaruhi akselerasi kerja mesin diesel. Kadar sedimen yang sangat tinggi juga mengakibatkan mesin tersumbat dan rusak (Setiawati dan Edwar, 2012)

4.2.6 *Flash Point*

Pada pengujian flash point, dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Flash Point

Kandungan (%wt)		Flash point (°C)
Biodiesel	Solvent	
10	90	16,115
20	80	15,56
30	70	16,945
40	60	15,56
50	50	16,115
60	40	16,115
70	30	15,56
80	20	15,56
90	10	16,115

Dari pengujian flash point, hasil tertinggi ditunjukkan pada kandungan 30% biodiesel 70% *solvent* sebesar 16,945 °C, dan hasil terendah terdapat pada kandungan 20% biodiesel, 40% biodiesel, 70% biodiesel, dan 80% biodiesel sebesar 15,56°C. *Flash point* berhubungan dengan keamanan dan keselamatan , terutama dalam penanganan dan penyimpanan. *Flash point* mengindikasikan rendah tingginya volatilitas dan kemampuan untuk terbakarnya dari suatu bahan bakar. (Setiawati dan Edwar, 2012).

4.3 Membandingkan Hasil Uji Karakteristik dengan Standar

Menurut Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006, bahwa nilai densitas yang harus dipenuhi adalah 815 – 870. Berdasarkan hasil uji, ada 3 (tiga) jenis sampel yang memenuhi, yaitu 70% biodiesel 30% *solvent*, 80% biodiesel 20% *solvent*, dan 90% biodiesel 10% *solvent*, dengan nilai densitas masing-masing 824 kg/m³, 838 kg/m³, dan 860 kg/m³.

Viskositas Menurut Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006, memiliki nilai 2.0 – 5.0 mm²/s, sedangkan pada hasil uji, ada 4 (empat) sampel yang memenuhi kriteria, yaitu sampel dengan kandungan 60% biodiesel 40% *solvent*, 70% biodiesel 30% *solvent*, 80% biodiesel 20% *solvent*, 90% biodiesel 10% *solvent* dengan nilai viskositas masing-masing 2,48 mm²/s, 3,21 mm²/s, 3,85 mm²/s, dan 4,82 mm²/s.

Angka asam Menurut Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006, memiliki nilai maksimal 0,6 mgKOH/g. Pada hasil uji angka asam, di dapatkan nilai maksimal 0,21 mgKOH/g, yang artinya semua sampel memenuhi kriteria Menurut Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006.

Korosi lempang tembaga Menurut Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006 yaitu kelas 1. Pada hasil uji korosi lempeng tembaga, semua sampel termasuk kelas 1a, yang artinya pengujian korosi lempeng tembaga sudah memenuhi syarat pada Menurut Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006.

Kandungan air dan sedimen Menurut Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006, yaitu memiliki nilai maksimal masing-masing 500 ppm dan 0.01%. Pada hasil uji analisa kandungan air ada 6 sampel yang memenuhi syarat, yaitu 10% biodiesel dan 90% *solvent*, 20% biodiesel 80% *solvent*, 30% biodiesel 70% *solvent*, 40% biodiesel 60% *solvent*, 50% biodiesel 50% *solvent*, dan 60% biodiesel 40% *solvent*. Pada pengujian kadar sedimen, semua sampel memiliki kadar lebih dari 100 ppm, sehingga tidak ada yang memenuhi syarat.

Flash point menurut Menurut Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006 memiliki nilai minimal 60°C. Pada hasil uji sampel, tidak ada yang memenuhi syarat dikarenakan nilai *flash point* tertinggi 16,945°C.

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

- a. Komposisi FAME memiliki kandungan metil palmitat yang paling besar, yaitu 49.08% dan terkecil metil miristat sebesar 1,68% dengan kandungan FAME sebesar 99,35 % yang memenuhi standard SNI untuk biodiesel.
- b. Densitas tertinggi memiliki nilai 860 kg/m^3 dan terendah memiliki nilai 714 kg/m^3 , viskositas tertinggi memiliki nilai $4,82 \text{ mm}^2/\text{s}$ dan terendah memiliki nilai $0,86 \text{ mm}^2/\text{s}$, nilai angka asam tertinggi memiliki nilai sebesar 0.21 mgKOH/g dan terendah dengan nilai 0.08 mgKOH/g , korosi lempeng tembaga pada semua sampel hasilnya adalah kelas 1a, kandungan air tertinggi memiliki nilai 998 ppm, dan memiliki nilai terendah sebesar 332 ppm, kadar sedimen memiliki nilai tertinggi sebesar 1,6182% dan memiliki nilai terkecil tak terdeteksi, Flash point tertinggi memiliki nilai $16,945^\circ\text{C}$ dan nilai terendah sebesar $15,56^\circ\text{C}$
- c. Penambahan *solvent* pada biodiesel murni dengan perbandingan yang berbeda-beda masih belum memenuhi standar bahan bakar diesel menurut Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006, karena ada karakteristik dari semua sampel yang tidak memenuhi syarat, yaitu *flash point* yang berada dibawah standard dengan nilai tertinggi $16,945^\circ\text{C}$ dan syarat minimal yaitu di atas 60°C .

5.2 Saran

- a. Dapat dilakukan pengurangan pemberian *solvent* yang lebih sedikit untuk meningkatkan nilai *flash point*, seperti yang dilakukan oleh Kim & Choi (2010), dengan menambahkan bahan bakar diesel 80%, biodiesel, 15%, serta bioethanol 5%, di mana bioethanol dapat disubstitusi oleh *solvent*, atau 95% biodiesel dengan 5% *solvent*.
- b. Untuk menurunkan kadar sedimen dapat dilakukan penyaringan dengan kertas Wattman yang lebih kecil seperti Wattman 43 atau 40 untuk menyaring sedimen yang terdapat pada sampel.

- c. Analisa terhadap bahan bakar lain, salah satunya avgas dikarenakan memiliki kandungan yang sama, seperti n-heksana, benzene, toluene, silen, dan etilbenzena
- d. Analisa terhadap bahan bakar *marine diesel oil* (MDO), di mana pada MDO memiliki beberapa karakteristik yang memenuhi, yaitu densitas, kadar air, dan viskositas.

DAFTAR PUSTAKA

- Adekunle, A. S., Oyekunle, J. A. O., Obisesan, O. R., Ojo, O. S., Ojo, O. S. *Effects of degumming on biodiesel properties of some non-conventional seedoils. Energy Reports* Volume 2, 188-193.
- Chhetri, A. B., Watts, K. C., Islam, M. R. (2008). *Waste Cooking Oil as an Alternate Feedstock for Biodiesel Production. Energies*, 3-18.
- Dermawan, F., Susila, I W. (2013). *Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Metode Pencucian Dry-wash Sistem. JTM* volume 02 Nomor 01, 80-87.
- Dewi, I. K. (2015). *Identifikasi Kualitatif Kontrol Kualitas Minyak Atsiri Pada Herba Kering Serai Wangi dengan Destliasi Air. Jurnal Terpadu Ilmu Kesehatan*, Volume 4, Nomor 1, 11-14.
- Fitriani. (2016). *Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Melalui Transesterifikasi dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik. Skripsi*, Universitas Lampung, Bandarlampung.
- Haryanto, A., Silviana, U., Triyono, S., & Prabawa, S. (2015). *Produksi Biodiesel dari Transesterifikasi Minyak Jelantah dengan Bantuan Gelombang Mikro: Pengaruh Intensitas Daya dan Waktu Reaksi terhadap Rendemen dan Karakteristik Biodiesel. Agritech*, Vol. 35, No. 2, 234-240.
- Hikmah, M. N., & Zuliyana. (2010). *Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi. Skripsi*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hu, E., Xu, Y., Hu, X., Pan, L., & Jiang, S. (2012). *Corrosion Behaviors of Metals in Biodiesel from Rapeseed Oil and Mthanol. Renewable Energy*, 371-378.
- IP 585 Standard : Determination of fatty acid methyl esters (FAME), derived from bio-diesel fuel - GC-MS with selective ion monitoring/scan detection method.

Junita, B. (2014). Kapur Tohor sebagai Katalis Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah (Pengaruh Perbandingan Jumlah Minyak Jelantah dengan Jumlah Metanol dan Temperatur). **Laporan Tugas Akhir**, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006

Kim, H., Choi, B. (2010). *The Effect of Biodiesel and Bioethanol Blended Diesel Fuel on Nanoparticles and Exhaust Emissions from CRDI Diesel Engine*. **Renewable Energy** Volume 35, Issue 1, 157-163.

Kuncahyo, P., Fathallah, A. Z., & Semin. (2013). *Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel di Indonesia*. **Jurnal Teknik POMITS** Vol. 2, No.1, 62-66.

Laila, L., & Oktavia, L. (2017). *Kaji Eksperimen Angka Asam dan Viskositas Biodiesel Berbahan Baku Minyak Kelapa Sawit dari PT. Smart Tbk*. **Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri**, Vol 2, No. 1, 27-31.

Lapeyrous, N. (2002). **Formulas and Calculating for Drilling, Production, and Work Over Second Edition**. Burlington, MA: Elsevier Science.

Raqeab, M. A., & R., B. (2015). *Biodiesel Production from Waste Cooking Oil*. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, 670-681.

Refaat, A., Attia, N., Sibak, H., El Sheltway, S., & ElDiwani, G. (2008). *Production Optimization and Quality Assessment of Biodiesel from Waste Vegetable Oil*. **Int. j. Environ. Sci. Tech**, 75-82.

Setiawan, A., Novitrie, N. A., & Ashari, L. (2017). *Analisis Korosi Logam Tembaga dan Alumunium pada Biodiesl yang Disintesis dari Minyak Goreng Bekas*. **Seminar Master 2017 PPNS**, 149-154.

Setiawati, E., & Edwar, F. (2012). *Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel*. **Jurnal Riset Industri**, 117-127.

Siswantika, P. H., Wibowo, N. A., Shanti, M. R., & Setiawan, A. (2013). *Pengaruh Campuran Minyak Goreng Murni dan Jelantah terhadap Kandungan Energi*. **Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Pendidikan Sains Viii** Uksw, 328-334.

SNI 7182-2015 tentang biodiesel

SNI 0429-1989-A

STP 4.3 - Density

Suharto. (2013). *Kajian Awal Potensi Pemanfaatan Biomassa Sekam Padi Untuk Pembangkit Listrik Melalui Teknologi Gasifikasi di Provinsi Sulawesi Selatan*. **ISBN : 979363167-8**, 434-442.

Tazi, I., & Sulistiana. (2011). *Uji Kalor Bahan Bakar Campuran Bioetanol dan Minyak Goreng Bekas*. **Journal Neutrino** Vol. 3, No. 2, 163-174.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Menghitung Densitas :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

di mana :

ρ = densitas sampel (kg/m³)

m = massa sampel (kg)

v = volume benda (m³)

Tabel Densitas

Kandungan (%wt)		Densitas (kg/m ³)			Rata-rata (kg/m ³)
Biodiesel	solvent	Pikno 1	Pikno 2	Pikno 3	
10	90	706	718	717	714
20	80	733	734	733	734
30	70	745	753	754	753
40	60	773	769	769	770
50	50	781	791	791	788
60	40	808	809	805	807
70	30	821	825	826	824
80	20	830	845	838	838
90	10	860	862	859	860

Menghitung Viskositas :

$$v = C \times t$$

di mana :

v = viskositas kinematik (cSt atau mm²/s)

C = konstanta viskometer (cSt/detik)

t = waktu alir (detik)

Diketahui C viscometer = 0,1 mm²/s²

Tabel Viskositas

Kandungan (%wt)		Waktu Alir (detik)				Viskositas (mm ² /detik)
Biodiesel	solvent	T ₁	T ₂	T ₃	Rata-Rata	
10	90	8.66	8.66	8.46	8.59333	0.86

Lanjutan Tabel Viskositas

20	80	10.05	9.92	9.97	9.98	0.99
30	70	10.17	10.09	10	10.08667	1.01
40	60	14.63	14.42	14.35	14.46667	1.45
50	50	19.75	19.25	19.26	19.42	1.94
60	40	25.1	24.77	24.58	24.81667	2.48
70	30	32.37	31.98	31.92	32.09	3.21
80	20	38.58	38.81	38.14	38.51	3.85
90	10	48.19	48.56	47.82	48.19	4.82



Mengujij Viskositas

Meghitung Angka Asam :

$$\text{TAN} = \frac{(A-B) \times N \times 56,1}{m}$$

Di mana :

A = volume Titrasi yang diperlukan (ml)

B = Volume blanko (ml)

N = Konsentrasi titran (NaOH)

56,1 = Mr KOH

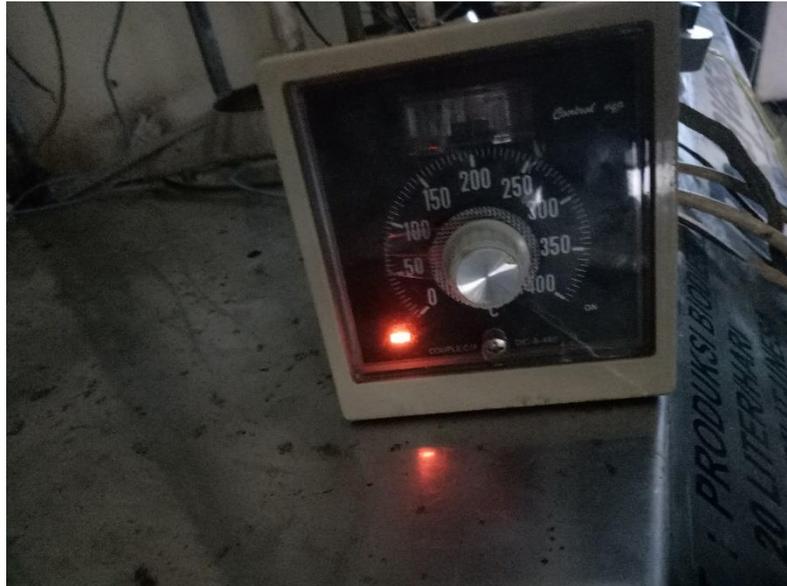
M = berat sampel (gram)



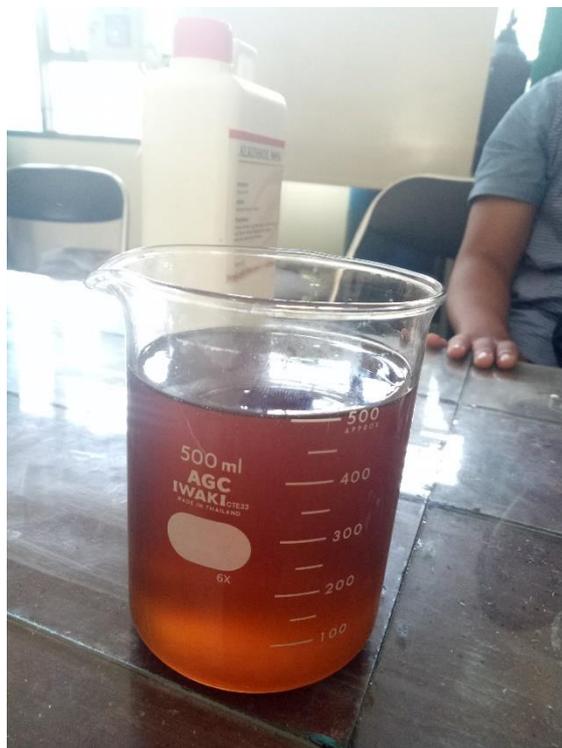
Pengujian angka asam



Proses Penyaringan Minyak Jelantah dengan *Vaccum Pump*



Mengatur suhu temokontroler



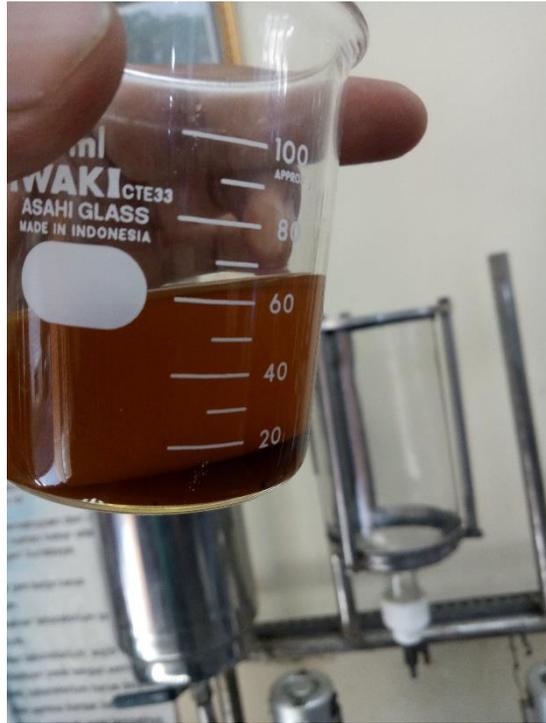
Minyak Jelantah sebelum diolah



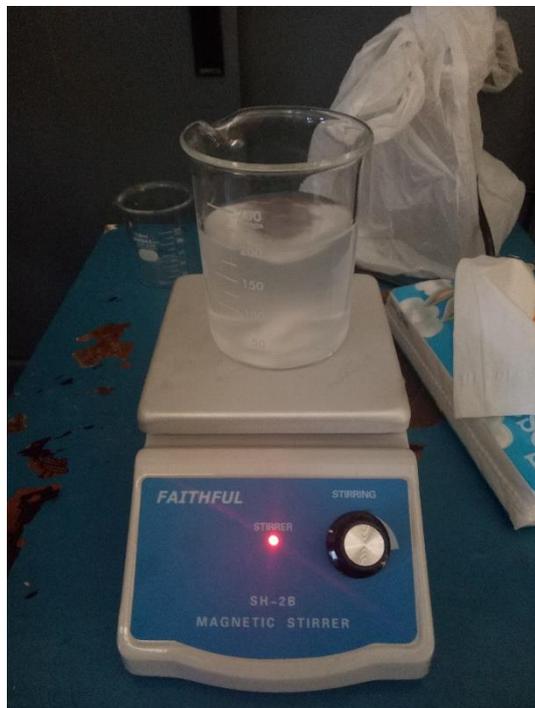
Hasil *degumming*



Gambar Alat



Hasil Esterifikasi



Melarutkan NaOH ke dalam Metanol



Pencucian Biodiesel



Kiri biodiesel yg sudah dicuci, kanan biodiesel yang belum dicuci



Biodiesel yang sudah dicuci



Sampel yang akan diuji



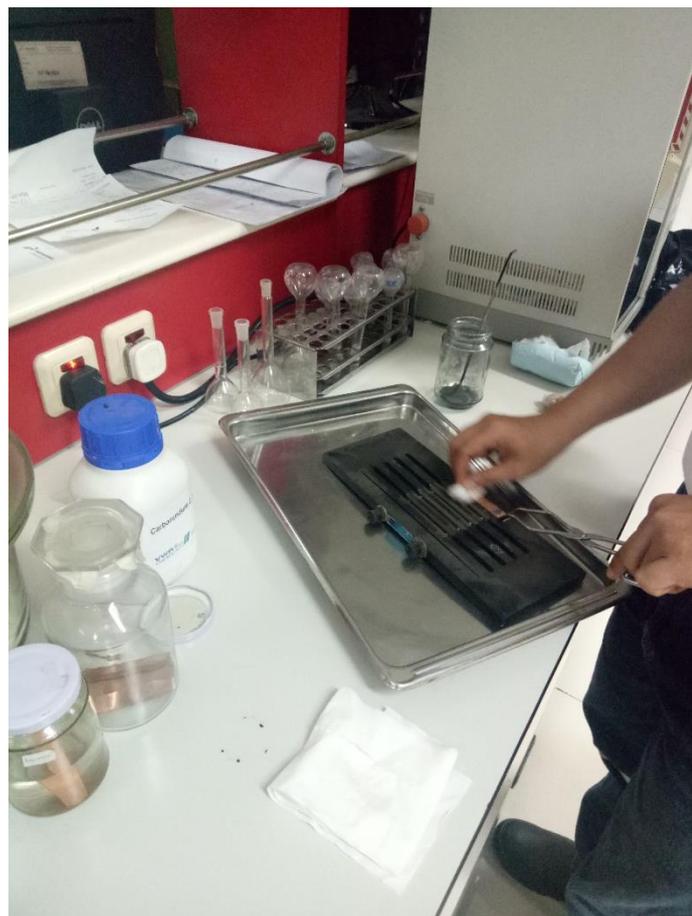
Perendaman Lempeng Tembaga dalam Iso-Oktan



Alat uji Korosi



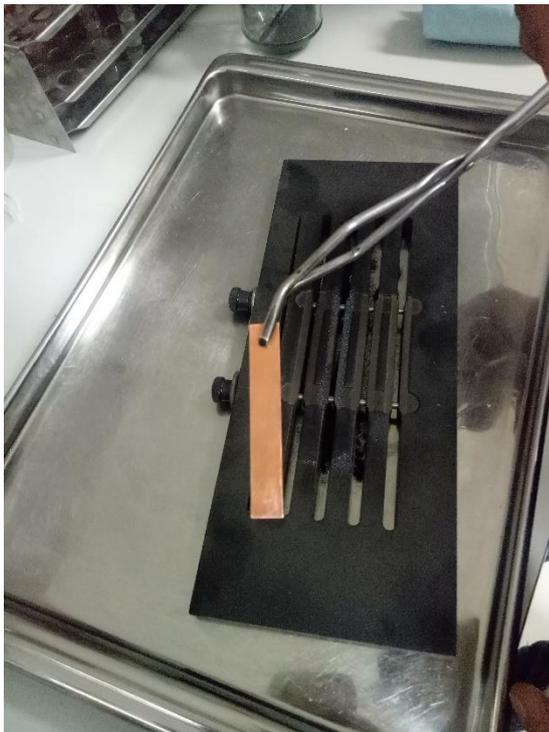
Bom uji



Mempoles lempeng tembaga dengan carborundum



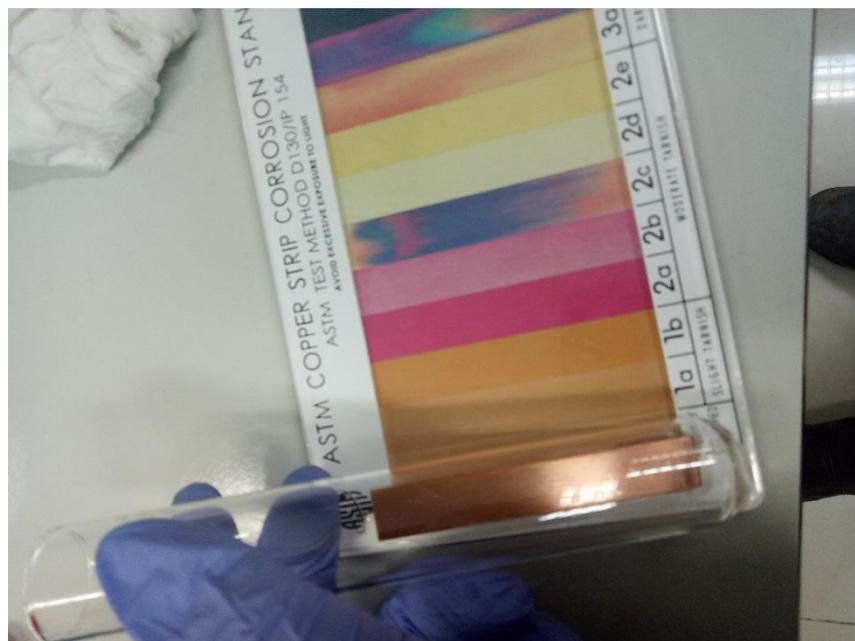
Sebelum dipoles



Setelah Dipoles



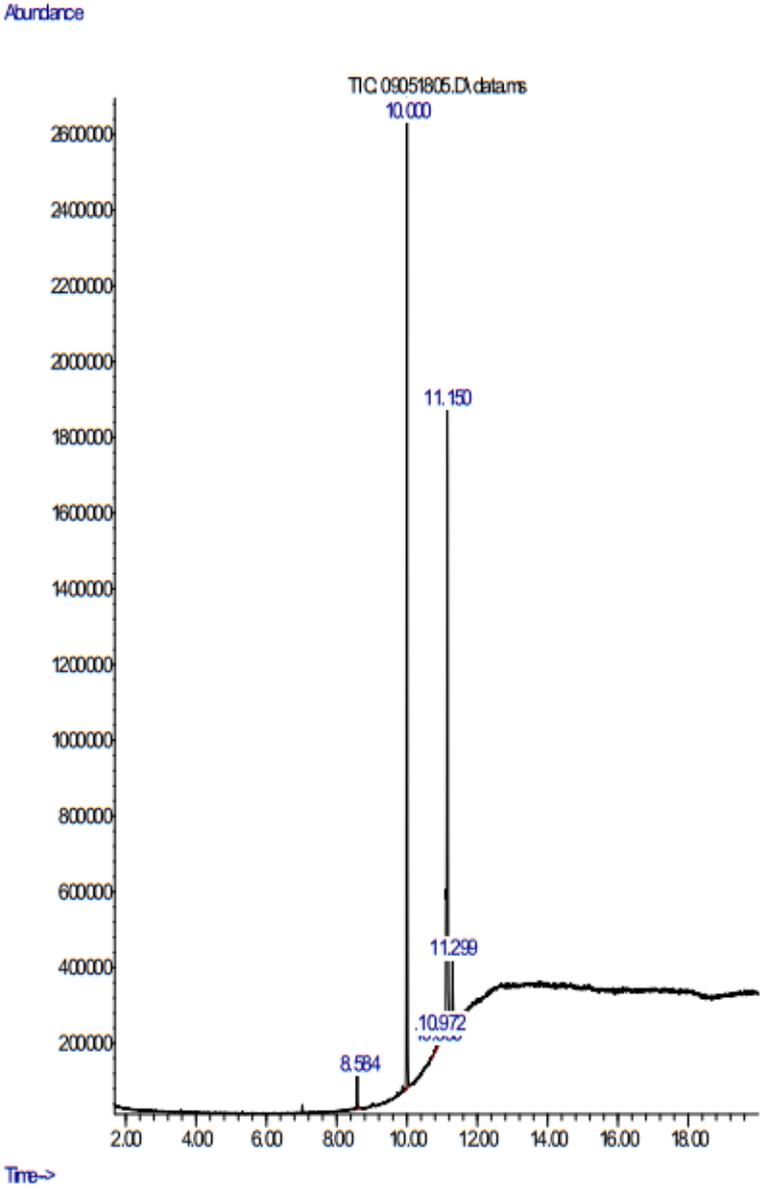
Lempeng tembaga akan diuji korosi



Mencocokkan warna tembaga dengan ASTM

Laporan Hasil Uji GC-MS

 Laboratorium PT. Gelora Djaja



Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\DATA\
 Data File : 09051805.D
 Acq On : 9 May 2018 14:37
 Operator : SRA
 Sample : 114/LU15 Biodiesel
 Misc : Rakhmad F - PPNS
 ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST02.L Minimum Quality: 85
 C:\Database\Wiley275.L Minimum Quality: 85

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: Chemstation Integrator - autoint1.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	8.586	1.68	C:\Database\NIST02.L			
			Tridecanoic acid, 12-methyl-, methyl ester	83718	005129-58-8	96
			Methyl tetradecanoate	83692	000124-10-7	94
			Methyl tetradecanoate	83690	000124-10-7	93
2	9.997	49.08	C:\Database\NIST02.L			
			Hexadecanoic acid, methyl ester	100704	000112-39-0	98
			Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester	100727	005129-60-2	96
			Hexadecanoic acid, methyl ester	100710	000112-39-0	96
3	10.849	0.34	C:\Database\Wiley275.L			
			3-(4,5-dimethoxy-2-vinylphenyl)-5,7,8-trimethoxy-2-methyl-isoquinolin-1(2H)-one	238798	111596-41-9	43
			1-(2H)-Isoquinolinone, 3-(2-ethenyl-4,5-dimethoxyphenyl)-5,7,8-trimethoxy-2-methyl-			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS)	270667	000538-24-9	35
			Glyceryl tridodecanoate			
			Trilaurin			
			Laurin, tri-			
			Glycerol trilaurate			
			Glyceryl trilaurate			
			Lauric acid triglyceride			
			Lauric acid triglycerin ester			
			Glycerin trilaurate			

1-Methyl-3-(2-carbomethoxymethyl-4,5-dimethoxyphenyl)-6,7-dimethoxyisoquinoline \$\$ Benzeneacetic acid, 2-(6,7-dimethoxy-1-methyl-3-isoinolinyl)-4,5-dimethoxy-, methyl ester (CAS)

4 10.969 0.26 C:\Database\Wiley275.L
GLYCERYL TRIDODECANOATE 274311 000000-00-0 30
Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) \$\$ Glycerol tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate
1,3-DIOXOLANE, 2-(P-BROMOPHENYL)-2 152842 000000-00-0 13
4,5-TRIMETHYL-

5 11.152 44.62 C:\Database\NIST02.L
9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- 115457 001937-62-8 99
8-Octadecenoic acid, methyl ester 115429 002345-29-1 99
10-Octadecenoic acid, methyl ester 115443 013481-95-3 99

6 11.300 4.01 C:\Database\NIST02.L
Octadecanoic acid, methyl ester 116666 000112-61-8 95
Heptadecanoic acid, 15-methyl-, methyl ester 116687 054833-55-5 93
Octadecanoic acid, methyl ester 116664 000112-61-8 93

BIODIESEL.M Mon May 14 10:52:49 2018

Mengetahui,

Surabaya, 14 Mei 2018
Penanggung jawab Pengujian,

Dr. Mohammad Holil
Factory Lab. Manager

Reo Dewa Kembara, S.Si
Lab. Testing Technical Manager

PT. PERTAMINA LUBRICANTS



LABORATORIUM PRODUCTION UNIT GRESIK

Jalan Harun Tohir Desa Pulau Pancikan Gresik - 61113

Phone 031-3293892, Fax. 031-3294965, Email : labplm@pertamina.com

1 of 4

TEST REPORT

Type of Sample	: BAHAN BAKAR ALTERNATIF	Test Report No	: 0394-G/PL2303/TR/2018-S2
Customer	: RAKHMAD FAIZAL YUDHA	Test Report Date	: June 8th, 2018
Ex. Storage Location	: -	Sample Drawn by	: -
Seal No.	: -	Sampling Date	: -
Sample Delivery No	: 2595.1/PL 19/DT/2018	Received Date	: May 15th, 2018
Sample Delivery Date	: May 15th, 2018	Type Test	: Special Request

No	Test	Unit	Method	Result		
				B1S9 No. 1a	B2S8 No. 1a	B3S7 No. 1a
1	Corr. Copper Strip (3 hrs / 50 °C)	-	ASTM D - 130			

Note : This report relates only to the sample tested and does not guarantee the bulk of material to be of equality.

Distribution :

To : RAKHMAD FAIZAL YUDHA
Cc : File

Gresik, June 8th, 2018
Pjs. HEAD of LABORATORIUM PU GRESIK

MUTHIA PUTRI HIDAYATI

FML/PL2300/015 Rev.0

PT. PERTAMINA LUBRICANTS



LABORATORIUM PRODUCTION UNIT GRESIK

Jalan Harun Tohir Desa Pulau Pancikan Gresik - 61113

Phone 031-3293892, Fax. 031-3294965, Email : labplm@pertamina.com

2 of 4

TEST REPORT

Type of Sample	: BAHAN BAKAR ALTERNATIF	Test Report No	: 0394-G/PL2303/TR/2018-S2
Customer	: RAKHMAD FAIZAL YUDHA	Test Report Date	: June 8th, 2018
Ex. Storage Location	: -	Sample Drawn by	: -
Seal No.	: -	Sampling Date	: -
Sample Delivery No	: 2595.1/PL 19/DT/2018	Received Date	: May 15th, 2018
Sample Delivery Date	: May 15th, 2018	Type Test	: Special Request

No	Test	Unit	Method	Result		
				B4S6 No. 1a	B5S5 No. 1a	B6S4 No. 1a
1	Corr. Copper Strip (3 hrs / 50 °C)	-	ASTM D - 130			

Note : This report relates only to the sample tested and does not guarantee the bulk of material to be of equality.

Distribution :

To : RAKHMAD FAIZAL YUDHA
Cc : File

Gresik, June 8th, 2018
Pjs. HEAD of LABORATORIUM PU GRESIK

MUTHIA PUTRI HIDAYATI

FML/PL2300/015 Rev.0

PT. PERTAMINA LUBRICANTS



LABORATORIUM PRODUCTION UNIT GRESIK

Jalan Harun Tohir Desa Pulau Pancikan Gresik - 61113

Phone 031-3293892, Fax. 031-3294965, Email : labplm@pertamina.com

3 of 4

TEST REPORT

Type of Sample : **BAHAN BAKAR ALTERNATIF**
Customer : RAKHMAD FAIZAL YUDHA
Ex. Storage Location : -
Seal No. : -
Sample Delivery No : 2595.1/PL 19/DT/2018
Sample Delivery Date : May 15th, 2018
Test Report No : 0394-G/PL2303/TR/2018-S2
Test Report Date : June 6th, 2018
Sample Drawn by : -
Sampling Date : -
Received Date : May 15th, 2018
Type Test : **Special Request**

No	Test	Unit	Method	Result		
				B7S3	B8S2	B9S1
1	Corr. Copper Strip (3 hrs / 50 °C)	-	ASTM D - 130	No. 1a	No. 1a	No. 1a

Note : This report relates only to the sample tested and does not guarantee the bulk of material to be of equality.

Distribution :

To : RAKHMAD FAIZAL YUDHA
Cc : File

Gresik, June 6th, 2018
Pjs. HEAD of LABORATORIUM PU GRESIK

MUTHIA PUTRI HIDAYATI

FML/PL2300/015 Rev.0

Laporan Hasil Uji Kandungan Air dan Sedimen



LABORATORIUM PT. GELORA DJAJA

Jalan Buntaran No. 9 Tandes, Surabaya 60185, Telp. (031) 7493555, Fax (031) 7491164

LAPORAN PENGUJIAN

I. UMUM

1. Kode contoh : 133-14 192200513003LU060618
2. Sampel : 1:9; 2:8; 3:7; 4:6; 5:5; 6:4; 7:3; 8:2; 9:1
3. Jenis : Liquid
4. Nama : Radmad Faizal Yudha - IFS
5. Alamat : Sumput Aeri Blok CU07 RT. 021 RW. 006, Sumput Dhyenojo, Gresik
6. Tanggal Penerimaan : 28 Juni 2018
7. Tanggal Pengujian : 28 Juni - 09 Juli 2018

II. KONDISI CONTOH

1. Jumlah : 350 ml x 9 Botol
2. Kemasan : BAK

III. HASIL PENGUJIAN :

Kode Contoh	Nama Contoh	Water Content (%)		Kadar Sedimen (%)	
		Rata - rata	Std Deviasi	Rata - rata	Std Deviasi
133LU06	1:9	0,0332	0,0138	Tidak Tampak	-
134LU06	2:8	0,0339	0,0087	Tidak Tampak	-
135LU06	3:7	0,0384	0,0034	Tidak Tampak	-
136LU06	4:6	0,0458	0,0093	Tidak Tampak	-
137LU06	5:5	0,0471	0,0053	0,8435	0,0438
138LU06	6:4	0,0499	0,0042	Tidak Tampak	-
139LU06	7:3	0,0859	0,0087	1,1521	0,1780
140LU06	8:2	0,0998	0,0109	1,6182	0,2262
141LU06	9:1	0,0998	0,0176	1,2476	0,1886

Laporan ini terdiri dari : 1 halaman
This report consists of 1 pages

Dibebaskan di/tanggal Surabaya, 10 Juli 2018
By/Date of issue

Laboratorium PT. Gelora Djaja
Manajer Puncak,
Dr. Mohammad Holid

Penanggung jawab Pengujian
Manajer Teknis,
Reo Dewa Kambara, S.Si

Data yang tercantum dalam laporan ini spesifik untuk contoh yang diuji

Halaman 1 dari 1

Laporan pengujian ini dilarang digandakan secara tidak lengkap, tanpa persetujuan tertulis dari Laboratorium PT. Gelora Djaja.
This test report shall not be uncomplete reproduce, without the written approval from Laboratory of PT. Gelora Djaja.

Created By : ansalle9 Date: 10-07-2018 15:08	Digitally Signed By : ansalle9 Date: 10-07-2018 15:09	Digitally Signed By : testlab-product.sp.v Date: 10-07-2018 15:42	Digitally Signed By : manajerteknis-labuji Date: 11-07-2018 08:20	Digitally Signed By : manajerpuncak-lab Date: 11-07-2018 11:33
----------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

Laporan Hasil Uji Flash Point

Document Number : 201807062



LABORATORIUM PT. GELORA DJAJA

Jalan Buntaran No. 9 Tandes, Surabaya 60185, Telp. (031) 7493556, Fax (031) 7491164

LAPORAN PENGUJIAN

I. UMUM

1. Kode contoh : 212-220/2200513003LU08/07/18
2. Sampel : 1:9; 2:8; 3:7; 4:6; 5:5; 6:4; 7:3; 8:2; 9:1
3. Jenis : Liquid
4. Nama : Radhmad Faizal Yudha - ITS
5. Alamat : Sumpat Asri Blok CU07 RT. 021 RW. 006, Sumpat Dnyorejo, Gresik
6. Tanggal Penerimaan : 02 Juli 2018
7. Tanggal Pengujian : 02 - 09 Juli 2018

II. KONDISI CONTOH

1. Jumlah : 350 ml x 9 Botol
2. Kemasan : BAK

III. HASIL PENGUJIAN :

Kode Contoh	Nama Contoh	Flash Point (°C)	
		Rata - rata	Std Deviasi
213LU08	1:9	16,115	0,7849
213LU08	2:8	15,5000	0,0000
214LU08	3:7	16,9450	0,3889
215LU08	4:6	15,5000	0,0000
216LU08	5:5	16,1150	0,7849
217LU08	6:4	16,1150	0,7849
218LU08	7:3	15,5000	0,0000
219LU08	8:2	15,5000	0,0000
220LU08	9:1	16,1150	0,7849

Laporan ini terdiri dari : 1 halaman
This report comprises of 1 pages

Dibebaskan di tanggal Surabaya, 10 Juli 2018
City/Date of issue

Laboratorium PT. Gelora Djaja
Manajer Puncak,

Dr. Mohammad Holid

Penanggung jawab Pengujian
Manajer Teknis,

Reo Dewa Kembara, S.Si

Data yang tercantum dalam laporan ini spesifik untuk contoh yang diuji

Halaman 1 dari 1

Laporan pengujian ini dilarang digandakan secara tidak lengkap, tanpa persetujuan tertulis dari Laboratorium PT. Gelora Djaja.
This test report shall not be uncomplete reproduces, without the written approval from Laboratory of PT. Gelora Djaja.

Created By : asalis7 Date: 10-07-2018 15:38	Digitally Signed By : asalis7 Date: 10-07-2018 15:39	Digitally Signed By : tesilab-materials.pw Date: 10-07-2018 16:02	Digitally Signed By : manajerteknis-labuji Date: 11-07-2018 08:19	Digitally Signed By : manajerpuncak-lab Date: 11-07-2018 11:35
---------------------------------------------------	------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

6e09f916-4b1f-439c-a9c-346d28994159

(halaman ini sengaja dikosongkan)