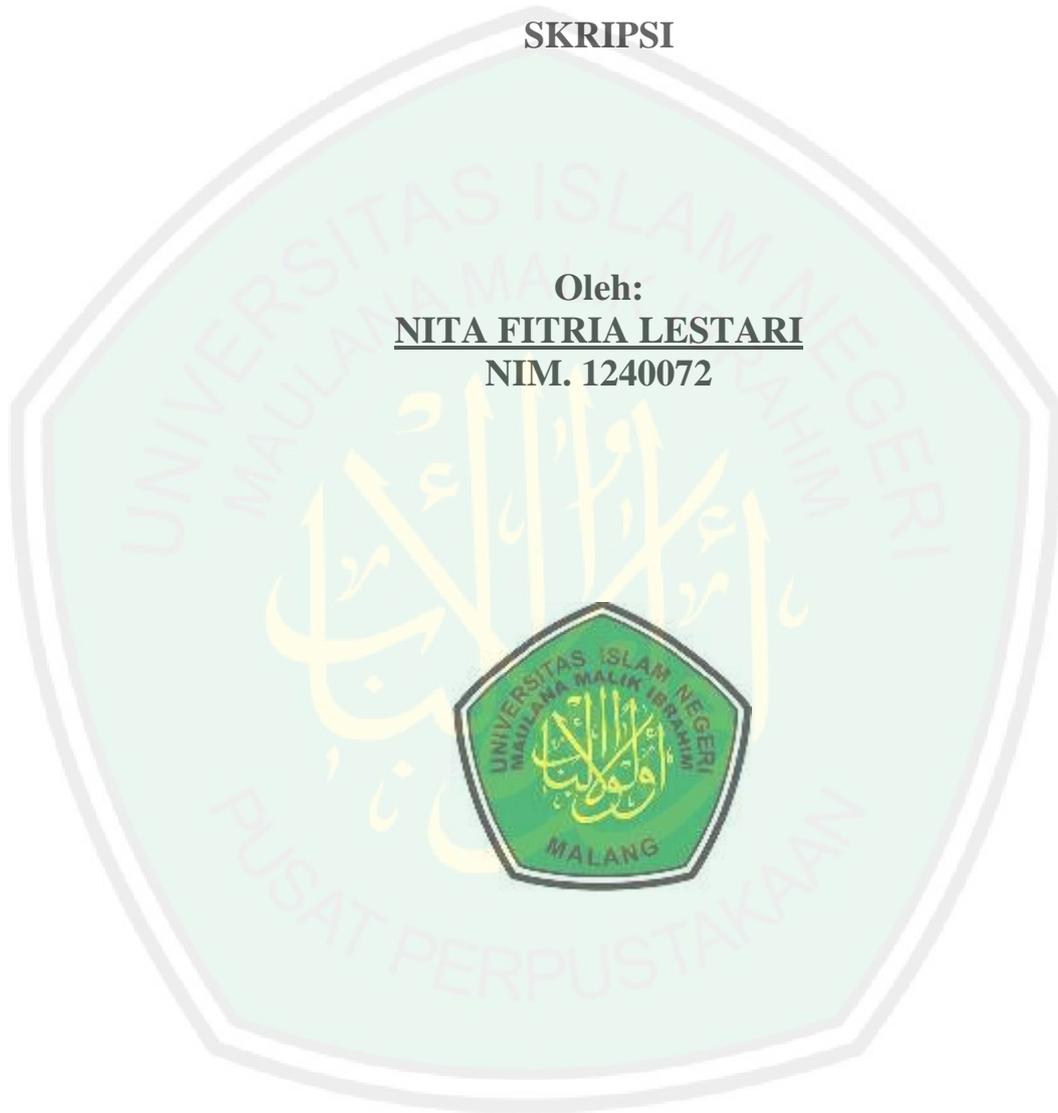


**ANALISIS FISIK BODIESEL
BERBAHAN BAKU MINYAK HASIL PENGOLAHAN
LIMBAH INDUSTRI PENGALENGAN IKAN**

SKRIPSI

Oleh:
NITA FITRIA LESTARI
NIM. 1240072



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK
IBRAHIM MALANG
2017**

**ANALISIS FISIK BIODIESEL
BERBAHAN BAKU MINYAK HASIL PENGOLAHAN
LIMBAH INDUSTRI PENGALENGAN IKAN**

SKRIPSI

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
NITA FITRIA LESTARI
NIM. 12640072**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS FISIK BIODIESEL
BERBAHAN BAKU MINYAK HASIL PENGOLAHAN
LIMBAH INDUSTRI PENGALENGAN IKAN

SKRIPSI

Oleh:
NITA FITRIA LESTARI
NIM. 12640072

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 3 Mei 2017

Pembimbing I,



Ahmad Abtokhi, M.Pd
NIP. 19761003 200312 1 004

Pembimbing II,



Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

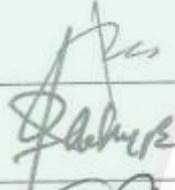
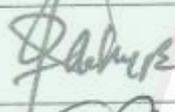
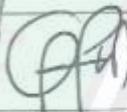
HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS FISIK BODIESEL
BERBAHAN BAKU MINYAK HASIL
PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PENGALENGAN IKAN**

SKRIPSI

Oleh:
NITA FITRIA LESTARI
NIM. 12640072

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 16 Juni 2017

Penguji Utama:	<u>Erika Rani, M.Si</u> NIP. 19810613 200604 2 002	
Ketua Penguji:	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Sekretaris Penguji:	<u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	
Anggota Penguji:	<u>Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nita Fitria Lestari

NIM : 12640072

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil-alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil contekan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 16 Juni 2017

Yang membust pernyataan,

METERAI
TEMPEL
40A58AEF28981EC47

6000
MALANG

Nita
Nita Fitria Lestari

NIM. 12640072

MOTTO

*Barangsiapa yang mengerjakan kebaikan seberat biji
dzarrahpun, niscaya Dia akan melihat (balasan)nya (7).
dan Barangsiapa yang mengerjakan kejahatan sebesar biji
dzarrahpun, niscaya Dia akan melihat (balasan)nya pula (8).
(QS. Al Zalzalah : 7-8)*

*“Proses Itu Di Nikmati Maka Dengan Sendirinya Akan
Menimbulkan Kebijaksanaan Dan Kesabaran”*



HALAMAN PERSEMBAHAN

Yang utama dari segalanya . . .

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang Mu telah memberikan kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini terselesaikan

*Shalawat dan Salam senantiasa tercurahkan kepada Beliau
Semoga kita semua mendapatkan Syafa`atnya di Hari Akhir nanti..*

Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Abah dan Umi yang telah member kasih sayang, dukungan dan cinta kasih yang tiada mungkin dapat ku balas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini langkah awal untuk membuat Abah dan Umi bahagia..

Teruntuk adik-adikku, tiada yang paling mengharukan saat kumpul bersama kalian, walaupun sering bertengkar tapi hal itu menjadi warna yang tak bisa tergantikan, trimakasih atas doa dan dukungannya. Maaf belum bisa menjadi panutan yang seutuhnya..

Tak kan terlupa untuk dosen pembimbing tugas akhir Bapak Ahmad Abtokhi, M.Pd dan ibu Erna Hastuti M.Si sudah di bantu, di nasehati dan diajari selama ini..

Trimakasih atas bantuan, doa, nasehat, hiburan, traktiran, narsis dan semangat yang kalian berikan selama kita bersama, semuanya yang tidak bisa kusebutkan satu persatu. Semoga silaturahmi kita tetap terjalin, dan Allah senantiasa memudahkan urusan kita..

Keberhasilan ini tak lepas juga dari orang yang selalu ada dan dekat selama ini yaitu ita Amelia, dina silvia, amaliya, islamiyah, membersamai, mengajari, menasehati dan mengisi hari-hari ku yang membuat semangat dan terus berusaha untuk ini semuanya. Kalian bukan hanya teman tapi juga sahabat dan saudara.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat Sehat wal afiyat sehingga penulis dapat menyumbangkan hasil karya ilmiah dan pemikiran melalui sebuah tulisan kecil yang diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dengan judul “ANALISIS FISIK BIODIESEL BERBAHAN BAKU MINYAK HASIL PENGOLAHAN LIMBAH INDUSRT PENGALANGAN IKAN”.

Tidak lupa penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan motivasi dan inspirasi hingga skripsi ini dapat diselesaikan, semoga Allah SWT membalas dengan segala kebaikan yang telah membantu dengan tulus dan ikhlas kepada:

1. Prof. DR. H. Mudjia Rahardjo, M.Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. DR. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Erna Hastuti, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri (UIN)Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ahmad Abtokhi M.Pd selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, pengarahan dengan sabar dan teliti serta waktu yang diluangkan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

5. Erna Hastuti, M.Si selaku dosen pembimbing Integrasi Sains dan Islam yang telah membantu, memberikan masukan dan arahan terhadap permasalahan integrasi dalam skripsi ini.
6. Erika Rani, M.Si dan Farid Samsu Hananto, M. selaku dosen penguji sekaligus dosen geofisika Universitas Islam Negeri Malang yang telah memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Fisika, Dosen Agama, Ustadz-Ustadzah PKPBA, Ma'had Sunan Ampel al-Aly dan segenap civitas akademika jurusan fisika yang telah berbagi ilmu dan waktu kepada penulis.
8. Kedua Orang tua, Bapak Samsul Hadu dan Ibu Sri Sulastri serta adik-adikku Dwi Yuda Mahendra, Ita Amelia, Dina Silvia, Dewi Nurodiyah Amaliaya, Minhusni Islamiyah yang tiada lelah memberikan doa, motivasi dan mendukung penulis menyelesaikan skripsi.
9. Sahabat-sahabat tercinta yang membantu dan mengajari serta setia menemani dalam menyelesaikan skripsi.
10. Seluruh teman-teman fisika angkatan 2012 serta mbak Anis dan mbak Ely Kimia terimakasih atas bantuan dan dukungannya.
11. Seluruh keluarga besar DARUL QUR'AN Singosari Malang
12. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, kami ucapkan terimakasih banyak atas bantuan, dan motifasinya.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan semua amal ibadah atas bantuan dan bimbingan semua pihak-pihak selama penulisan skripsi ini. Penulis

berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam tulisan-tulisan kecil ini, oleh karena itu, penulis masih membutuhkan kritik dan saran sebagai pengembangan ilmu pengetahuan agar dapat bermanfaat untuk kita semua.

Malang, 13 Juni 2017

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
.....	
.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah Manfaat Penulisan	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Minyak Hasil Industri Pengalengan Ikan	7
2.2 Kandungan Asam Lemak pada Minyak Ikan	9
2.3 Biodiesel	10
2.3.1 Deskripsi bila ditinjau dari Sifat Kimia	10
2.3.2 Keunggulan dan Kelemahan Biodiesel	12
2.3.3 Keuntungan Biodiesel terhadap Mesin	14
2.4 Pembuatan Biodiesel melalui Reaksi Transesterifikasi	17
2.4.1 Reaksi Pembuatan Biodiesel	17
2.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Reaksi Transesterifikasi	18
2.5 Reaksi Transesterifikasi Menggunakan Metanol dan KOH	19
2.6 Sumber Bahan Baru yang dapat digunakan sebagai Biodiesel	26
2.7 Pengotor yang terdapat dalam Biodiesel	27
2.8 Standar Mutu Biodiesel	28
2.8.1 Angka Setana	28
2.8.2 Kadar Air	29
2.8.3 Viskositas Kinematik	30
2.8.4 Massa Jenis	35
2.8.5 Titik Nyala	36
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Pelaksanaan Penelitian	40

3.2 Alat dan Bahan.....	40
3.3 Rancangan Percobaan	40
3.4 Desain Penelitian.....	41
3.5 Pembuatan Biodiesel Melalui Reaksi Transesterifikasi.....	43
3.6 Analisis Fisik Biodiel.....	43
3.6.1 Massa Jenis	43
3.6.2 Kadar Air.....	44
3.6.3 Viskositas Kinematik	44
3.6.4 Titik Nyala	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 HASIL PENELITIAN	46
4.1.1 Pembuatan Biodiesel	46
4.1.2 Analisis Fisik Biodiesel	47
4.2 PEMBAHASAN	53
4.2.1 Perbandingan Variasi KOH dan Minyak dengan Variasi Metanol Terhadap persentase Biodiesel	53
4.2.2 Analisis Fisik Biodiesel	55
4.2.3 Kajian Hasil Penelitian dalam Al-Qur'an.....	59
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaksi Transesterifikasi	18
Gambar 2.2 Pembuatan Ion Metoksida	24
Gambar 2.3 Pembentukan Zat antara Tetrahedral.....	25
Gambar 2.4 Pembentukan Metil Ester	25
Gambar 2.5 Pembentukan Digliserida	26
Gambar 2.6 Pembentukan Senyawa Digliserida dan Ion Metoksida	26
Gambar 3.1 Diagram Blok Penelitian	42
Gambar 4.1 Pengaruh Variasi KOH Terhadap Kadar Air.....	48
Gambar 4.2 Pengaruh Variasi Metanol Terhadap Kadar Air	49
Gambar 4.3 Pengaruh Variasi KOH Terhadap Massa Jenis.....	49
Gambar 4.4 Pengaruh Variasi Metanol Terhadap Massa Jenis.....	50
Gambar 4.5 Pengaruh Variasi KOH Terhadap Viskositas Kinematik	51
Gambar 4.6 Pengaruh Variasi Metanol Terhadap Viskositas Kinematik.....	51
Gambar 4.7 Pengaruh Variasi KOH Terhadap Titik Nyala	52
Gambar 4.8 Pengaruh Variasi Metanol Terhadap Titik Nyala.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Fisik dan Kimia Biodiesel dengan Solar.....	16
Tabel 2.2 Perbandingan Emisi Pembakaran Minyak Biodiesel dengan Solar.....	16
Tabel 2.3 Sumber Bahan yang dapat Digunakan Sebagai Biodiesel	26
Tabel 2.4 Standar Nasional Biodiesel	39
Tabel 4.1 Pengaruh variasi KOH terhadap kadar air dengan konsentrasi minyak dan methanol 1:12	39
Tabel 4.2 Pengaruh variasi metanol terhadap kadar air dengan KOH 10 %.....	48
Tabel 4.3 Pengaruh variasi KOH terhadap massa jenis dengan konsentrasi minyak dan metano 1:12	49
Tabel 4.4 Pengaruh variasi metanol terhadap Massa Jenis dengan KOH 10 % ...	50
Tabel 4.5 Pengaruh variasi KOH terhadap Viskositas Kinematik dengan konsentrasi minyak dan metanol 1:12	39
Tabel 4.6 Pengaruh variasi metanol terhadap Viskositas Kinematik dengan KOH 10 %	39
Tabel 4.7 Pengaruh variasi KOH terhadap Titik Nyala dengan konsentrasi minyak dan metanol 1:12	39
Tabel 4.8 Pengaruh variasi metanol terhadap Titik Nyala dengan KOH 10 %	52

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Skema Kerja
- Lampiran 2 Diagram Alir
- Lampiran 3 Pembuatan Larutan
- Lampiran 4 Perhitungan



ABSTRAK

Fitria Lestari, Nita. 2017. **Analisis Fisik Biodiesel Berbahan Baku Minyak Hasil Pengolahan Limbah Industri Pengalengan Ikan**. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Ahmad Abtokhi, M.Pd (II) Erna Hastuti, M.Si

Kata Kunci: Biodiesel, limbah ikan, analisis fisik biodiesel.

Indonesia adalah negara penghasil minyak hewani, memiliki bahan baku yang besar untuk tujuan pengembangan BBM alternatif. Salah satu bahan baku yang dimanfaatkan yaitu minyak hasil pengolahan limbah industri. Tujuan dari penelitian ini adalah, untuk mengetahui pengaruh perbandingan metanol terhadap kualitas fisik biodiesel dari minyak hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan. Serta untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan katalis KOH terhadap kualitas fisik Biodiesel dari minyak hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan. Metode penelitian ini membandingkan mol minyak ikan dan variasi metanol (1:9, 1:12, dan 1:15) dengan KOH 10%. Serta membandingkan variasi KOH (5 %, 10 %, 15 %) dengan mol minyak ikan : metanol (1:12). Hasil analisa kedua sampel menunjukkan bahwa nilai massa jenis, kadar air, viskositas, titik nyala tertinggi pada KOH (5 %, 10 %, 15 %) dengan mol minyak ikan : metanol (1:12) adalah 0,87 g/m³, 6.10 %, 6 cSt, 161,6 °C dan untuk variasi metanol (1:9, 1:12, dan 1:15) dengan KOH 10 % adalah 0,88 g/ml, 0,5%, 7 cSt, 160 °C.

ABSTRACT

Fitria Lestari, Nita. 2017. **Physical Analysis of Biodiesel Made of Oil Resulted from The Treatment of Fish Canning Industrial Waste**. Thesis. Department of Physics Faculty of Science and Technology State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisors: (I) Ahmad Abtokhi, M. Pd (II) Erna Hastuti, M. Si

Keywords: Biodiesel, fish waste, physical analysis of biodiesel.

Indonesia is the animal oil producing country having a large amount of raw material for the purpose of alternative developing fuels. One of used raw materials is the oil resulted from the treatment industrial waste. The purpose of this study is to determine the effect of methanol ratio to the physical quality of biodiesel from the waste treatment of fish canning industry. It is also to determine the effect of additional variation of KOH catalyst to the physical quality of biodiesel from the waste treatment of fish canning industry. The method of this study was by comparing the mole of fish oil and variations of methanol (1: 9, 1:12, and 1:15) with 10% KOH. And comparing the KOH variation (5%, 10%, 15%) with the mole of fish oil and methanol (1:12). Based on physical analysis, showed the highest density, moisture content, viscosity, the highest flash point on KOH (5%, 10%, 15%) with the mole of fish oil and methanol ratio (1:12) were 0.87 g / m, 6.10 %, 6 cSt, 161.6⁰ C respectively. The variations of oil and methanol ratio (1: 9, 1:12, and 1:15 in mole) with KOH 10 % were 0.88 g / ml, 0.5%, 7 cSt, 160⁰ C respectively.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejumlah laporan menunjukkan bahwa sejak pertengahan tahun 80-an terjadi peningkatan kebutuhan energi khususnya untuk bahan bakar mesin diesel yang diperkirakan akibat meningkatnya jumlah industri, transportasi dan pusat pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) diberbagai daerah di Indonesia. Peningkatan ini mengakibatkan berkurangnya devisa negara disebabkan jumlah minyak sebagai andalan komoditi ekspor semakin berkurang karena dipakai untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, padahal minyak dan gas adalah penyumbang terbesar devisa hasil ekspor. Disisi lain, bahwa cadangan minyak yang dimiliki Indonesia semakin terbatas karena merupakan produk yang tidak dapat diperbaharui. Oleh sebab itu perlu dilakukan usaha-usaha untuk mencari bahan bakar alternatif (Haryanto, 2000).

Energi alternatif banyak dikembangkan untuk mengatasi masalah tersebut, salah satunya yaitu pembuatan biodiesel karena merupakan bahan bakar terbarukan yang dapat disintesis dari minyak atau lemak nabati ataupun hewani. Emisi dari biodiesel cukup ramah lingkungan, karena tidak ditemukannya sulfur dalam komposisinya.

Indonesia adalah Negara penghasil minyak hewani, memiliki bahan baku yang besar untuk tujuan pengembangan BBM alternatif tersebut. Salah satu bahan baku yang dimanfaatkan yaitu minyak hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan berada di Kecamatan Muncar Banyuwangi, Muncar merupakan

salah satu kecamatan di Kabupaten Banyuwangi yang dikenal sebagai kawasan industri pengolahan ikan. Selama proses pengolahan ikan berupa pengalengan akan menghasilkan fraksi cair yang mengandung minyak ikan (Dewi, 2013). Fraksi cair ini memiliki kandungan minyak yang cukup besar, setiap 1 ton ikan lemuru yang diproses akan menghasilkan limbah minyak sebanyak 50 kg (Khirzin, 2014). Total jumlah produksi ikan sebesar 27.748 ton. Sehingga Jumlah limbah cair yang dihasilkan oleh seluruh industri pengolahan ikan di Muncar mencapai 14.266 m³ setiap harinya (Priambodo, 2011).

Limbah minyak tersebut selama ini terbuang sehingga berdampak terhadap rusaknya biota air, pencemaran lingkungan, dan juga mengganggu kesehatan masyarakat. Berikut adalah QS. Ar-Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
 يَرْجِعُونَ
 “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia, supaya Allah menghendaki agar mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (Qs. Ar-Rum: 41).

Berdasarkan lafadz *ظَهَرَ الْفَسَادُ* yang berarti “Telah Nampak kerusakan” makna “kerusakan” yang bermakna kekeringan, pencemaran serta istilah “daratan” dan yang dimaksud adalah “lautan” bermakna adanya pencemaran di laut/air (Qurthubi, 2009). Surat ar-Rum (31) ayat 41 juga menjelaskan telah nampak kerusakan di bumi akibat perbuatan tangan manusia dapat dimaksud dengan pencemaran lingkungan yang disebabkan adanya limbah cair industri perikanan di Muncar. Limbah cair tersebut berbahaya bagi kesehatan masyarakat sekitar. Kerusakan alam tersebut adalah kehendak Allah SWT dan sekaligus

balasan bagi perbuatan mereka, agar mereka tidak lagi mengerjakan perbuatan-perbuatan yang berdampak negatif bagi lingkungan.

Limbah cair yang dihasilkan dari industri pengalengan ikan selain memberi dampak negatif, limbah juga berpotensi untuk dimanfaatkan minyaknya. Minyak yang diperoleh memiliki kandungan trigliserida yang merupakan penyusun utama minyak nabati maupun minyak hewani. Adanya trigliserida ini berpotensi untuk pembentukan senyawa metil ester atau biodiesel (Hikamah, 2012).

Pembuatan biodiesel dari minyak hasil samping industri pengalengan ikan dilakukan melalui reaksi transesterifikasi dikarenakan mengandung asam lemak bebas sebesar 1,45 % (Prasetyo, 2012). Transesterifikasi merupakan tahapan konversi trigliserida menjadi alkil ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping berupa gliserol. Menurut Zabeti (2009) reaksi transesterifikasi tanpa penggunaan katalis akan berjalan sangat lambat serta membutuhkan tekanan dan suhu tinggi. Fatmawati dan Shakti (2013), menyatakan bahwa katalis yang biasa digunakan pada reaksi transesterifikasi yaitu katalis homogen basa yang dapat mempercepat reaksi.

Fatmawati, dan Shakti (2013), menggunakan limbah minyak ikan menjadi metil ester dengan katalis NaOH. Penelitian ini didapatkan konversi maksimal sebesar 80,59 %, dengan penambahan 3,5 gram NaOH dan perbandingan minyak: metanol = 1:6. Penelitian Ningtyas, dkk. (2013), melakukan tahap transesterifikasi dari limbah minyak dari pengolahan ikan dengan menggunakan katalis NaOH 1,5 % (dari berat total reaktan) dan perbandingan minyak: metanol = 1:6

menghasilkan rendemen sebesar 80,96 %. Akan tetapi proses pemurnian yang relatif rumit serta biaya yang cukup tinggi sehingga diperlukan alternatif lain seperti penggunaan katalis heterogen (Atadashi dan Aroua, 2011).

Sistem dari katalis heterogen padat mempunyai kelebihan dibanding dengan katalis homogen yaitu menyederhanakan penanganan akhir produk (tidak memerlukan waktu pemisahan dan pemurnian yang lama), katalis dapat digunakan kembali setelah diaktifasi, dan tidak ada reaksi pembentukan sabun. Selain itu, katalis heterogen tidak korosif dan lebih ramah lingkungan. Katalis heterogen lebih meminimalkan biaya dan pencucian air serta mengurangi tahap netralisasi untuk memisahkan dan katalis (Buchori, dkk., 2015).

Kusuma, dkk. (2011) menyebutkan bahwa beberapa bahan padat telah dikembangkan untuk katalis heterogen maupun *support* katalis dalam produksi biodiesel. Kusuma, dkk.(2011) melakukan modifikasi zeolit alam dengan metode impregnasi KOH sehingga dapat digunakan untuk transesterifikasi minyak kelapa sawit. Intarapong, dkk. (2013) juga mengatakan bahwa zeolit alam modernit dapat digunakan sebagai support katalis. Sifat dasar katalis serta komposisi kimianya juga berperan penting dalam transesterifikasi. Dengan demikian, KOH/mordenit dapat menghasilkan konversi yang tinggi dalam produksi biodiesel. KOH yang diimpregnasikan pada zeolit hanya akan menempel di permukaan.

Menurut Intarapong, dkk. (2013), proses transesterifikasi minyak sawit menggunakan katalis KOH/mordenit menghasilkan 96,7 % metil ester dengan kondisi optimum. Kusuma, dkk. (2011) memanfaatkan zeolit alam sebagai katalis dalam proses pembuatan metil ester. KOH/zeolit yang digunakan sebesar 100 gr/

100 mL menghasilkan konversi biodiesel maksimal yaitu 96,44 % pada suhu reaksi 60 °C selama 2 jam dengan perbandingan mol minyak metanol 1:7 dan katalis sebanyak 3 % berat minyak kelapa sawit.

Pembuatan biodiesel dari sawit juga dilakukan oleh Zulfadli, dkk. (2015) dilakukan dengan variasi perbandingan molar metanol: minyak = 6:1; 8:1; dan 10:1 dan suhu reaksi = 50 °C, 60 °C, dan 70 °C. Biodiesel tertinggi yang diperoleh adalah sebanyak 95,84 % dengan rasio molar metanol: minyak = 8:1 dan kondisi operasi suhu reaksi 60 °C serta konsentrasi katalis KOH/Zeolit alam 7,36 %. Utomo (2011) mensintesis biodiesel dari minyak goreng sawit dengan variasi % katalis NaOH/Zeolit alam, 5 %, 10 %, 12 %, dan 15 % serta variasi konsentrasi NaOH yang diimpregnasikan, 0,5 M; 0,75 M; dan 1 M. Biodiesel tertinggi yang dihasilkan dari 5 % katalis NaOH/katalis zeolit yang diimpregnasi dengan NaOH 1 M, diperoleh rendemen sebesar 66,18 %.

Berdasarkan penjelasan di atas, agar limbah minyak dapat dimanfaatkan secara optimal maka diperlukan penelitian pemanfaatan minyak hasil limbah industri pengalengan ikan sebagai biodiesel dan diperlukan analisis fisik sehingga kualitas biodiesel yang dihasilkan dapat diketahui.

Analisis fisik yang digunakan yaitu analisis kadar air, viskositas kinematik massa jenis dan titik nyala. Perlu menganalisis kadar air jumlahnya yang tinggi akan memperbesar kemungkinan untuk terjadinya reaksi hidrolisis yang menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas, air menjadi sulit dipisahkan jika terdapat sabun hasil reaksi asam lemak bebas dengan basa. Air akan berikatan

dengan sabun dan gliserin sehingga pemisahannya menjadi sulit kandungan air dalam biodiesel juga dapat menyebabkan turunnya panas pembakaran.

Kedua analisis massa jenis, massa jenis bisa menjadi indikator banyaknya pengotor yang terdapat pada biodiesel. Zat pengotor yang mungkin terkandung dalam biodiesel meliputi gliserol, sabun, asam-asam lemak yang tidak menjadi metil ester, sisa katalis, air ataupun sisa metanol yang terdapat dalam biodiesel.

Kemudian viskositas kinematik, semakin tinggi viskositasnya, semakin kental dan semakin sukar bahan tersebut mengalir (Demirbas, 2008). Bahan bakar yang terlalu kental, maka dapat menyulitkan aliran, pemompaan, dan penyalaan. Jika bahan bakar terlalu encer, maka menyulitkan penyebaran bahan bakar sehingga akan sulit terbakar dan menyebabkan kebocoran dalam pipa injeksi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perbandingan metanol terhadap kualitas fisik biodiesel dari minyak hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan?
2. Bagaimana pengaruh variasi penambahan katalis KOH terhadap kualitas fisik biodiesel dari minyak hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh perbandingan metanol terhadap kualitas fisik biodiesel dari minyak hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan katalis KOH terhadap kualitas fisik biodiesel dari minyak hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan.

1.4 Batasan Masalah

1. Sampel yang digunakan adalah minyak ikan hasil pengolahan limbah cair industri pengalengan ikan yang diperoleh dari kawasan Muncar Banyuwangi.
2. KOH yang digunakan dalam konversi minyak sebesar 10 % (b/b) dari berat total reaktan.
3. Variasi perbandingan mol minyak ikan: metanol (1:9, 1:12, dan 1:15) dengan KOH 10 %.
4. Variasi perbandingan mol minyak ikan: metanol (1:12) dengan KOH (5 %, 10 %, 15 %).

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat memanfaatkan minyak hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan melalui proses penelitian sehingga didapatkan komposisi yang tepat (secara fisik) pada saat pembuatan.
2. Didapatkan informasi tentang gambaran umum, kandungan air, massa jenis, viskositas kinematik dan titik nyala biodiesel hasil penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Hasil Industri Pengalengan Ikan

Bagi pemerintah Banyuwangi, daerah Muncar sudah menjadi andalan dan ciri khas sebagai kota ikan. Disisi lain, berkembangnya kawasan industri pengolahan ikan di Muncar menimbulkan kekhawatiran karena dampak negatif terhadap lingkungan. Dampak negatif tersebut yakni terjadinya pencemaran lingkungan di sekitar kawasan industri, seperti daerah pemukiman warga ataupun perairan Selat Bali yang termasuk wilayah administrasi pemerintah Banyuwangi (Setiyono dan Yudo, 2008). Air merupakan unsur yang vital dalam kelangsungan kehidupan semua makhluk hidup, tidak ada kehidupan tanpa air. Seperti dalam QS. Al-Furqan ayat 49:.

لُنْحِي بِهٖ بَلَدَةً مَّيْتًا وَنُسْقِيهٖ مِمَّا خَلَقْنَا اَنْعَمًا وَاَنْاسِي كَثِيْرًا

“agar Kami menghidupkan dengan air itu negeri (tanah) yang mati, dan agar Kami memberi minum dengan air itu sebagian besar dari makhluk Kami, binatang-binatang ternak dan manusia yang banyak” (QS. Al-Fuqan:49)

Oleh karena itu sumber daya air harus dikelola dengan baik supaya tidak terjadi kekurangan dan kelebihan air. Salah satu cara untuk menjaga sumber daya air adalah dengan melestarikan lingkungan dan tidak mencemari air sumber mata air seperti sungai dan laut. Akibat dari kerusakan lingkungan dan pencemaran air akan terjadi siklus air yang tidak seimbang akibatnya ketika musim panas air menjadi kering dan kemarau. Ketika musim hujan akan terjadi banjir yang akan menjadi bencana dan merugikan manusia. Beberapa usaha sudah dilakukan untuk menangani pencemaran tersebut yakni dengan mengendapkan limbah dan

menjebak minyak. Beberapa kali juga sudah dicoba untuk dipasang instalasi pengolahan air limbah, akan tetapi tidak dapat berfungsi dengan baik. Akibatnya pada air limbah masih banyak terkandung padatan tersuspensi, seperti serpihan ikan dan sisik ikan. (Setiyono dan Yudo, 2008). Dahulu limbah dari pengolahan ikan langsung dibuang di selokan atau sungai disekitar kawasan industri, tetapi begitu ada perusahaan yang mau menampung limbah ikan untuk diperas minyaknya, limbah itu tidak lagi dibuang. Nelayan lebih lanjut mengolah minyak tersebut dan dijual ke perusahaan. Kegiatan tersebut menyebar ke masyarakat lain yang bukan nelayan yang tinggal di sekitar kawasan pengalengan ikan, mereka beramai-ramai mengumpulkan air buangan pabrik yang masih mengandung minyak ikan. Pihak pabrik yang semula membuang limbahnya sembarangan, kini ikut mengumpulkan limbahnya sendiri ke dalam drum khusus.

2.2 Kandungan Asam Lemak pada Minyak Ikan

Berdasarkan penelitian Hidayat (2012), asam lemak yang terkandung dalam minyak limbah hasil samping industri di Muncar Banyuwangi meliputi 5 asam lemak jenuh dan 8 asam lemak tak jenuh. Berdasarkan hasil analisis GC-MS dapat diketahui terdapat 3 asam lemak yang memiliki persentase area relatif tertinggi adalah asam oleat 32,06 %: asam palmitat 30,33 %: dan asam miristat 7,8 %. Asam oleat bersifat tak jenuh karena adanya ikatan rangkap, sedangkan asam palmitat dan asam miristat merupakan asam lemak jenuh.

2.3 Biodiesel

Nama biodiesel telah disetujui oleh Department of Energi (DOE), *Environmental Protection Agency* (EPA) dan *American Society of Testing Material* (ASTM), biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang menjanjikan yang dapat diperoleh dari minyak tumbuhan, lemak binatang atau minyak bekas melalui esterifikasi dengan alkohol (Gerpen, 2004). Biodiesel dapat digunakan tanpa modifikasi ulang mesin diesel. Biodiesel juga dapat ditulis dengan B100, yang menunjukkan bahwa biodiesel tersebut murni 100 % monoalkil ester (Zuhdi, 2002). Karena bahan bakunya berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, biodiesel digolongkan sebagai bahan bakar yang dapat diperbarui. Pada dasarnya semua minyak nabati atau lemak hewan dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mendapatkan bahan baku alternatif yang dapat dikembangkan secara luas sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Biodiesel berasal minyak sawit, minyak jarak, dan minyak kedelai, minyak jelantah (Zuhdi, 2002).

Rumus kimia trigliserida adalah $\text{CH}_2\text{COOR}-\text{CHCOOR}'-\text{CH}_2\text{COOR}''$, dimana R, R', dan R'' masing-masing adalah sebuah rantai alkil yang panjang. Ketiga asam lemak RCOOH , $\text{R}'\text{COOH}$ dan $\text{R}''\text{COOH}$ bisa jadi semuanya sama, semuanya berbeda ataupun hanya dua diantaranya sama.

2.3.1 Diskripsi bila ditinjau dari Sifat Kimia

Biodiesel berbentuk cairan berwarna kuning cerah sampai kuning kecoklatan. Biodiesel tidak dapat campur dengan air, mempunyai titik didih tinggi

dan mempunyai tekanan uap yang rendah. Biodiesel terdiri dari senyawa campuran *methyl ester* dari rantai panjang asam-asam lemak dari minyak tumbuh-tumbuhan yang memiliki flash point 150 °C (300 °F), density 0,88 g/cm³, di bawah densitas air. Biodiesel tidak memiliki senyawa toksik dan tidak mengandung sulfur. Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono alkil ester dari rantai panjang asam lemak, yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbarui seperti minyak sayur atau lemak hewan.

Sebuah proses dari transesterifikasi lipid digunakan untuk mengubah minyak dasar menjadi ester yang diinginkan dan membuang asam lemak bebas. Setelah melewati proses ini, biodiesel memiliki sifat pembakaran yang mirip dengan diesel (solar) dari minyak bumi, dan dapat menggantikannya dalam banyak kasus. Namun, biodiesel lebih sering digunakan sebagai penambah untuk diesel petroleum, meningkatkan bahan bakar diesel petrol murni ultra rendah.

Biodiesel merupakan kandidat yang paling dekat untuk menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi transportasi utama dunia, karena biodiesel merupakan bahan bakar terbarui yang dapat menggantikan diesel petrol di mesin sekarang ini dan dapat diangkut dan dijual dengan menggunakan infrastruktur sekarang ini. Penggunaan dan produksi biodiesel meningkat dengan cepat, terutama di Eropa, Amerika Serikat, dan Asia, meskipun dalam pasar masih sebagian kecil saja dari penjualan bahan bakar. Pertumbuhan SPBU membuat semakin banyaknya penyediaan biodiesel kepada konsumen dan juga pertumbuhan kendaraan yang menggunakan biodiesel sebagai bahan bakar.

Biodiesel merupakan suatu nama dari *alkyl ester* atau rantai panjang asam lemak yang berasal dari minyak nabati maupun lemak hewan. Biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar pada mesin yang menggunakan diesel sebagai bahan bakarnya tanpa memerlukan modifikasi mesin. Biodiesel tidak mengandung petroleum diesel atau solar.

Penelitian tentang bahan bakar alternatif sudah dilakukan di banyak negara, seperti Austria, Jerman, Prancis, dan AS. Negara ini mengembangkan teknologi biodiesel dengan memanfaatkan tanaman yang berbeda-beda. Negara Jerman memakai minyak dari tumbuhan rapeseed, AS menggunakan tanaman kedelai, sedangkan untuk Indonesia tanaman yang paling potensial adalah kelapa sawit (Akhairuddin, 2006).

Pemanfaatan minyak nabati sebagai bahan baku biodiesel memiliki beberapa kelebihan, diantaranya sumber minyak nabati mudah diperoleh, proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati mudah dan cepat, serta tingkat konversi minyak nabati menjadi biodiesel yang tinggi (95 %). Minyak nabati memiliki komposisi asam lemak berbeda-beda tergantung dari jenis tanamannya. Zat-zat penyusun utama minyak-lemak (nabati maupun hewani) adalah trigliserida, yaitu triester gliserol dengan asam-asam lemak (C_8-C_{24}). Komposisi asam lemak dalam minyak nabati menentukan sifat fisik kimia minyak (Erliza, dkk, 2007).

2.3.2 Keunggulan dan Kelemahan Biodiesel

a) Keunggulan Biodiesel:

1. Biodiesel tidak beracun.
2. Biodiesel adalah bahan bakar *biodegradable*.

3. Biodiesel lebih aman dipakai dibandingkan dengan diesel konvensional.
4. Biodiesel dapat dengan mudah dicampur dengan diesel konvensional, dan dapat digunakan di sebagian besar jenis kendaraan saat ini, bahkan dalam bentuk biodiesel B100 murni.
5. Biodiesel dapat membantu mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil, dan meningkatkan keamanan dan kemandirian energi.
6. Biodiesel dapat diproduksi secara massal di banyak negara, contohnya USA yang memiliki kapasitas untuk memproduksi lebih dari 50 juta galon biodiesel per tahun.
7. Produksi dan penggunaan biodiesel melepaskan lebih sedikit emisi dibandingkan dengan diesel konvensional, sekitar 78 % lebih sedikit dibandingkan dengan diesel konvensional.
8. Biodiesel memiliki sifat pelumas yang sangat baik, secara signifikan lebih baik daripada bahan bakar diesel konvensional, sehingga dapat memperpanjang masa pakai mesin.
9. Biodiesel memiliki *delay* pengapian lebih pendek dibandingkan dengan diesel konvensional.
10. Biodiesel tidak memiliki kandungan sulfur, sehingga tidak memberikan kontribusi terhadap pembentukan hujan asam.

b) Kelemahan Biodiesel:

1. Biodiesel saat ini sebagian besar diproduksi dari jagung yang dapat menyebabkan kekurangan pangan dan meningkatnya harga pangan. Hal ini bisa memicu meningkatnya kelaparan di dunia.
2. Biodiesel 20 kali lebih rentan terhadap kontaminasi air dibandingkan dengan diesel konvensional, hal ini bisa menyebabkan korosi, filter rusak, *pitting* di piston, dll.
3. Biodiesel murni memiliki masalah signifikan terhadap suhu rendah.
4. Biodiesel secara signifikan lebih mahal dibandingkan dengan diesel konvensional.
5. Biodiesel memiliki kandungan energi yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan diesel konvensional, sekitar 11 % lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar diesel konvensional.
6. Biodiesel dapat melepaskan oksida nitrogen yang dapat mengarah pada pembentukan kabut asap.
7. Biodiesel, meskipun memancarkan emisi karbon yang secara signifikan lebih aman dibandingkan dengan diesel konvensional, masih berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim.

2.3.3 Keuntungan Biodiesel terhadap Mesin

Biodiesel memiliki tingkat polusi yang lebih rendah dari pada solar dan dapat digunakan pada motor diesel tanpa modifikasi sedikitpun. Biodiesel dianggap tidak menyumbang pemanasan global sebanyak bahan bakar fosil. Mesin diesel yang beroperasi dengan menggunakan biodiesel menghasilkan emisi

karbon monoksida, hidrokarbon yang tidak terbakar, partikulat, dan udara beracun yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum (Gerpen, 2004).

Penggunaan biodiesel mempunyai beberapa keuntungan, menurut studi yang dilakukan *National Biodiesel Board* beberapa keuntungan penggunaan biodiesel antara lain:

1. Biodiesel mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan minyak diesel, sehingga dapat langsung dipakai pada motor diesel tanpa melakukan modifikasi yang signifikan dengan resiko kerusakan yang sangat kecil.
2. Biodiesel memberikan efek pelumasan yang lebih baik daripada minyak diesel konvensional. Bahkan satu persen penambahan biodiesel dapat meningkatkan pelumasan hampir 30 %.
3. Hasil percobaan membuktikan bahwa jarak tempuh 15.000.000 mil, biodiesel memberikan konsumsi bahan bakar, HP, dan torsi yang hampir sama dengan minyak diesel konvensional.
4. Biodiesel dapat diperbarui dan siklus karbonnya yang tertutup tidak menyebabkan pemanasan global. Analisa siklus kehidupan memperlihatkan bahwa emisi CO₂ secara keseluruhan berkurang sebesar 78 % dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum.
5. Untuk menambah pelumasan mesin, menambah ketahanan mesin, mengurangi frekuensi pergantian mesin. Keuntungan lain dari biodiesel adalah sifat emisi yang rendah dan mengandung oksigen sekitar 10-11 %.

Agar dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar, biodiesel harus mempunyai kemiripan sifat fisik dan kimia dengan minyak solar. Salah satu sifat fisik yang penting adalah viskositas. Sebenarnya, minyak lemak nabati sendiri dapat dijadikan bahan bakar, namun, viskositasnya terlalu tinggi sehingga tidak memenuhi persyaratan untuk dijadikan bahan bakar mesin diesel. Perbandingan sifat fisik dan kimia biodiesel dengan minyak solar disajikan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbandingan sifat fisik dan kimia biodiesel dengan solar (*Sumber: Internasional Biodiesel, 2001*)

Sifat fisik/kimia	Biodiesel	Solar
Densitas, g/ml	0.8624	0.8750
Viskositas, cSt	5.55	4.6
Titik nyala, °C	100	98
Angka Setana	62.4	53
Energi yang dihasilkan (MJ kg)	40.1	45.3

Dibandingkan dengan minyak solar, biodiesel mempunyai beberapa keunggulan. Keunggulan utamanya adalah emisi pembakarannya yang ramah lingkungan karena mudah diserap kembali oleh tumbuhan dan tidak mengandung SO_x.

Selain itu biodiesel dapat mengurangi polusi tanah serta melindungi kelestarian perairan sumber air minum, kelebihan ini ditunjang oleh sifat biodiesel yang dapat teroksigenasi relatif sempurna atau terbakar habis, non toksik, dan dapat terurai secara alami (*biodegradable*), disamping itu produksi gas hasil pembakarannya yakni karbon dioksida (CO₂) dapat dimanfaatkan kembali oleh tumbuhan. Perbandingan emisi pembakaran biodiesel dengan minyak solar disajikan dalam tabel 2.2

Tabel 2.2 Perbandingan emisi pembakaran biodiesel dengan solar (Sumber: *Internasional Biodiesel, 2001*)

Sifat fisik/kimia	Biodiesel	Solar
SO ₂ , ppm	0	78
NO, ppm	37	64
NO ₂ , ppm	1	1
CO, ppm	10	40
Partikulat, mg/Nm ³	0.25	5.6
Benzen, mg/Nm ³	0.3	5.01
Toluene, mg/Nm ³	0.57	2.31
Xilen, mg/Nm ³	0.73	1.75
Etil benzene, mg/Nm ³	0.3	0.73

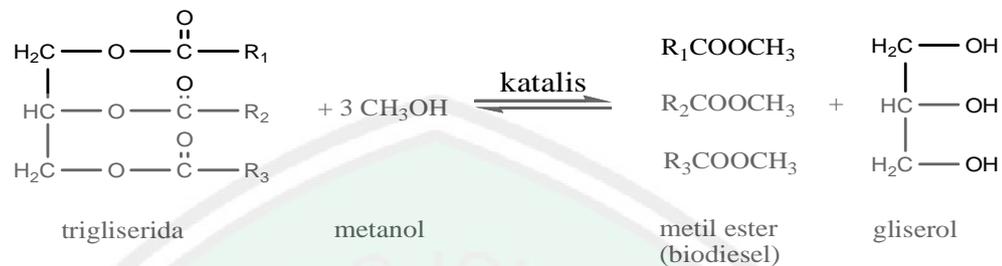
2.4 Pembuatan Biodiesel melalui Reaksi Transesterifikasi

2.4.1 Reaksi Pembuatan Biodiesel

Transesterifikasi adalah reaksi pembentukan metil ester asam lemak (*Fatty Acids Methyl Esters / FAME*) atau biodiesel dan gliserol dengan mereaksikan trigliserida dalam minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek. Trigliserida merupakan triester dari gliserol, monogliserida dan digliserida dapat diperoleh dari trigliserida dengan mensubstitusikan dua dan satu asam lemak dengan gugus hidroksi. Alkohol rantai pendek yang sering digunakan adalah metanol karena kereaktifannya yang tinggi (Utomo, 2011).

Trigliserida merupakan triester dari gliserol dan asam-asam lemak yaitu asam karboksilat dengan rantai hidrokarbon (C₆ sampai C₃₀). Trigliserida merupakan penyusun utama minyak nabati. Selain trigliserida dalam lemak juga terdapat monogliserida dan digliserida. Transesterifikasi biasa disebut dengan alkoholisis adalah tahap konversi dari trigliserida menjadi *methyl ester*, melalui

reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi *methyl ester* adalah:



Gambar 2.1 Reaksi transesterifikasi (Kusuma, 2011)

Pada proses reaksi transesterifikasi dalam pembuatan biodiesel memerlukan bantuan katalis yang berfungsi untuk mempercepat reaksi. Percepatan reaksi tersebut terjadi karena katalis mempengaruhi mekanisme reaksi yang berlangsung, dimana penggunaan katalis asam atau basa melibatkan mekanisme yang berbeda. Secara umum diketahui bahwa reaksi transesterifikasi diawali dengan reaksi antara alkohol dengan katalis untuk menghasilkan spesies aktif yang selanjutnya bereaksi dengan asam lemak.

2.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Reaksi Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel dipengaruhi beberapa faktor, antara lain adalah waktu reaksi, pengadukan, katalis dan suhu reaksi. Secara umum, untuk reaksi kimia diketahui bahwa semakin lama waktu reaksi maka interaksi antar molekul semakin intensif dan menghasilkan produk yang lebih banyak. Prinsip dasar reaksi ini juga berlaku untuk reaksi transesterifikasi, sehingga faktor ini telah dikaji dalam banyak penelitian. Selain waktu, pengadukan juga merupakan faktor yang mempengaruhi efektifitas suatu reaksi

kimia, pengadukan sangat penting karena minyak, metanol dan katalis merupakan campuran yang *immiscible* (Samart *et al.*, 2010). Dalam bidang penelitian tentang biodiesel, faktor ini juga telah dipelajari dalam sejumlah penelitian. Hayyan *et al.* (2011) mempelajari pengaruh pengadukan pada biodiesel minyak kelapa sawit dengan variasi pengadukan antara 200 sampai 800 rpm, dan melaporkan pengadukan terbaik pada 400 rpm dengan persen konversi 94,78 %. Faktor berikutnya yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi adalah katalis. Katalis pada reaksi kimia berfungsi untuk mempercepat reaksi. Katalisator juga berfungsi untuk mengurangi energi aktivasi pada suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu kecepatan reaksi menjadi semakin meningkat. Pada reaksi transesterifikasi yang telah dilakukan biasanya menggunakan katalis dengan variasi antara 1 % berat sampai 10 % berat campuran peraksi (Mc Ketta, 1978). Pada reaksi transesterifikasi terdapat dua jenis katalis yang dapat digunakan adalah katalis homogen dan heterogen. Katalis homogen merupakan katalis yang memiliki fasa yang sama dengan reaktan dan produk. Beberapa katalis homogen yang sering digunakan dalam reaksi transesterifikasi adalah katalis asam atau basa. Penggunaan katalis homogen ini memiliki beberapa kelemahan seperti bersifat korosif, sulit dipisahkan dari produk, mencemari lingkungan, dan tidak dapat digunakan kembali (Widyastuti, 2007).

Banyaknya katalis yang digunakan pada reaksi transesterifikasi juga mempengaruhi jumlah biodiesel yang dihasilkan. Granados *et al.* (2007) melakukan penelitian bahwa banyaknya biodiesel yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi meningkat dengan jumlah katalis yang digunakan.

2.5 Reaksi Transesterifikasi Menggunakan Metanol dan KOH

Terdapat tiga rute dasar dalam proses alkoholis untuk menghasilkan biodiesel, atau alkil ester (Ma, F, 1999). Ketiga rute dasar tersebut yaitu:

1. Transesterifikasi minyak dengan alkohol melalui katalis basa.
2. Esterifikasi minyak dengan metanol melalui katalis asam secara langsung.
3. Konversi dari minyak ke *fatty acid*, kemudian dari *fatty acid* ke alkil ester, melalui katalisis asam.

Teknik produksi biodiesel yang dilakukan saat ini pada umumnya mengikuti rute yang pertama, yaitu transesterifikasi minyak dengan alkohol melalui katalis basa. Cara ini merupakan teknik yang paling ekonomis karena:

1. Proses memerlukan temperatur rendah
2. Tingkat konversi tinggi (mencapai 98 %) dengan waktu reaksi yang cukup singkat dan hasil reaksi samping yang maksimal.
3. Konversi langsung ke metil ester (biodiesel) tanpa melalui tahapan intermediet.
4. Tidak diperlukan material dan konstruksi yang rumit.

Pembuatan biodiesel dengan proses transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester (biodiesel). Dalam reaksinya terjadi penggantian gugus alkohol dari ester dengan alkohol lain. Pada umumnya, alkohol yang digunakan dalam proses transesterifikasi adalah metanol. Selain itu, untuk mempercepat terjadinya reaksi, digunakan pula katalis KOH. Pada proses transesterifikasi ini dihasilkan juga gliserol yang menjadi produk samping dalam pembuatan biodiesel ini.

Faktor utama yang mempengaruhi rendemen metil ester yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi adalah rasio molar antara trigliserida dan alkohol,

jenis katalis yang digunakan, suhu reaksi, waktu reaksi, kandungan air, dan kandungan asam lemak bebas. Selain itu, suhu yang terlalu tinggi pada saat proses transesterifikasi bisa menyebabkan minyak berbusa karena terjadi reaksi penyabunan yang disebabkan oleh KOH yang bereaksi dengan minyak pada suhu tinggi. Umumnya suhu reaksi ideal pada transesterifikasi ini antara 50-60 °C.

Sebelum dilakukan proses transesterifikasi minyak hewani supaya tidak pekat pada temperatur rendah akan kita transesterifikasi menggunakan senyawa metoksi, senyawa methoksi dibuat dari methanol ditambah dengan KOH, setelah menjadi senyawa methoksi campur dengan minyak nabati yang telah kita siapkan untuk menyempurnakan reaksi esterifikasi. Supaya tepat dalam penggunaan senyawa metoksi dalam membuat biodiesel dari berbagai minyak maka perlu diketahui angka asam dari masing-masing bahan baku. Kebutuhan senyawa metoksi masing-masing minyak berbeda.

Trigliserida merupakan triester dari gliserol dan asam-asam lemak yaitu asam karboksilat dengan rantai hidrokarbon (C_6-C_{30}). Trigliserida merupakan penyusun utama minyak nabati. Selain trigliserida dalam lemak juga terdapat monogliserida dan digliserida. Transesterifikasi biasa disebut dengan alkoholisis adalah tahap konversi dari trigliserida menjadi methyl ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol.

Faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi transesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel maksimal adalah pengaruh kadar air dan asam lemak bebas, perbandingan molar alkohol, suhu dan lama reaksi, jenis katalis, dan konsentrasi katalis.

a). Pengaruh kadar air dan lemak bebas

Minyak ikan yang akan ditransesterifikasi menurut Aziz, dkk (2012) harus lebih kecil dari 1, jika kadar air lebih dari 1 maka akan dilakukan perlakuan khusus untuk mengurangi kadar air dalam minyak ikan. Selain itu semua bahan yang digunakan harus bebas dari air, karena air akan bereaksi dengan katalis. Kandungan asam lemak menurut Hajamini, dkk. (2016) disarankan kurang dari 2,5 %, jika lebih dari 2,5 % reaksi transesterifikasi akan terganggu adanya reaksi saponifikasi dengan penggunaan katalis basa

b). Perbandingan molar alkohol dengan minyak

Secara stoikiometri, setiap 1 molekul trigliserida membutuhkan 3 mol alkohol untuk membentuk 3 senyawa alkil ester dan 1 senyawa gliserol. Menurut Handayani (2010), semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan, maka konversi yang diperoleh akan bertambah. Penelitian Sanchez, dkk. (2015), menggunakan perbandingan mol metanol: jobjoba oil sebesar 1:6, 1:9, dan 1:12. Hasil maksimal untuk konversi biodiesel sebesar 95 % pada rasio 1:12.

c). Suhu reaksi

Zulfadli, dkk. (2015), melakukan pembuatan biodiesel menggunakan zeolit teraktivasi dengan variasi suhu pada tahap transesterifikasi. Suhu reaksi yang digunakan adalah 50 °C, 60 °C, dan 70 °C. Biodiesel yang dihasilkan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya suhu reaksi, akan tetapi pada suhu 70 °C mengalami penurunan. Hal ini dimungkinkan karena titik didih dari metanol sekitar 64,5 °C, sehingga pada suhu 70 °C diasumsikan metanol telah menguap

sehingga mengalami penurunan rendemen biodiesel. Hasil biodiesel tertinggi diperoleh pada kondisi reaksi dengan suhu 60 °C sebesar 95,84 %.

d). Waktu reaksi

Metil ester yang dikonversi dengan variasi waktu reaksi selama 1-4 jam. Waktu reaksi selama 1 jam menghasilkan metil ester sebesar 77,59 %. Waktu reaksi dinaikkan menjadi 2 jam hasil konversi mengalami peningkatan sebesar 86,40 % sampai dimana waktu 3 jam menghasilkan produk maksimal sebesar 91,66 %. Namun setelah reaksi berlangsung selama 4 jam produk metil ester yang dihasilkan mengalami penurunan menjadi 76,72 %. Menurut Kusuma, dkk. (2011) reaksi transesterifikasi bersifat reversibel sehingga terjadi pergeseran kesetimbangan ke arah reaktan, dimana waktu reaksi yang terlalu lama akan menyebabkan produk yang terbentuk berubah kembali menjadi reaktan.

e). Jenis katalis

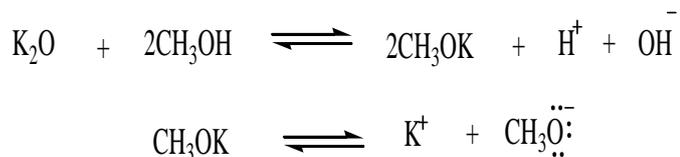
Katalis dalam reaksi transesterifikasi berfungsi untuk mempercepat reaksi terbentuknya biodiesel. Penelitian Kusuma, dkk. (2011) melakukan sintesis biodiesel dari minyak kelapa sawit menggunakan katalis KOH/zeolit, biodiesel yang dihasilkan adalah 96,44 %. Penggunaan katalis basa KOH dalam transesterifikasi memberikan hasil biodiesel yang lebih besar.

f). Konsentrasi katalis

Penambahan konsentrasi zeolit sebagai katalis akan meningkatkan biodiesel yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi. Penambahan katalis pada kondisi optimum akan memaksimalkan hasil reaksi, jika penggunaannya berlebih biodiesel yang dihasilkan akan menurun Naluri, dkk. (2015). Penelitian Arifin dan

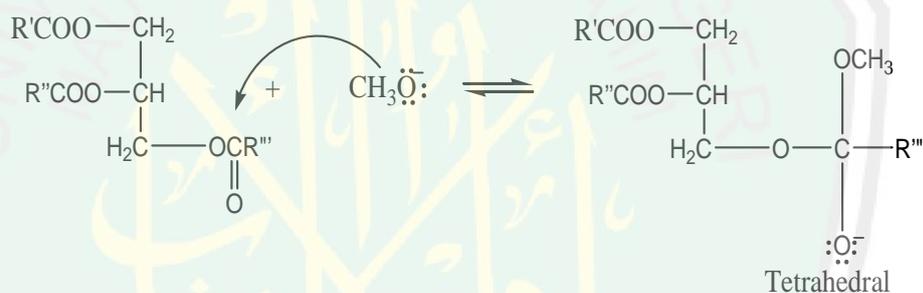
Latifah (2015) melakukan sintesis biodiesel dari minyak goreng bekas dengan variasi jumlah katalis sebesar 2,5 %; 5 %; 7,5 %; dan 10 % b/b total minyak dan metanol. Rendemen biodiesel tertinggi yang diperoleh adalah 94,48 % pada penggunaan rasio mol minyak : metanol sebesar 1:12, konsentrasi sebesar katalis 10 % b/b total reaktan, dan waktu reaksi selama 3 jam.

Selain itu, proses pemurnian dan penyaringan juga bisa mengurangi jumlah metil ester yang dihasilkan. Proses *bleaching* yang terlalu lama bisa menyebabkan minyak dan air teremulsi dan sulit dipisahkan karena antara asam lemak, minyak, dan air akan saling terikat. Umumnya dalam pembentukan senyawa ester diperlukan reaksi antara asam lemak dengan suatu alkohol. Senyawa alkohol yang paling sering digunakan adalah metanol, Pengaruh perbandingan molar alkohol dengan bahan. Secara umum ditunjukkan bahwa semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan, maka konversi yang diperoleh juga akan semakin bertambah. Metanol (CH_3OH) merupakan senyawa alkohol yang digunakan sebagai pereaksi yang akan memberikan perolehan ester yang tertinggi dibandingkan dengan menggunakan etanol atau butanol. Karena metanol memiliki titik didih $64.7\text{ }^\circ\text{C}$, $148.4\text{ }^\circ\text{F}$ (337.8 K) dengan rumus molar 32.04 g/mol . Sedangkan Butanol lebih mudah menguap dibandingkan metanol. Memberikan gugus alkil kepada rantai trigliserida dalam reaksi biodiesel karena kereaktifannya yang tinggi (Utomo, 2011). Transesterifikasi membutuhkan suatu katalis untuk mempercepat terbentuknya produk, berikut adalah mekanisme reaksi transesterifikasi trigliserida menggunakan katalis KOH



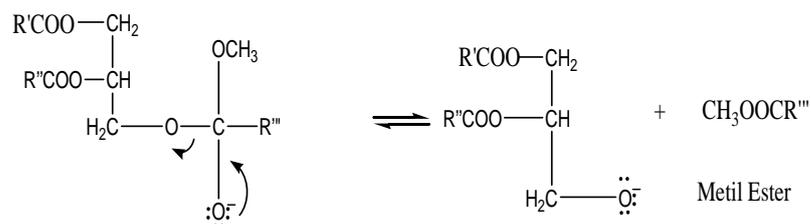
Gambar 2.2 Pembentukan ion metoksida (Kusuma, 2011)

Reaksi transesterifikasi diawali dengan pembentukan ion metoksida, ion metoksida terbentuk karena adanya reaksi antara K_2O dengan metanol. Ion metoksida memiliki aktivitas katalitik yang tinggi. Tahapan selanjutnya adalah pembentukan zat antara tetrahedral yang dapat dilihat pada gambar 2.3



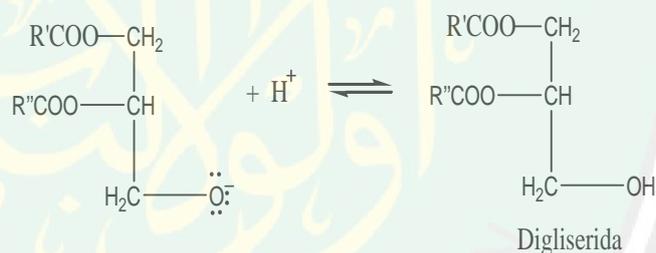
Gambar 2.3 Pembentukan zat antara tetrahedral (Kusuma, 2011)

Ion metoksida yang reaktif mampu menyerang $\text{C}=\text{O}$ (karbonil) yang ada pada trigliserida, yang mengakibatkan terputusnya ikatan pada $\text{C}=\text{O}$ sehingga muatan atom $-\text{O}^-$ menjadi negatif. Penyerangan ini mengarah pada pembentukan zat antara tetrahedral. Tahapan berikutnya adalah pembentukan senyawa metilester dapat dilihat pada gambar 2.4



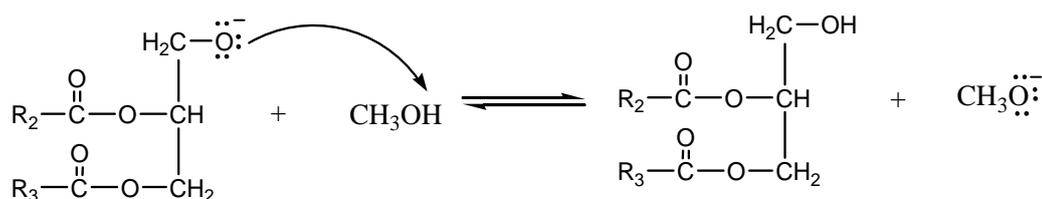
Gambar 2.4 Pembentukan metil ester (Kusuma, 2011)

Zat antara tetrahedral mengalami penataan ulang, dimana PEB (Pasangan Elektron Bebas) dari atom O^- membentuk rangkap kembali dengan $\text{C}=\text{O}$ karbonil yang menyebabkan terlepasnya ikatan $\text{C}-\text{O}$ sehingga menghasilkan senyawa metil ester dan ion digliserida. Tahap selanjutnya adalah pembentukan senyawa digliserida dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Pembentukan digliserida (Kusuma, 2011)

Ion digliserida bereaksi dengan H^+ dari hasil reaksi samping pembentukan ion metoksida. Ion digliserida dimungkinkan juga dapat bereaksi dengan metanol seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.6 Pembentukan senyawa digliserida dan ion metoksida (Kusuma, 2011)

2.6 Sumber Bahan Baru yang dapat digunakan sebagai Biodiesel

Biodiesel telah banyak digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar. Bahan baku biodiesel yang dikembangkan bergantung pada sumber daya alam yang dimiliki suatu negara, minyak kanola di Jerman dan Austria, minyak kedelai di Amerika Serikat, minyak sawit di Malaysia, dan minyak kelapa di Filipina. Indonesia mempunyai banyak sekali tanaman penghasil minyak lemak nabati, diantaranya adalah kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, jarak, nyamplung, dan lain-lain. Beberapa tanaman yang potensial untuk bahan baku biodiesel dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Sumber bahan baru yang dapat digunakan sebagai biodiesel (Prawito, 2016)

Nama latin	Nama Indonesia	Nama lain (daerah)
<i>Elaeis guineensis</i>	Kelapa sawit	Sawit, kelapa sawit
<i>Ricinus communis</i>	Jarak (kastroli)	Kaliki, jarag (Lampung)
<i>Jatropha curcas</i>	Jarak pagar	-
<i>Ceiba pentandra</i>	Kapok	Randu (Sunda, Jawa)
<i>Chalopyllum inophyllum</i>	Nyamplung	nyamplung
<i>Ximena Americana</i>	Bidaro	Bidaro

2.7 Pengotor yang terdapat pada Biodiesel

Pengotor yang ada dalam biodiesel diantaranya gliserin, air, dan alkohol sisa. Pemisahan pengotor dilakukan untuk mendapatkan biodiesel yang memenuhi kriteria untuk dijadikan bahan bakar, seperti gliserin dan air. Gliserin dan ester membentuk dua lapisan yang tidak saling larut. Gliserin yang berada di lapisan bawah karena densitasnya lebih besar dari ester. Pemisahan gliserin dari ester

dapat dilakukan dengan cara dekantasi. Gliserin merupakan produk samping proses pembuatan biodiesel yang bernilai ekonomis tinggi yang dapat dijual dalam keadaan mentah (*crude glycerin*) atau gliserin yang telah dimurnikan. Pemurnian gliserin akan lebih sulit jika terbentuk sabun hasil reaksi asam lemak bebas dengan basa. Sedangkan air salah satu produk samping reaksi esterifikasi adalah air. Air harus dihilangkan sebelum reaksi transesterifikasi. Pemisahan air ini dapat dilakukan dengan penguapan atau menggunakan absorber. Pemisahan air dengan penguapan lebih banyak dilakukan dalam industri biodiesel karena lebih murah. Air menjadi sulit dipisahkan jika terdapat sabun hasil reaksi asam lemak bebas dengan basa. Air akan berikatan dengan sabun dan gliserin sehingga pemisahannya menjadi sulit.

2.8 Standar Mutu biodiesel

Pembuatan biodiesel diharapkan memenuhi standar pengujian Standar Nasional Indonesia (SNI) dapat dianalisis:

2.8.1 Angka Setana

Untuk bahan bakar motor diesel digunakan acuan angka setana, yaitu dengan bahan referensi normal setana ($C_{16}H_{34}$) yang tidak memiliki keterlambatan menyala dan aromatis *Methyl Naphtalene* ($C_{10}H_7CH_3$) yang keterlambatannya besar sekali. Angka setana dari biodiesel sebesar minimal 51 sedangkan standar dari solar sebesar 48, berarti angka setana biodiesel 1,05 lebih rendah daripada solar. Tetapi angka Setana dari biodiesel yang dihasilkan masih termasuk dalam kisaran standar biodiesel yaitu minimal 51. Pada mesin diesel udara dimampatkan sampai

tekanan 30 sampai 40 kg/cm², akibat pembakaran maka tekanan yang ada di dalam ruang bakar mencapai 60 sampai 65 kg/cm². Disini diharapkan tidak ada keterlambatan dari nyala agar kenaikan tekanan tidak terlalu tinggi. Kenaikan tekanan yang terlalu tinggi akan menyebabkan detonasi. Hambatan lain yaitu proses pembakaran tidak sempurna sehingga terbentuk jelaga (Setiawati dan Edward, 2012).

Pada bahan bakar biodiesel yang memiliki angka setana 46,95 berarti bahan bakar tersebut mempunyai kecenderungan menyala pada campuran 46,95 bagian normal angka setana dan 53,05 bagian *methyl naphtalen*. Apabila dilihat dari angka setana biodiesel yaitu 51 maka dapat digolongkan sebagai bahan bakar mesin diesel jalan cepat (mesin diesel jalan cepat pada angka setana 40-70). Makin tinggi angka setananya maka makin rendah titik penyalanya. Angka setana biodiesel berkaitan dengan komposisi asam lemak yang terkandung dalam biodiesel tersebut. Biodiesel yang mengandung asam lemak jenuh dengan rantai karbon panjang (asam laurat, miristat, palmitat, stearat, arakhidat dan lain-lain) yang tinggi mempunyai angka setana yang tinggi (Zuhdi, 2002).

2.8.2 Kadar Air

Kadar air pada bahan bakar berpengaruh terhadap perilaku pembakaran terutama dalam hal kemudahan bahan bakar tersebut untuk menyala, kecepatan proses pembakaran dan kecepatan penjalaran api (Ismail, 2005). Bahan bakar yang lembab (kadar air tinggi) akan membutuhkan energi panas yang lebih banyak untuk pembakaran, karena energi panas digunakan untuk menguapkan air yang terdapat pada bahan bakar tersebut panas yang diserap oleh bahan bakar

yang lembab mengurangi jumlah panas yang tersedia dari pembakaran dan mempercepat proses pemadaman api. Bahan bakar sulit untuk terbakar oleh api apabila kadar air yang terkandung oleh bahan bakar melebihi 12 %.

Kadar air minyak tungku (*furnace*) pada saat pemasokan pada umumnya sangat rendah karena produk disuling dalam kondisi panas. Batas maksimum 1 % ditentukan sebagai standar. Air dapat berada dalam bentuk bebas atau emulsi dan dapat menyebabkan kerusakan di bagian dalam tungku selama pembakaran terutama jika mengandung garam terlarut. Air juga dapat menyebabkan percikan nyala api, yang dapat mematikan nyala api, menurunkan suhu lama api atau memperlama penyalaan. Bila kandungan air dalam minyak lebih besar 1 %, akan menyebabkan gangguan pada penyaringan karena tersumbat oleh air dalam bentuk kristal-kristal es. Disamping itu, air merupakan katalisator sehingga mempercepat sifat korosi bahan bakar minyak.

Kadar air dalam minyak merupakan salah satu tolak ukur mutu minyak. Rendahnya kadar air dan sedimen dapat memperkecil kemungkinan terjadinya reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas. Kandungan air dalam bahan bakar juga dapat menyebabkan turunnya panas pembakaran, berbusa dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam (Ismail, 2005).

Kadar air yang tinggi akan memperbesar kemungkinan untuk terjadinya reaksi hidrolisis yang mengakibatkan kenaikan kadar asam lemak bebas, kandungan air dalam biodiesel juga dapat menyebabkan turunnya panas pembakaran (Setiawati dan Edward, 2012).

Selain itu metanol yang digunakan adalah metanol teknis. Metanol tersebut masih mengandung air, dimana keberadaan air ini akan menyebabkan reaksi bergeser ke arah kiri. Reaksi esterifikasi merupakan reaksi *reversible* yang menghasilkan produk samping berupa air. Selain air yang terkandung di dalam metanol, keberadaan air dari hasil reaksi juga akan menghambat reaksi, karena air yang berada di dalam reaktor akan menghidrolisis metil ester yang dihasilkan (Prihandana, 2006).

2.8.3 Viskositas Kinematik

Salah satu sifat zat cair diantara adalah kental (*viscous*) dimana zat cair memiliki koefisien kekentalan yang berbeda-beda, misalnya kekentalan minyak goreng berbeda dengan kekentalan oli. Berdasarkan sifat ini zat cair banyak digunakan dalam dunia otomotif yaitu sebagai pelumas mesin. Telah diketahui bahwa pelumas yang dibutuhkan setiap tipe mesin membutuhkan kekentalan yang berbeda-beda. Sehingga sebelum menggunakan pelumas merek tertentu harus diperhatikan terlebih dahulu koefisien kekentalan pelumas sesuai atau tidak dengan tipe mesin (Budianto, 2008).

Viskositas (kekentalan) berasal dari perkataan *viscous*. Suatu bahan apabila dipanaskan sebelum menjadi cair terlebih dulu menjadi *viscous* yaitu menjadi lunak dan dapat mengalir pelan-pelan. Viskositas dapat dianggap sebagai gerakan dibagian dalam (internal) suatu fluida. Jika sebuah benda berbentuk bola dijatuhkan ke dalam fluida kental, misalnya kelereng dijatuhkan ke dalam kolam renang yang airnya cukup dalam, nampak mula-mula kelereng bergerak dipercepat. Tetapi beberapa saat setelah menempuh jarak cukup jauh, nampak

kelereng bergerak dengan kecepatan konstan (bergerak lurus beraturan). Ini berarti bahwa disamping gaya berat dan gaya apung zat cair masih ada gaya lain yang bekerja pada kelereng tersebut. Gaya ketiga ini adalah gaya gesekan yang disebabkan oleh kekentalan fluida. Viskositas minyak dipengaruhi oleh perubahan suhu. Apabila suhu semakin rendah maka viskositas semakin tinggi. Dan apabila suhu semakin tinggi maka viskositas semakin rendah.

Viskositas kinetik adalah tahanan zat cair untuk mengalir karena gaya berat. Bahan yang mempunyai viskositas kecil menunjukkan bahwa bahan itu mudah mengalir, sebaliknya bahan dengan viskositas tinggi sulit mengalir. Suatu minyak bumi atau produknya mempunyai viskositas tinggi berarti minyak itu mengandung hidrokarbon berat (berat molekul besar), sebaliknya viskositas rendah maka minyak itu banyak mengandung hidrokarbon ringan.

Viskositas erat kaitannya dengan kemudahan mengalir pada pemompaan, kemudahan menguap untuk pengkabutan dan mampu melumasi *fuel pump plungers*. Penggunaan bahan bakar yang mempunyai viskositas rendah dapat menyebabkan keausan pada bagian-bagian pompa bahan bakar. Apabila bahan bakar mempunyai viskositas tinggi, berarti tidak mudah mengalir sehingga kerja pompa dan kerja injektor menjadi berat.

Viskositas kinematik adalah tahanan cairan untuk mengalir karena gaya berat. Untuk aliran gaya berat pada suatu ketinggian hidrostatik tertentu, ketinggian tekanan suatu cairan proporsional dengan kerapatannya, untuk setiap viskometer tertentu, waktu alir dari volume tetap suatu cairan berbanding langsung dengan viskositas kinematiknya,

viskositas dinamik adalah perbandingan antara tegangan geser yang diberikan dan kecepatan geser suatu cairan. Sedangkan viskositas dinamik kadang-kadang disebut koefisien viskositas dinamik atau lebih sederhana disebut viskositas. Jadi viskositas dinamik adalah ukuran tahanan untuk mengalir atau perubahan bentuk dari suatu cairan. Istilah viskositas dinamik juga dapat digunakan dalam suatu konteks yang berbeda untuk menunjukkan suatu kuantitas yang tergantung frekuensi dimana tegangan geser dan kecepatan geser mempunyai ketergantungan terhadap waktu sinusoidal.

Viskositas adalah suatu angka yang menyatakan besarnya hambatan dari suatu bahan cair untuk mengalir, atau ukuran dari besarnya tahanan geser dari cairan. Semakin tinggi viskositasnya, semakin kental dan semakin sukar bahan tersebut mengalir (Demirbas, 2008). Bahan bakar yang terlalu kental, maka dapat menyulitkan aliran, pemompaan, dan penyalaan. Jika bahan bakar terlalu encer, maka menyulitkan penyebaran bahan bakar sehingga akan sulit terbakar dan menyebabkan kebocoran dalam pipa injeksi.

Standar viskositas kinematik dari biodiesel adalah sebesar 2,3 cSt sampai 6 cSt. Jika harga viskositas terlalu tinggi maka akan besar kerugian gesekan di dalam pipa, kerja pompa akan berat, penyaringannya sulit dan kemungkinan kotoran ikut terendap besar, serta sulit mengabutkan bahan bakar. Sebaliknya jika viskositas terlalu rendah berakibat pelumasan yang tipis, jika dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan keausan (Setiawati dan Edward, 2012).

Beberapa jenis mesin dan peralatan yang sedang bergerak, akan terjadi peristiwa gesekan antar logam, oleh karena itu akan terjadi peristiwa pelepasan partikel-partikel dari gesekan tersebut. Keadaan dimana logam melepaskan partikel tersebut dinamakan aus atau keausan. Untuk mencegah dan mengurangi keausan yang lebih parah yaitu memperlancar kerja mesin dan memperpanjang usia dari mesin dan peralatan itu sendiri, maka pada bagian logam dan peralatan yang mengalami gesekan tersebut diberi perlindungan ekstra.

Semakin tinggi konsentrasi katalis, viskositasnya cenderung menurun. Karena semakin banyak persen katalis yang diberikan akan semakin cepat pula terpecahnya trigliserida menjadi tiga ester asam lemak yang akan menurunkan viskositas 5-10 % (Prihandana, 2006).

Peristiwa perubahan viskositas dapat dijelaskan dengan teori termodinamika yang menyatakan bahwa semakin tinggi temperatur suatu fluida, molekul fluida akan bergerak cepat sehingga secara makro akan meningkatkan tekanan. Jika tidak terdapat batas pada materi tersebut maka materi akan mengembang dan memperlebar jarak antar molekulnya. Jarak antar molekul yang lebar akan mengakibatkan viskositas semakin menurun (Peterson, 2001).

Soerawidjaja dkk. (2006) menjelaskan, viskositas kinematik adalah ukuran mengenai tekanan aliran fluida karena gravitasi, dimana tekanan sebanding dengan kerapatan fluida yang dinyatakan dengan centistoke (cSt). Viskositas yang terlalu tinggi akan membuat bahan bakar teratomisasi menjadi tetesan yang lebih besar sehingga akan mengakibatkan deposit pada mesin. Tetapi apabila viskositas terlalu rendah akan memproduksi *spray* yang terlalu halus sehingga terbentuk

daerah *rich zone* yang menyebabkan terjadinya pembentukan jelaga (Prihandana, 2006).

Viskositas minyak bakar terletak antara viskositas minyak gas yaitu kira-kira $4 \text{ cs} = 1,30$ pada $50 \text{ }^\circ\text{C}$ dan kira-kira $550/650 \text{ cs} = 75/850$ pada $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Minyak bakar yang lebih encer diperlukan untuk pesawat bakar yang lebih kecil, misalnya untuk alat pemanasan sentral otomatis dalam rumah. Kalor pembakaran minyak bakar batasnya kira-kira 10.000 dan 10.550 cal/g. Kadar belerang, lebih penting pada minyak diesel daripada minyak bakar karena pada minyak diesel belerang dapat menyebabkan kerusakan silinder dan korosi dari sistem buang (Fatimah, 2013).

2.8.4 Massa Jenis

Massa jenis adalah perbandingan berat dari suatu volume contoh dengan berat air pada volume dan suhu yang sama (Ketaren, 1986) massa jenis bisa menjadi indikator banyaknya pengotor yang terdapat pada biodiesel. Zat pengotor yang mungkin terkandung dalam biodiesel meliputi sabun, asam-asam lemak yang tidak terkonversi menjadi metil ester, sisa katalis, air, ataupun sisa metanol yang terdapat dalam biodiesel dan gliserin. Gliserin mempunyai massa jenis yang lebih besar daripada ester sehingga lapisan gliserin berada di bawah, pemisahannya dapat dilakukan dengan dekantasi. Penggunaan katalis basa pada jumlah yang besar dapat menyebabkan massa jenis biodiesel menjadi lebih besar begitu sebaliknya jika penggunaan katalis basa kecil menyebabkan massa jenis biodiesel menjadi rendah.

Massa jenis biodiesel pada suhu 60 °C lebih tinggi dibandingkan pada suhu 50 °C dan 40 °C. Hal ini disebabkan penggunaan suhu tinggi (60 °C) pada reaksi transesterifikasi akan meningkatkan reaksi penyabunan. Sehingga zat-zat pengotor yang terbentuk menyebabkan massa jenis biodiesel menjadi lebih besar.

Massa jenis ditetapkan dengan metode hidrometer akan sangat akurat apabila suhu contoh sama atau mendekati sama dengan suhu acuan. *Specific Gravity* (SG) dan API graviti dan densiti dikoreksi dengan menggunakan tabel pengukuran minyak berdasarkan pada angka muai rata-rata dari tipikal material. Suhu uji yang baik mendekati suhu acuan, atau bila suhu yang digunakan yang berhubungan dengan pengukuran minyak curah mempunyai selisih ± 3 °C (Setiawati dan Edward, 2012).

2.8.5 Titik Nyala

Titik nyala (*flash point*) merupakan angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dapat terbakar jika permukaan minyak tersebut didekati dengan nyala api.

Titik nyala atau *flash point* dari suatu minyak adalah suhu terendah dimana minyak dipanasi dengan peralatan standar hingga menghasilkan uap yang dapat dinyalakan dalam pencampuran dengan udara. Titik nyala secara prinsip ditentukan untuk mengetahui bahaya terbakar beberapa produk minyak bumi. Sehingga diketahui titik nyala suatu produk minyak, kita dapat mengetahui kondisi maksimum yang terpercaya. Salah satu contoh dari pentingnya informasi ini adalah untuk menentukan jenis minyak pelumas yang tepat untuk digunakan di dalam sistem hidrolik tekanan tinggi seperti pada pesawat terbang atau alat

penempa tekanan tinggi, dimana kebocoran minyak dari saluran pipa dapat menyebabkan terjadinya musibah dengan adanya kontak dari minyak yang tumpah dengan logam yang sangat panas. Titik nyala merupakan sifat fisik minyak yang sangat penting dan harus diketahui, baik minyak pelumas, bahan bakar dan minyak bumi. Sehingga diketahui titik nyala suatu produk.

Titik nyala (*Flash Point*) adalah suhu terendah terkoreksi pada tekanan barometer 101,3 kPa (760 mm Hg), dimana dengan menggunakan sumber nyala yang menyebabkan uap contoh terbakar pada kondisi pengujian tertentu. Tinggi dan rendahnya *flash point* sangat bergantung pada komponen hidrokarbon dalam bahan bakar. Parafin akan lebih mudah terbakar dari pada olefin, olefin lebih mudah terbakar dari pada naften, dan aromatik paling sulit terbakar. Semakin tinggi fraksi minyak bumi makin tinggi pula pada *flash point*, produk dengan *flash point* rendah lebih mudah menguap sehingga mudah terbakar. Suhu *flash point* adalah satu ukuran kecenderungan bahan bakar minyak untuk menyala dalam campuran dengan udara pada kondisi laboratorium. *flash point* ini hanya salah satu sifat dari sejumlah sifat yang lain untuk mengetahui bahaya sifat kemudahan dapat menyala (*flammability*) dari bahan bakar.

Flash Point digunakan dalam pengapalan bahan bakar, peraturan keselamatan untuk menentukan sifat kemudahan menyala dan kemudahan terbakar dari suatu bahan bakar. Nilai *flash point* dapat digunakan untuk mengklasifikasi bahan sesuai dengan peraturan yang ada. Hasil pengujian *flash point* digunakan sebagai elemen dari asesmen resiko api (*fire risk*) dari sejumlah faktor asesmen bahaya api (*fire hazard*).

Titik Nyala biodiesel (min 100 °C) sehingga biodiesel berada dalam batas aman terhadap bahaya kebakaran selama penyimpanan, penanganan dan transportasi. Titik nyala berhubungan dengan keamanan dan keselamatan, terutama dalam pembakaran. Menurut Setiawati (2012) titik nyala mengindikasikan tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan untuk terbakar dari suatu bahan bakar. Volatilitas adalah kecenderungan suatu bahan untuk menguap (Lestari, 2010). Sifat volatilitas (distilasi) hidrokarbon mempunyai pengaruh yang penting untuk keselamatan dan unjuk kerja, khususnya untuk bahan bakar distilat dan solvent. Kisaran titik didih memberikan informasi terhadap komposisi, sifat-sifat dan perilaku bahan bakar minyak selama penyimpanan dan penggunaan. Volatilitas (kemudahan menguap) adalah faktor pokok yang menentukan kecenderungan campuran hidrokarbon untuk menghasilkan uap yang mudah meledak.

Titik nyala merupakan suhu terendah dimana bahan bakar apabila dipanaskan telah memberikan campuran uapnya yang cukup perbandingannya dengan udara, sehingga akan menyala sekejap jika dities api, kegunaannya bisa digunakan untuk mengetahui kemudahan menguap atau terbakar dari suatu bahan bakar serta merupakan indikasi adanya kontaminasi dengan produk atau bahan lain, merupakan sifat penting untuk keselamatan pada saat penyimpanan dan penanganan (*storage & hending*) bahan bakar (Suminta, 2006).

Titik nyala atau *Flash Point* juga dipengaruhi oleh temperatur, temperatur *Flash Point* adalah temperatur saat bahan bakar akan menghasilkan api jika dikenai sumber api. Namun demikian, kondisi tersebut hanya bertahan beberapa

saat saja, setelah timbul api, maka api akan mati dalam waktu yang tidak lama kemudian, hal ini dikarenakan kondisi tersebut belum cukup untuk membuat bahan bakar bereaksi menghasilkan api lagi (api yang kontinu). Oleh karena itu, ada yang disebut lagi dengan *temperatur fire point*, yaitu saat api akan hidup secara terus-menerus dari bahan bakar yang telah dikenai sumber api. Selama bahan bakar dan oksigen pada lingkungan tersebut tersedia, maka api akan terus menyala. Terakhir yaitu *temperatur auto ignition* yaitu kondisi temperatur saat bahan bakar akan menghasilkan api dengan sendirinya tanpa harus ada sumber api. Dalam temperatur ini, bahan bakar hanya membutuhkan oksigen untuk dapat menghasilkan api (Lestari, 2010).

Tabel 2.4 Standar Nasional Biodiesel (Soerawidjaja, 2006)

Parameter	Satuan	Nilai
Massa jenis pada 40 °C	Kg/m ³	840 – 890
Viskositas kinematik pd 40 °C	(cSt)	2,3 – 6,0
Kandungan Air (maks)	%-vol.	0,05
Titik nyala (min)	°C	100

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimen dan dilaksanakan pada Bulan November 2016-Januari 2017 di Laboratorium Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah corong pisah, penyaring 200 *mesh*, seperangkat alat refluks, oven, labu leher tiga, piknometer, desikator, *magnetic stirrer*, termometer 100 °C, neraca analitik, *hot plate*, seperangkat alat titrasi. Minyak hasil samping industri pengalengan ikan, Aseton 96% , NaOH (Merck), KOH (Merck), HCl 6 M, Etanol 96 % , Aquadest, Metanol (Merck), Zeolit alam, Indikator PP, pH universal, Alumunium foil.

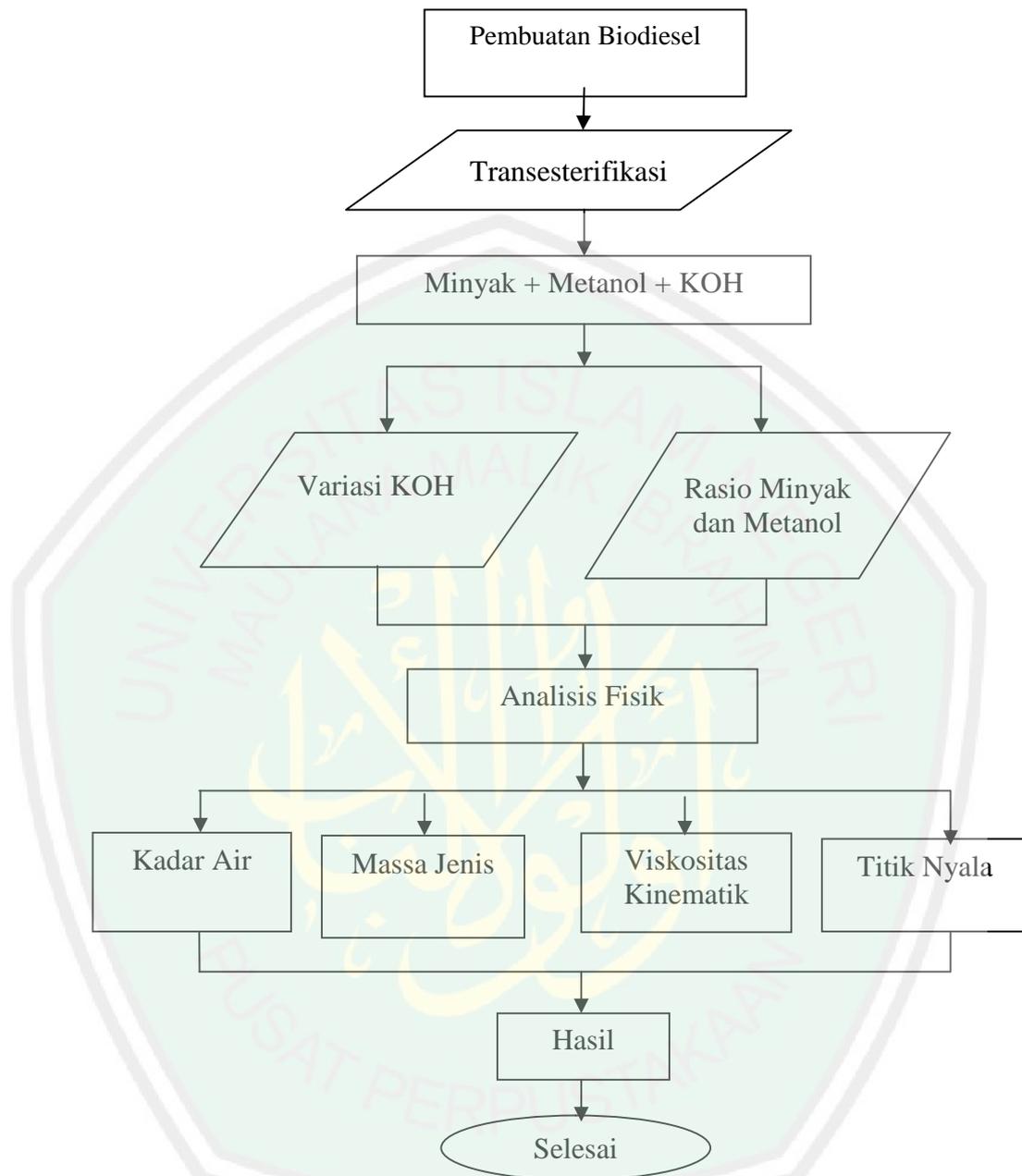
3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini untuk menganalisis kualitas fisik biodiesel menggunakan minyak yang diperoleh dari hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan melalui proses transesterifikasi menggunakan katalis KOH. Pembentukan metil ester atau biodiesel membutuhkan reaktan berupa trigliserida dari minyak serta metanol.

3.4 Desain Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen laboratorium, karena data yang diperlukan diambil langsung dari objek penelitian. Dalam penelitian ini sampel yang digunakan adalah minyak hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan melalui proses transesterifikasi pada suhu 60 °C selama 3 jam dengan dua perlakuan. Perlakuan pertama mereaksikan KOH 10 % dengan mol minyak ikan dan metanol (variasi 1:9, 1:12, 1:15). Perlakuan kedua mereaksikan KOH (variasi 5 %, 10 %, 15 %) dengan mol minyak dan metanol 1:12.





Gambar 3.1 Diagram Blok Penelitian.

3.5 Pembuatan Biodiesel Melalui Reaksi Transesterifikasi

Proses transesterifikasi dilakukan dalam labu leher tiga berkapasitas 500 mL dengan mencampurkan minyak ikan dan metanol dengan menggunakan KOH. Variasi perbandingan mol minyak ikan dan metanol yang digunakan yaitu 1:9, 1:12, dan 1:15. Penambahan katalis KOH sebanyak 10 % b/b dari total reaktan dengan KOH 1 M. Serta variasi KOH 5%, 10%, 15% dengan mol minyak ikan dan metanol 1:12. Proses transesterifikasi dilakukan selama 3 jam pada suhu 60 °C dan disertai pengadukan dengan kecepatan 300 rpm. Setelah proses selesai, selanjutnya campuran didiamkan dalam corong pisah selama 24 jam. Setelah terpisah, diambil lapisan atas (biodiesel) dan dimurnikan dengan aquades panas sebanyak 10 % dari volume minyak dan didiamkan dalam corong pisah. Setelah 1 jam, lapisan atas diambil dan ditambah 1 % b/b Na₂SO₄ anhidrat.

3.6 Analisis Fisik Biodiesel

3.6.1 Massa jenis

Ditimbang piknometer bersih (W_1). Piknometer diisi dengan sampel minyak, bagian luarnya dilap hingga kering dan ditimbang (W_2).

$$\rho = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

Keterangan:

ρ : densitas (g/mL)

W_2 : massa piknometer + sampel (g)

W_1 : massa piknometer (g)

3.6.2 Kadar Air

Cawan porselen di oven selama 15 menit, lalu dimasukkan ke dalam desikator. Sebanyak 5 gram minyak (W_1) dimasukkan ke dalam cawan porselen dan ditimbang (W_2), dipanaskan selama 4 jam pada suhu 110 °C. Cawan didinginkan dalam desikator dan ditimbang (W_3).

$$\% \text{ kadar air} = \frac{W_2 - W_3}{W_1} \times 100 \%$$

Keterangan:

W_1 : berat sampel (g)

W_2 : berat cawan + sampel minyak sebelum dipanaskan (g)

W_3 : berat cawan + sampel minyak setelah dipanaskan (g)

3.6.3 Viskositas Kinematik

Viscometer yang sudah bersih ditetesi minyak dengan pipet lalu dihisab minyak dengan menggunakan pushball sampai melewati 2 batas, disiapkan stopwatch, dikendurkan minyak sampai batas pertama lalu dihitung dan dicatat hasilnya.

3.6.4 Titik Nyala

Sebuah mold cleveland yang terbuat dari bahan anti karat diisi sampai penuh dengan minyak yang sudah dipanaskan, ditunggu sampai dingin, ditempatkan mold kedalam alat cleveland dipasang termometer tepat di atas permukaan benda uji secara vertikal, dihidupkan alat cleveland, diamati pada saat suhu benda uji mencapai ± 56 di bawah titik nyala perkiraan, dihidupkan handle api dan diputar

setiap waktu pada saat kenaikan suhu benda uji mencapai 2 °C, diulangi sampai benda uji mencapai nyala api, dan catat waktu serta suhu yang dicapai.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini difokuskan pada proses analisis fisik biodiesel dari minyak ikan hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan yang berada di kawasan Muncar Banyuwangi, menggunakan pendekatan eksperimen laboratorium, karena datanya di ambil langsung dari objek penelitian. Sampel yang digunakan adalah minyak hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan melalui proses transesterifikasi pada suhu $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam serta pengadukan 300 rpm dengan dua perlakuan. Perlakuan pertama mereaksikan KOH 10 % dengan minyak ikan dan variasi metanol (1:9, 1:12, 1:15). Perlakuan kedua mereaksikan minyak ikan dan metanol 1:12 dengan variasi KOH (5 %, 10 %, 15 %).

4.1 HASIL PENELITIAN

4.1.1 Pembuatan biodiesel

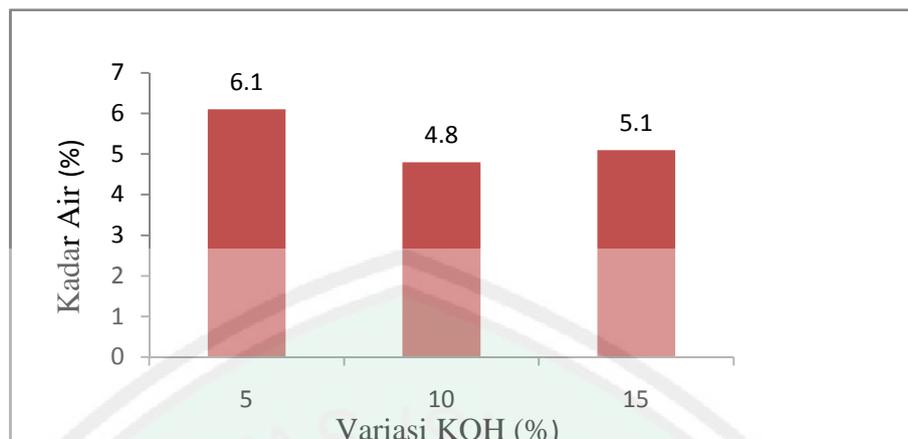
Pembuatan biodiesel melalui reaksi transesterifikasi dilakukan dengan mencampurkan minyak hasil pengolahan limbah ikan dan metanol dengan KOH. Perlakuan awal ini dilakukan dengan mencampurkan katalis KOH ditambahkan dengan metanol dalam sebuah *beaker*. Kemudian diaduk hingga terbentuk larutan yang homogen. Lalu ditambahkan dengan minyak ikan melalui corong pisah yang telah dirangkaikan dengan labu leher tiga, pada suhu $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam serta pengadukan 300 rpm . Langkah selanjutnya adalah memisahkan sisa metanol dan dietil ester dengan distilasi. Residu dari proses distilasi adalah berupa cairan 2 lapisan, lapisan atas adalah metil ester (biodisel) sedangkan lapisan bawah adalah gliserol. Kedua lapisan ini kemudian dipisahkan dengan dekantasi. Biodisel yang

terpisah kemudian dicuci dengan aquades. Pada tahap akhir dilakukan pemisahan air pencuci yang masih tertinggal dalam biodisel dengan cara memanaskan sampai suhu 120 °C. Percobaan dilakukan beberapa kali dengan memvariasi KOH dan rasio metanol. Variasi KOH yang digunakan adalah 5 %, 10 %, dan 15 %, sedangkan variasi rasio metanol adalah 1:9, 1:12 dan 1:15.

Karakteristik biodisel yang dihasilkan ditentukan dengan mengukur besaran-besaran fisik dengan metode berikut: Analisis massa jenis dilakukan menggunakan piknometer, analisis kadar air dilakukan dengan pemanasan pada suhu 120 °C untuk menguapkan air yang terdapat pada biodiesel. Analisis viskositas kinematik dilakukan menggunakan *code cube*. Titik nyala (*flash point*) *semi automatic flash point tester*, ASTM D-93.

Tabel 4.1 Pengaruh variasi KOH terhadap kadar air dengan konsentrasi minyak dan metanol 1:12

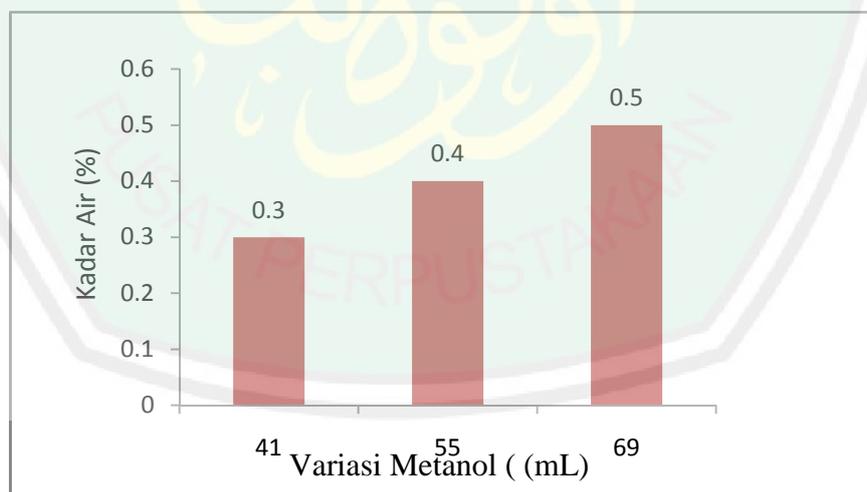
Minyak ikan (mL)	Metanol (mL)	Perbandingan Mol Minyak dan Metanol	KOH (%)	Kadar Air (%)
100	55.431	1:12	5	6.10
100	55.431	1:12	10	4.80
100	55.431	1:12	15	5.10



Gambar 4.1 Pengaruh variasi KOH terhadap kadar air

Tabel 4.2 Pengaruh variasi metanol terhadap kadar air dengan KOH 10 %

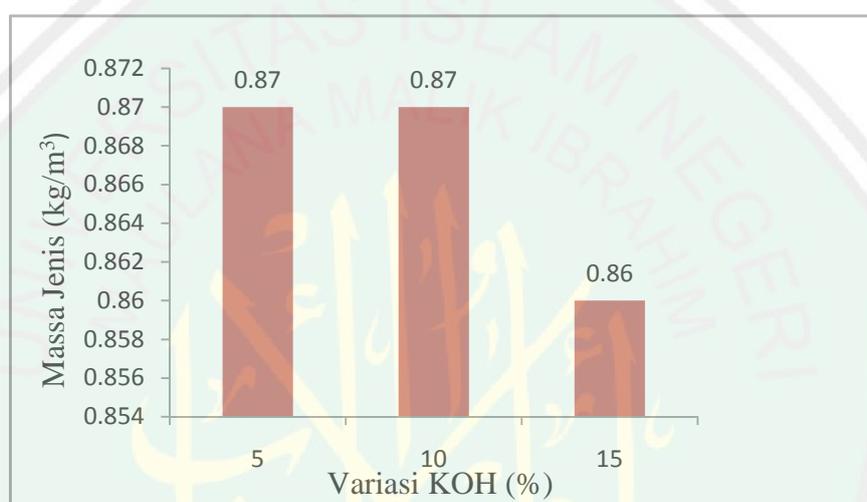
Minyak ikan (mL)	Metanol (mL)	Perbandingan Mol Minyak dan Metanol	KOH (%)	Kadar Air (%)
100	41.560	1:9	10	0.03
100	55.431	1:12	10	0.46
100	69.266	1:15	10	0.5



Gambar 4.2 Pengaruh variasi metanol terhadap kadar air

Tabel 4.3 Pengaruh variasi KOH terhadap massa jenis dengan konsentrasi minyak dan metanol 1:12

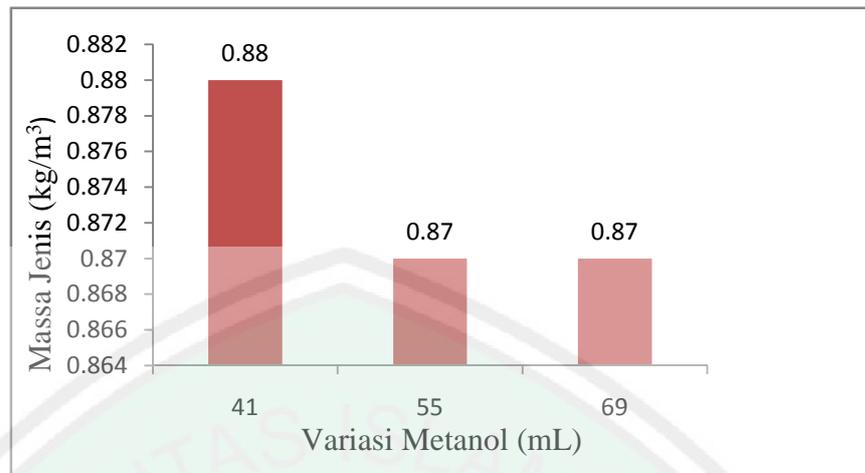
Minyak ikan (mL)	Metanol (mL)	Perbandingan Mol Minyak dan Metanol	KOH (%)	Massa jenis (kg/m ³)
100	55.431	1:12	5	0.87
100	55.431	1:12	10	0.87
100	55.431	1:12	15	0.86



Gamabr 4.3 pengaruh variasi KOH terhadap massa jenis

Tabel 4.4 Pengaruh variasi metanol terhadap massa jenis dengan KOH 10 %

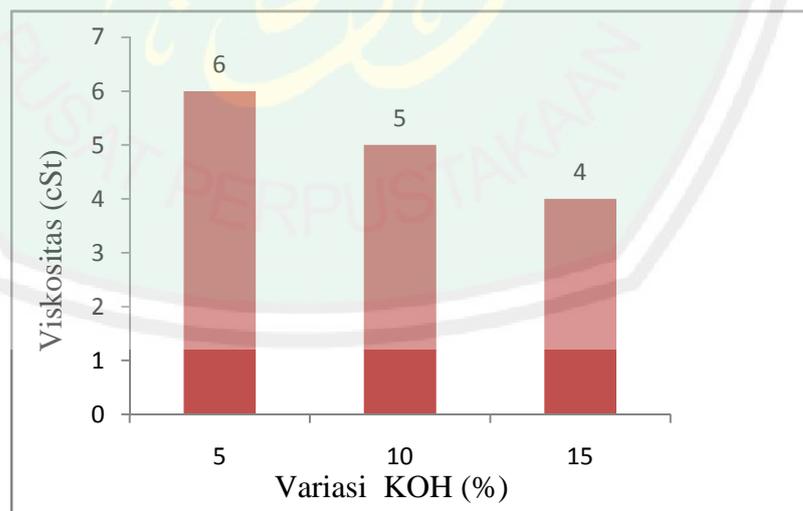
Minyak ikan (mL)	Metanol (mL)	Perbandingan Mol Minyak dan Metanol	KOH (%)	Massa jenis (kg/m ³)
100	41.560	1:9	10	0.88
100	55.431	1:12	10	0.87
100	69.266	1:15	10	0.87



Gambar 4.4 pengaruh variasi metanol terhadap massa jenis

Tabel 4.5 Pengaruh variasi KOH terhadap viskositas dengan konsentrasi minyak dan metanol 1:12

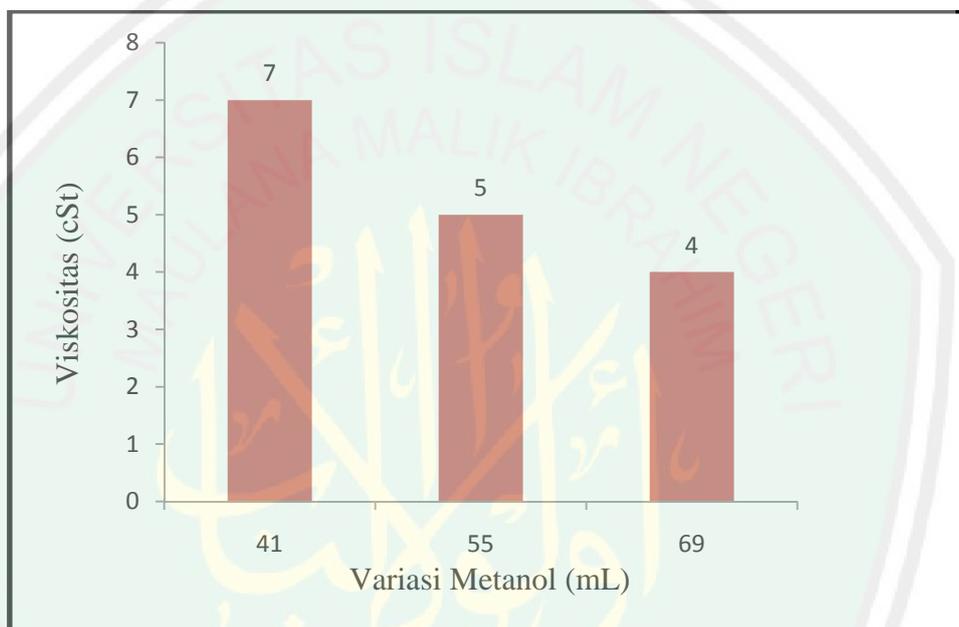
Minyak ikan (mL)	Metanol (mL)	Perbandingan Mol Minyak dan Metanol	KOH (%)	viskositas (cSt)
100	55.431	1:12	5	6
100	55.431	1:12	10	5
100	55.431	1:12	15	4



Gambar 4.5 Variasi KOH terhadap viskositas

Tabel 4.6 Pengaruh variasi metanol terhadap viskositas dengan KOH 10 %

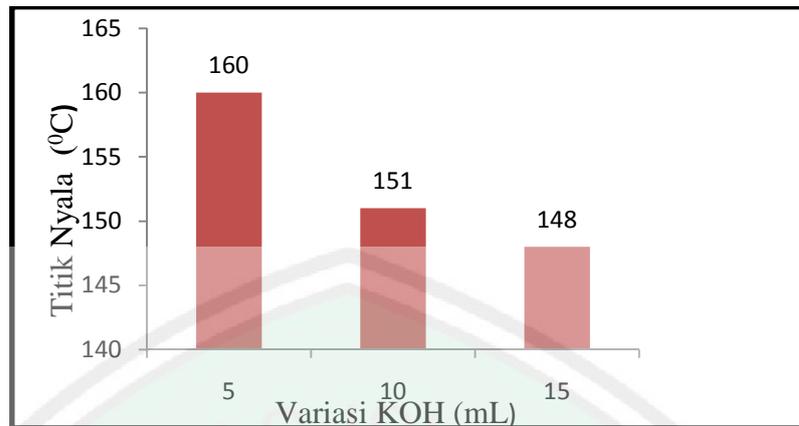
Minyak ikan (mL)	Metanol (mL)	Perbandingan Mol Minyak dan Metanol	KOH (%)	Viskositas (cSt)
100	41.560	1:9	10	7
100	55.431	1:12	10	5
100	69.266	1:15	10	4



Gambar 4.6 Variasi metanol terhadap terhadap viskositas

Tabel 4.7 Pengaruh variasi KOH terhadap titik nyala dengan konsentrasi minyak dan metanol 1:12

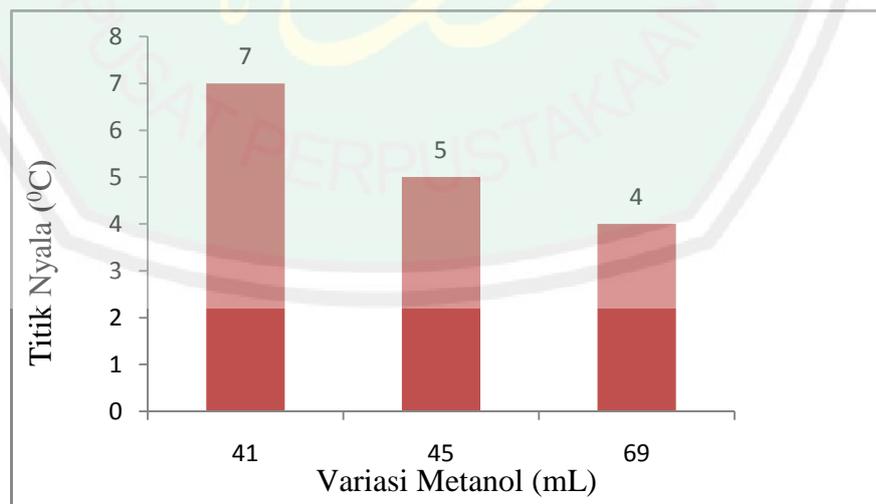
Minyak ikan (mL)	Metanol (mL)	Perbandingan Mol Minyak dan Metanol	KOH (%)	Titik nyala ($^{\circ}$ C)
100	55.431	1:12	5	161.6
100	55.431	1:12	10	152.6
100	55.431	1:12	15	140.6



Gambar 4.7 Pengaruh variasi KOH terhadap titik nyala

Tabel 4.8 Pengaruh variasi metanol terhadap titik nyala dengan KOH 10 %

Limbah Minyak ikan (mL)	Metanol (mL)	Perbandingan Mol Minyak dan Metanol	KOH (%)	Titik nyala (°C)
100	41.560	1:9	10	160.0
100	55.431	1:12	10	151.6
100	69.266	1:15	10	148.5



Gambar 4.8 Variasi metanol terhadap titik nyala

4.2 PEMBAHASAN

4.2.1 Perbandingan Variasi KOH dan Minyak dengan Variasi Metanol Terhadap Persentase Biodiesel

Persentase biodiesel mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi KOH. Hal ini berkaitan dengan jumlah ion metoksida yang terdapat dalam campuran minyak, metanol dan katalis. Saat penambahan KOH 5 % dimungkinkan semua katalis basa heterogen telah bereaksi dengan metanol sedangkan pada penambahan katalis 10 % dan 15 % masih terdapat sisa katalis yang tidak bereaksi dengan metanol. Inilah yang menyebabkan pada penambahan katalis 10 % dan 15 % terjadi penurunan persentase biodiesel. Persentase biodiesel mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya mol minyak dan variasi metanol, hal ini dikarenakan satu senyawa trigliserida bereaksi dengan tiga mol metanol pada perbandingan 1:12 dan 1:15 senyawa trigliserida telah habis bereaksi dengan metanol sehingga terjadi penurunan persentase biodiesel. Pada biodiesel juga terdapat pengotor seperti air dan gliserin, gliserin dan biodiesel membentuk dua lapisan yang tidak saling larut. Gliserin yang berada di lapisan bawah karena densitasnya lebih besar dari biodiesel. Pemurnian gliserin akan lebih sulit jika terbentuk sabun hasil reaksi asam lemak bebas dengan basa. Sedangkan air harus dihilangkan sebelum reaksi transesterifikasi. Pemisahan air ini dapat dilakukan dengan penguapan atau menggunakan absorber. Air menjadi sulit dipisahkan jika terdapat sabun hasil reaksi asam lemak bebas dengan basa.

Air akan berikatan dengan sabun dan gliserin sehingga pemisahannya menjadi sulit.

Secara stoikiometri, setiap 1 molekul trigliserida membutuhkan 3 mol alkohol untuk membentuk 3 senyawa alkil ester dan 1 senyawa gliserol. Menurut Handayani (2010), semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan, maka konversi yang diperoleh akan bertambah.

Mol minyak dan variasi metanol berpengaruh terhadap persen kadar air biodiesel. Kandungan metanol yang terlalu tinggi akan menyebabkan jumlah kadar air semakin meningkat. Penyebabnya, metanol yang digunakan adalah metanol teknis. Metanol tersebut masih mengandung air, keberadaan air ini akan menyebabkan reaksi bergeser ke arah kiri atau reaksi *reversible* yang menghasilkan produk samping berupa air (Prihandana, 2006). Serta berpengaruh pada massa jenis biodiesel, penggunaan variasi mol metanol menyebabkan terjadinya peningkatan konversi akibat meningkatnya laju reaksi dan bergesernya kesetimbangan reaksi, dengan semakin meningkatnya tingkat konversi trigliserida menjadi metil ester, maka massa jenis biodiesel akan semakin menurun karena massa jenis metil ester lebih rendah dari pada massa jenis trigliserida. Bila variasi minyak dengan metanol rendah maka nilai viskositas kinematik biodiesel tinggi, disebabkan karena metanol dapat melarutkan minyak sehingga dengan kelarutannya menurunkan kekentalan minyak dan mengaktifkan ikatan karbon dalam minyak yang menyebabkan turunnya titik didih biodiesel pada proses metanolisis yang mengakibatkan viskositas tinggi.

4.2.2 Analisis Fisik Biodiesel

a. Analisis Kadar Air Biodiesel

Analisis kadar air bertujuan untuk mengetahui besaran air yang terdapat pada metil ester (biodiesel) yang dihasilkan. Menurut SNI (2006), kadar air yang diperbolehkan untuk biodiesel maksimal 0.05. Analisis kadar air dilakukan dengan pemanasan pada suhu 120 °C untuk menguapkan air yang terdapat pada biodiesel, dengan dua perlakuan. Perlakuan pertama mereaksikan KOH 10 % dengan minyak ikan dan variasi metanol (1:9, 1:12, 1:15). Perlakuan kedua mereaksikan minyak ikan dan metanol 1:12 dengan variasi KOH (5 %, 10 %, 15 %).

Berdasarkan data di atas, Pengaruh variasi KOH terhadap persentase kadar air dengan konsentrasi minyak dan metanol 1:12 memenuhi SNI (2006). Jumlah katalis berpengaruh terhadap persentase kadar air biodiesel. Kadar air tertinggi diperoleh pada penggunaan KOH 5 % dengan persentase 6,10 %. Peningkatan kadar air biodiesel disebabkan adanya akumulasi air pada minyak sebelum proses transesterifikasi. Peningkatan kadar air ini dapat mendorong terjadinya proses hidrolisis antara trigliserida dan molekul air sehingga membentuk gliserol dan asam lemak bebas. Serupa dengan pendapat Prihandana dkk (2006). Bila kadar airnya di atas ketentuan akan menyebabkan reaksi yang terjadi pada konversi minyak tidak sempurna seperti terjadi reaksi penyabunan, sabun tersebut akan bereaksi dengan basa dan mengurangi efisiensi katalis.

Sedangkan pengaruh variasi metanol terhadap kadar air dengan KOH 10 % berpengaruh terhadap kadar air biodiesel, kadar air tertinggi pada variasi metanol 1:15. Kandungan metanol yang terlalu tinggi akan menyebabkan jumlah kadar air semakin meningkat. Selain itu metanol yang digunakan adalah metanol teknis. Metanol tersebut masih mengandung air, dimana keberadaan air ini akan menyebabkan reaksi bergeser ke kiri atau reaksi *reversible* yang menghasilkan produk samping berupa air (Prihandana, 2006).

b. Analisis Massa Jenis Biodiesel

Analisis massa jenis menunjukkan adanya pengotor dalam metil ester yang dihasilkan. Penggunaan variasi KOH tidak berpengaruh terhadap massa jenis biodiesel. Jenis katalis dan konsentrasi berlebih menyebabkan terjadinya reaksi penyabunan yang mengakibatkan nilai massa jenis bervariasi. Serupa dengan pendapat Peterson (2001), yang menyatakan bahwa penggunaan katalis basa yang berlebih akan menyebabkan reaksi penyabunan, sehingga bisa menjadi penyebab adanya zat pengotor seperti sabun kalium dan gliserol hasil reaksi penyabunan. Jika menggunakan katalis basa dengan konsentrasi kecil menyebabkan massa jenis biodiesel menjadi rendah.

Rasio minyak dengan metanol tidak berpengaruh dengan nilai massa jenis biodiesel. Penggunaan rasio mol metanol menyebabkan terjadinya peningkatan konversi akibat meningkatnya laju reaksi dan bergesernya kesetimbangan reaksi, dengan semakin meningkatnya tingkat

konversi trigliserida menjadi metil ester, maka massa jenis biodiesel akan semakin menurun karena massa jenis metil ester lebih rendah dari pada massa jenis trigliserida. Data di atas sesuai dengan syarat dan mutu biodiesel menurut SNI (2006) yang menyatakan bahwa massa jenis adalah $0,85-0,89 \text{ Kg/m}^3$.

c. Analisis Viskositas Kinematik Biodiesel

Berdasarkan SNI (2006) viskositas kinematik adalah 2,3-6 cSt. Jika harga viskositas terlalu tinggi maka akan besar kerugian gesekan di dalam pipa, kerja pompa akan berat, jika viskositas terlalu rendah berakibat pelumasan yang tipis, jika dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan keausan. Analisis viskositas kinematik dilakukan menggunakan *code cube*, dengan dua perlakuan. Perlakuan pertama mereaksikan minyak ikan dan metanol 1:12 dengan variasi KOH (5 %, 10 %, 15 %). Perlakuan kedua mereaksikan KOH 10 % dengan minyak ikan dan variasi metanol (1:9, 1:12, 1:15).

Berdasarkan data di atas variasi KOH berpengaruh terhadap viskositas kinematik biodiesel. Semakin tinggi variasi KOH maka nilai viskositas kinematik semakin kecil yang semakin baik untuk mesin karena tidak memberatkan beban pompa dan tidak menyebabkan pengkabutan, tetapi apabila terlalu encer akan menyulitkan penyebaran bahan bakar sehingga sulit terbakar dan menyebabkan kebocoran dalam pipa injeksi. Kandungan viskositas kinematik biodiesel sesuai dengan SNI (2006) .

Rasio minyak dengan metanol berpengaruh terhadap viskositas kinematik biodiesel, bila rasio minyak dengan metanol rendah maka nilai viskositas kinematik biodiesel tinggi, disebabkan karena metanol dapat melarutkan minyak sehingga dengan kelarutannya menurunkan kekentalan minyak dan mengaktifkan ikatan karbon dalam minyak yang menyebabkan turunnya titik didih biodiesel pada proses metanolisis yang mengakibatkan viskositas tinggi. Kandungan viskositas kinematik sesuai dengan syarat dan mutu biodiesel menurut SNI (2006) yang menyatakan bahwa viskositas kinematik adalah 2,3-6 cSt.

d. Analisis Titik Nyala Biodiesel

Analisis titik nyala biodiesel menurut SNI (min 100 °C) sehingga biodiesel berada dalam batas aman terhadap bahaya kebakaran selama penyimpanan, penanganan dan transportasi. Analisis titik nyala dilakukan menggunakan (*flash point*) *semi automatic flash point tester*, ASTM D-93, dengan dua perlakuan. Perlakuan pertama kedua mereaksikan KOH 10 % dengan minyak ikan dan variasi metanol (1:9, 1:12, 1:15). Perlakuan kedua mereaksikan minyak ikan dan metanol 1:12 dengan variasi KOH (5 %, 10 %, 15 %).

Berdasarkan data di atas variasi KOH berpengaruh terhadap titik nyala biodiesel, titik nyala terendah pada variasi KOH 15 %, hal ini serupa dengan pendapat Prihandana dkk (2006) yang menyatakan bahwa semakin besar katalis yang diberikan maka titik nyalanya cenderung kecil sehingga biodiesel lebih mudah terbakar dan perambatan api lebih cepat.

Nilai titik nyala pada biodiesel sesuai dengan syarat dan mutu biodiesel menurut SNI (2006).

Rasio minyak dengan metanol berpengaruh terhadap titik nyala biodiesel, titik nyala biodiesel tertinggi pada saat rasio minyak dan metanol 1:15 hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio minyak dengan metanol maka semakin tinggi nilai titik nyala yang diperoleh.

4.2.3 Kajian Hasil Penelitian dalam Al-Qur'an

Penelitian tentang analisis fisik biodiesel berbahan baku minyak hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan, memanfaatkan minyak limbah ikan yang mencemari lingkungan dan sudah tidak digunakan. Didalam Alqur'an terdapat ayat yang menyatakan bahwa sesuatu yang diciptakan oleh Allah tidak ada yang sia-sia, seperti dalam surat Al-Imran ayat 191:

رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

"Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka" (QS. Al-Imran :191).

Ayat di atas menunjukkan bahwa segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah tidak ada yang sia-sia, artinya bahwa sekalipun limbah hasil pengolahan industri, masih memiliki manfaat. Manusia dapat melakukan pelestarian lingkungan dengan mengembangkan hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan menjadi sumber energi alternatif yang bermanfaat bagi kehidupan umat. Selain itu pemanfaatan dapat mencegah kemubadziran, dalam islam, mubadzir atau tidak memanfaatkan sesuatu dengan sebaik-baiknya termasuk golongan yang dibenci oleh Allah SWT. Perbuatan yang dilarang oleh Allah SWT berarti sesuatu yang

tidak baik dan tidak memiliki manfaat, baik untuk diri sendiri ataupun orang lain.

إِنَّ الْمُبَدِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيْطَانِ ط ۖ وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا

“Janganlah kamu menghambur-hamburkan (hartamu) secara boros. Sesungguhnya orang-orang yang pemboros itu adalah saudara-saudara setan dan setan itu sangat ingkar kepada Tuhannya” (Qs. Al-Isra: 27).

Ayat di atas menjelaskan bahwa orang yang melakukan pemborosan, Menyia-nyiakan dan tidak memanfaatkan dengan baik sesuatu termasuk golongan setan. Para pelaku perbuatan mubadzir itu sama saja dengan bersekutu dengan setan, yaitu orang-orang yang ingkar dengan Allah SWT. Karena sesungguhnya orang-orang ingkar dibenci dan dijahui oleh Allah SWT. Dengan demikian diharapkan pemanfaatan limbah minyak hasil pengolahan industri pengalengan ikan bisa mencegah terjadinya pemborosan dan pencemaran lingkungan.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Rasio minyak dengan variasi metanol sangat berpengaruh terhadap nilai rendemen biodiesel. Serta berpengaruh terhadap sifat fisik biodiesel seperti pada kadar air, viskositas kinematik dan titik nyala. Tetapi tidak begitu berpengaruh terhadap massa jenis biodiesel. Nilai % kadar air pada rasio minyak dan metanol 1:9, 1:12, 1:15 berturut-turut adalah 0,03 %, 0,4 % , 0,5 %. Nilai massa jenis biodiesel 0,88 g/mL, 0,87 g/mL, 0,87 g/mL. Nilai viskositas kinematik 7 cSt, 5 cSt, 4 cSt. Nilai titik nyala biodiesel adalah 148,5 °C, 151,6 °C, 160,0 °C. KOH dengan minyak dan metanol serta interaksinya sangat berpengaruh terhadap nilai rendemen biodiesel. Serta berpengaruh terhadap sifat fisik biodiesel seperti pada kadar air, viskositas kinematik dan titik nyala. Tetapi tidak begitu berpengaruh terhadap massa jenis biodiesel. Nilai % kadar air pada variasi KOH 5 %, 10 %, 15 % adalah 6,10 %, 4,80 %, 5,10 %. Nilai massa jenis 0,87 kg/m³, 0,87 kg/m³ dan 0,86 kg/m³. Nilai viskositas kinematik biodiesel sebesar 6 cSt, 5 cSt dan 4 cSt. Nilai titik nyala 161,6 °C, 152,6 °C dan 140,6 °C.

2. Saran

Untuk memproduksi biodiesel dengan kualitas yang maksimum dan optimum disarankan untuk menggunakan katalis dengan variasi 5% dan rasio minyak dengan metanol 1 : 9



DAFTAR PUSTAKA

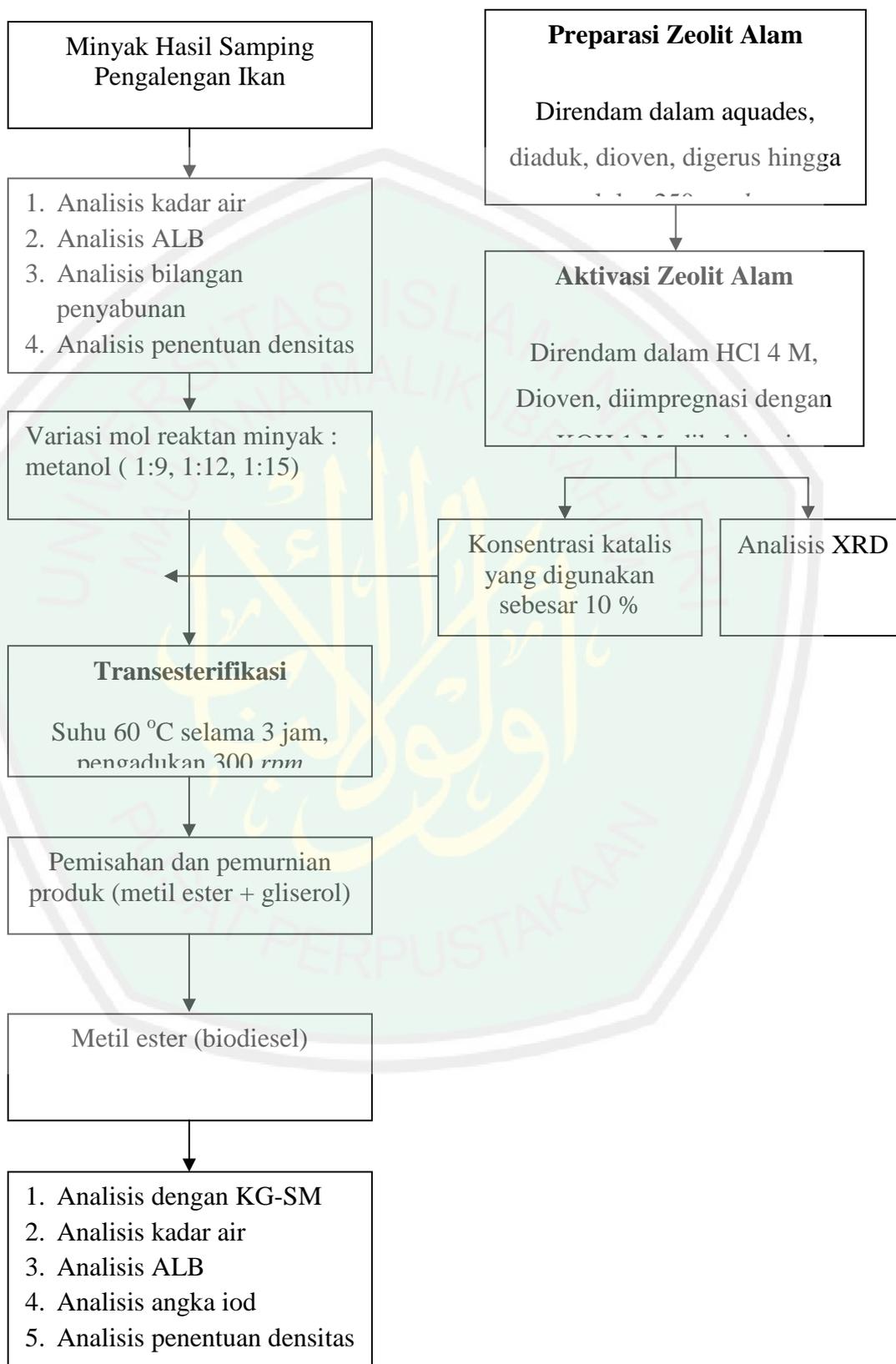
- Akhairuddin, 2006. *Pembuatan Biodiesel dengan Zeolit Alam*. Skripsi. Semarang: Universitas Sebelas Maret.
- Arifin dan Latifa, 2015. *Uji Karakteristik Biodiesel yang dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas menggunakan Katalis Zeolit Alam (H-Zeolit) dan KOH*. *Valensi*, 2(5): 541-547.
- Atadashi dan Aurora. 2011. *Pembuatan Biodiesel dari Sawit Off Grade Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi sebagai Katalis pada Tahap Transesterifikasi*. *JOM FTEKNIK*. Vol 2(1) : 1-10.
- Aziz, I., Siti N., dan Arif R. 2012. *Uji Karakteristik Biodiesel yang dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas menggunakan Katalis Zeolit Alam (H-Zeolit) dan KOH*. *Valensi*, 2(5): 541-547.
- Buchori, dkk., 2015. *Karakterisasi Dan Penentuan Komposisi Asam Lemak dari Hasil Pemurnian Limbah Pengalengan Ikan dengan Variasi Alkali pada Proses Netralisasi*. Skripsi. Jember: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Budianto, M.H. 2008. *Review Minyak Hasil Samping Pengalengan Ikan*. Tesis. Bogor: Program Studi Magister Ilmu Pangan Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Demirbas, D.S. 2008. *Penggunaan Zeolit Alam yang Telah Diaktivasi dengan Larutan HCl untuk Menyerap Logam-logam Penyebab Kسادahan Air*. Skripsi. Semarang: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Univeritas Negeri Semarang.
- Dewi, N. 2013. *Uji Karakteristik Biodiesel yang dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas menggunakan Katalis KOH*. *Valensi*, 2(5): 540-548.
- Erliza, dkk., 2007. *Preparasi, modifikasi dan karaterisasi katalis Ni-Mo/Zeolit alam dan Mo-Ni/Zeolit Alam*. *Jurnal Teknoin*. 10(4): 269-283.
- Fatimah, Z. 2013. *Pembuatan Biodiesel dari Zeolit Alam Teraktivasi sebagai Katalis pada Tahap Transesterifikasi*. *JOM FTEKNIK*. Vol 2(1) : 1-6.
- Fatmawati dan Shakti. 2013. *Zeolit Alam sebagai Katalis Murah dalam Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit*. Skripsi Malang: Universitas Negeri Malang.

- Gerpen. 2004. *Activity and Basic Properties Of KOH/mordenite for Transesterification of Palm Oil*. *Journal of Energy Chemistry*. 22(5) : 6-7
- Granados et al., 2007. *Proses Produksi Biodiesel Berbasis Biji Karet*. *Jurnal Rekayasa Proses*. Vol (2) : 40-43
- Hidayat. 2012. *Karakterisasi Dan Penentuan Komposisi Asam Lemak dari Hasil Pemurnian Limbah Pengalengan Ikan dengan Variasi Alkali pada Proses Netralisasi*. Skripsi. Jember: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Hajamini, Z., Sobati, M.A., dan Shahhosseini, S. 2016. *Waste Fish Oil (WFO) Esterification Catalyzed by Sulfonated Activated Carbon Under Ultrasound Irradiation*. *Applied Thermal Engineering*. 94 : 1-10
- Hikamah. 2012. *Zeolit Alam sebagai Katalis Murah dalam Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dan minyak bekas*. Skripsi. Jember: Universitas Negeri Jember.
- Handayani, S.P. 2010. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Ikan dengan Radiasi Gelombang Mikro*. Skripsi. Semarang: Universitas Sebelas Maret.
- Haryanto, A. 2000. *Pembuatan Biodiesel*. Skripsi. Semarang: Universitas Sebelas Maret.
- Hayyan et al., 2011. *Uji Karakteristik Biodiesel yang dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas menggunakan Katalis Zeolit Alam (H-Zeolit) dan KOH*. *Valensi*, 2(5): 541-547
- Internasional biodiesel, 2001. *Badan Standarisasi Nasional*. SNI-04-7182-2006. *Baku Mutu Biodiesel*. Jakarta: BSN.
- Internasional biodiesel, 2006. *Badan Standarisasi Nasional*. SNI-04-7182-2006. *Baku Mutu Biodiesel*. Jakarta: BSN.
- Intarapong, dkk., 2013. *Proses Produksi Biodiesel Berbasis Biji Karet*. *Jurnal Rekayasa Proses*. Vol (2) : 40-43.
- Ismail, Y. S. 2005. *Mengenal Biodiesel: Karakteristik, Produksi, hingga Performansi Mesin*. Skripsi. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Ketaren. 1986. *Pembuatan Biodiesel dari Sawit dan KOH sebagai Katalis pada Tahap Transesterifikasi*. Vol 1(2) : 1-10

- Khirzin, M. 2014. *Review Minyak Hasil Samping Pengalengan Ikan*. Tesis. Bogor: Program Studi Magister Ilmu Pangan Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Kusuma, R., I., Hadinoto, J.P., Ayucitra, A., dan Ismadji, S. 2011. *Pemanfaatan Zeolit Alam sebagai Katalis Murah dalam Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit*. Jurusan Teknik Kimia.
- Lestari, S., Y. 2010. *Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara*. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010. ISBN:978
- Ma, f. 1999. *Sawit Off Grade sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Biodiesel Melalui Proses Dua Tahap Menggunakan Katalis Zeolit Alam yang Termodifikasi*. JOM FTEKNIK. Vol 2(2) : 1-9
- Mc, ketta. 1978. *Minyak Hasil Samping Pengalengan Ikan*. Skripsi. Bogor: Program Studi Ilmu Pangan Sekolah Institut Pertanian Bogor.
- Naluri, A., Rionaldo, H., dan Helwani, Z. 2015. *Sawit Off Grade sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Biodiesel Melalui Proses Dua Tahap Menggunakan Katalis Zeolit Alam yang Termodifikasi*. JOM FTEKNIK. Vol 2(2) : 1-9.
- Ningtyas, dkk,. 2013. *Review Minyak Hasil Samping Pengalengan Ikan*. Tesis. Bogor: Program Studi Magister Ilmu Pangan Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Peterson, E. 2001. *Proses Produksi Biodiesel Berbasis Biji Karet*. Jurnal Rekayasa Proses. Vol (2) : 40-43
- Prasetyo, W. 2012. *Zeolit Alam sebagai Katalis Murah dalam Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit*. Skripsi. Malang: Universitas Islam Malang.
- Prawito. 2016. *Kajian biodiesel dari Berbagai Negara*. *Cement and Concrete Research*.
- Primbodo, S. 2011. *Pemanfaatan Zeolit Alam sebagai Katalis Murah dalam Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit*. Skripsi. Bogor: Program Studi Ilmu Pangan Sekolah Institut Pertanian Bogor.
- Prihandana, N. D. 2006. *Pengaruh konsentrasi NaOH pada Proses Netralisasi Minyak Ikan Hasil Samping Industri Pengalengan Ikan Terhadap Asam Lemak Bebas (Free Fatty Acid) dan Komposisi Asam-asam Lemak Tak Jenuh*. Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Malang.

- Qurthubi. 2009. *Tafsir*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Samart et al, 2010. *Pembuatan Biodiesel*. Skripsi. Semarang: Universitas Sebelas Maret.
- Sanchez, M., Marchetti, J.M., El Boulifi, N., Aracil, J., dan Martínez, M. 2015. *Kinetics of Jojoba oil methanolysis using a waste from fish industry as catalyst*. *Chemical Engineering Journal*. Vol 262 :640-647
- Setiawati, E., dan Edward, F. 2012. *Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel*. 2012. *Jurnal Riset Industri*. Vol.VI (2): 117-127
- Setiyono dan yudo. 2008. *Karakterisasi Dan Penentuan Komposisi Asam Lemak dari Hasil Pemurnian Limbah Pengalengan Ikan dengan Variasi Alkali pada Proses Netralisasi*. Skripsi. Jember: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Soerawidjaja. 2006. *Badan Standarisasi Nasional. SNI-04-7182-2006. Baku Mutu Biodiesel*. Jakarta: BSN.
- Suminta, 2006. *Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Limbah Ikan*. Skripsi. Jember: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Utomo, A. S. 2011. *Preparasi NaOH/zeolit sebagai Katalis Heterogen untuk Sintesis Biodiesel dari Minyak Goreng secara Transesterifikasi*. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.
- Widyastuti. 2007. *Sawit Off Grade sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Biodiesel Melalui Proses Dua Tahap Menggunakan Katalis Zeolit Alam yang Termodifikasi*. *JOM FTEKNIK*. Vol 2(2) : 1-9.
- Zabeti, M. 2009. *Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel*. 2012. *Jurnal Riset Industri*. Vol.VI (2): 117-127.
- Zuhdi. 2002. *Preparasi, modifikasi dan karaterisasi katalis Ni-Mo/Zeolit alam dan Mo-Ni/Zeolit Alam*. *Jurnal Teknoin*. 10(4): 269-283.
- Zulfadli, R., Helwani, Z. dan Bahri, S. 2015. *Pembuatan Biodiesel dari Sawit Off Grade Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi sebagai Katalis pada Tahap Transesterifikasi*. *JOM FTEKNIK*. Vol 2(1) : 1-10.

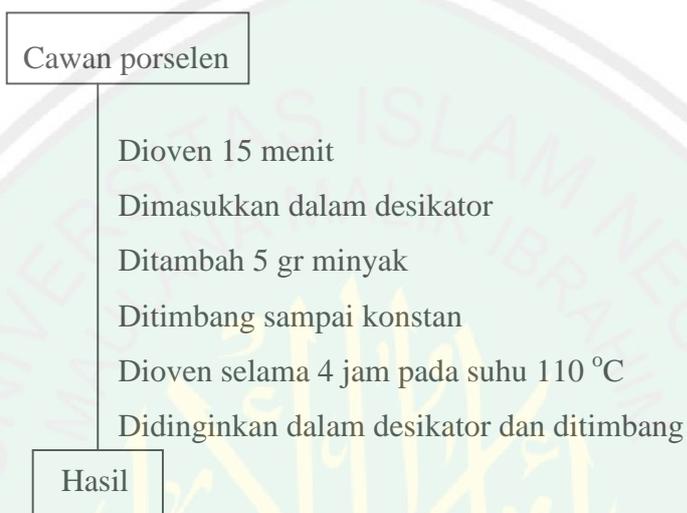
Lampiran 1. Diagram Kerja Penelitian



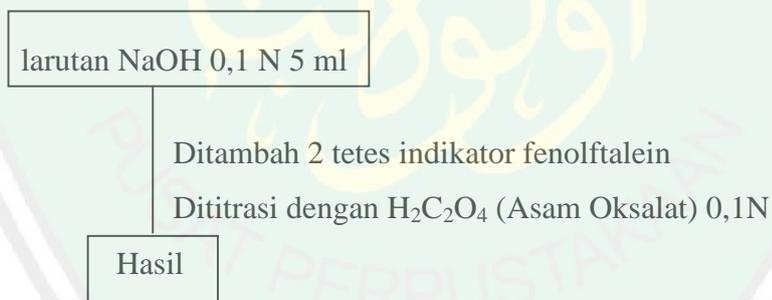
Lampiran 2

DIAGRAM ALIR

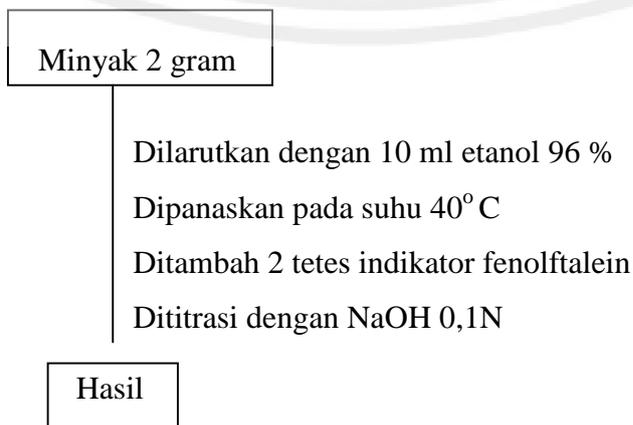
1. Uji Kadar Air



2. Pembakuan NaOH 0,1 N



3. Uji asam lemak bebas



4. Penentuan bilangan penyabunan

2 gram minyak

Dimasukkan ke dalam *Erlenmeyer* 250 mL
Ditambahkan KOH-alkohol 0,5 N sebanyak 25 mL.
Dipanasan hingga lemak tersaponifikasi (30 menit).
Didinginkan dan dititrasi dengan 0,5 N HCl menggunakan
0,5-1 mL indikator fenolftalein

Hasil

5. Pembakuan Natrium tiosulfat

0,05-0,1 gram KIO_3

Dikeringkan dalam oven
Dimasukkan dalam *Erlenmeyer* 250 mL dengan akuades 50 mL
Ditambahkan 10 mL Kalium iodida 20 %
Ditambahkan 2,5 mL HCl 4 N
Dititrasi dengan natrium tiosulfat 0,1 N sampai larutan berwarna kuning
Ditambahkan 2-3 mL indikator amilum 1% ali sampai warna biru hilang

Hasil

6. Penentuan bilangan iod

0,25 gram minyak

Dimasukkan ke dalam *Erlenmeyer* tertutup
Ditambahkan sebanyak 15 mL kloroform
Ditambahkan juga sebanyak 25 mL reagen Hanus
Dibiarkan di tempat gelap selama 30 menit
Ditambahkan 10 mL larutan KI 15 %
Dikocok sampai homogen
Ditambahkan 100 mL akuades
Dititrasi dengan larutan standar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N sampai warna kuning hamper hilang
Ditambahkan 2 tetes indikator amilum sebelum titik akhir titrasi
Dititrasi kembali dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N

Hasil

7. Penentuan densitas

Piknometer

Dibilas dengan *aquades*
Dibilas dengan aseton
Dikeringkan dengan *hairdryer*
Ditimbang
Ditambah minyak
Dilap bagian luar piknometer hingga kering
Ditimbang hingga konstan

Hasil

8. Preparasi Zeolit

Zeolit alam 100 gram

Direndam dalam 200 mL *aquades*
Diaduk dengan pengaduk magnet 24 jam pada suhu kamar
Disaring
Dikeringkan dalam oven
Digerus sampai halus hingga lolos dalam penyaringan 250 *mesh*

Hasil

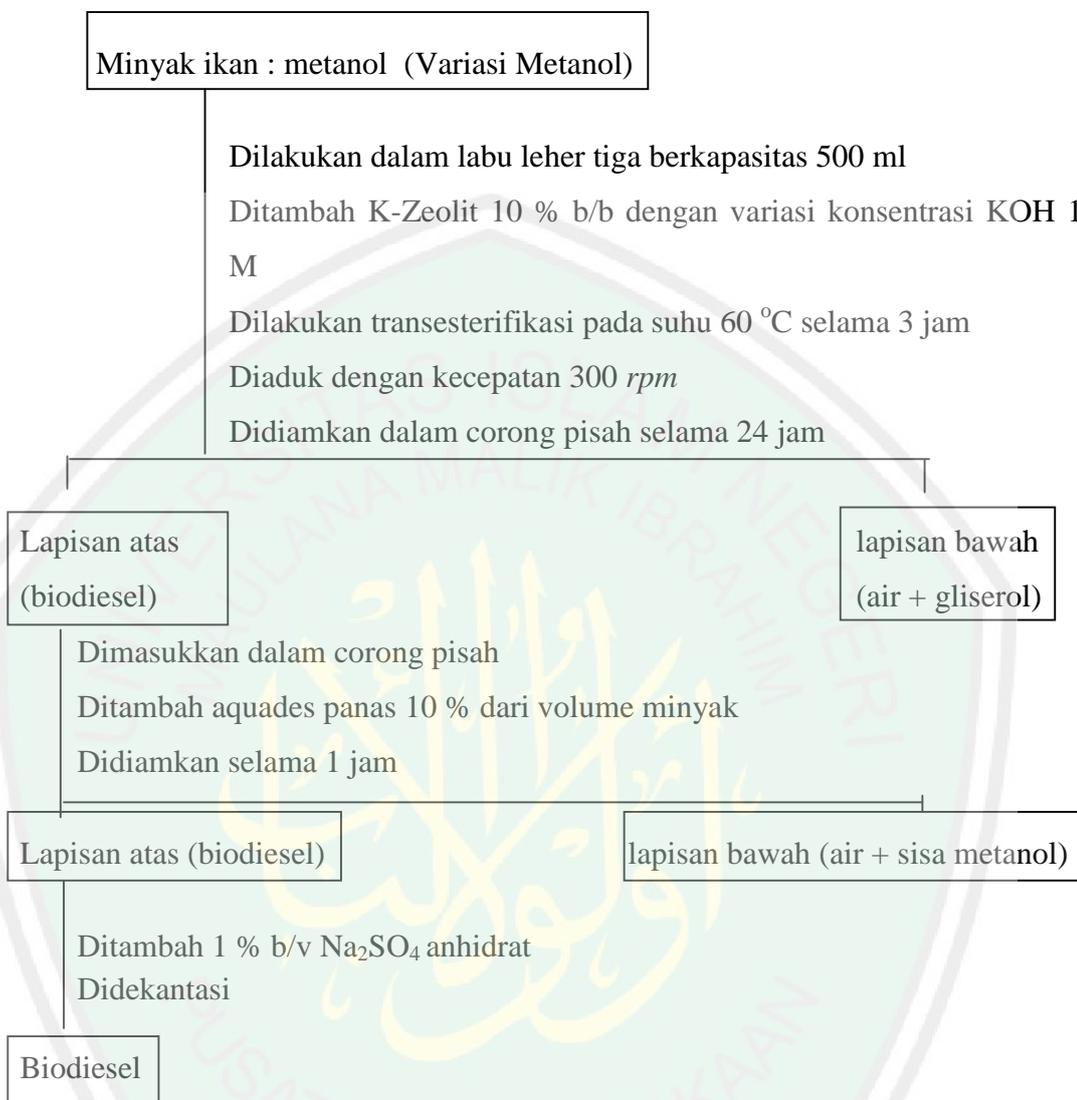
9. Aktivasi Zeolit Alam

Zeolit alam 80 gram

Digerus hingga lolos dalam penyaring 100 *mesh*
Direndam dalam larutan HCl 0,5 M selama 60 menit sambil diaduk
Dicuci dengan *aquades* hingga pH netral
Dikeringkan dalam oven selama 6 jam pada suhu 150 °C
Direndam dalam larutan KOH 1 M dan dibiarkan selama 3 hari
Dipisahkan zeolit dari larutan KOH
Dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada suhu 120 °C , setelah 24 jam
Dikalsinasi pada suhu 450 °C selama 4 jam
Dikarakterisasi dengan XRD

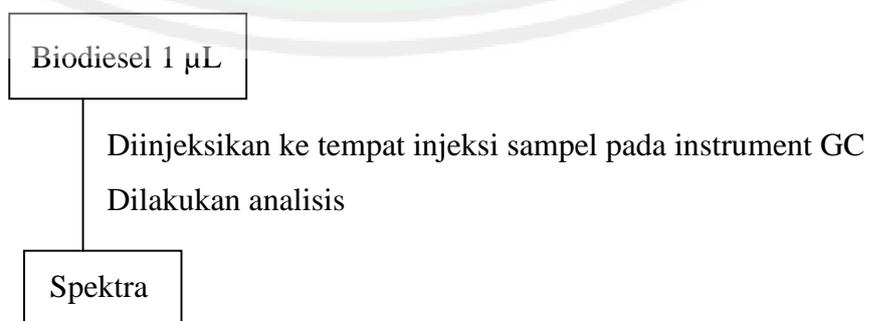
Hasil

10. Pembuatan biodiesel melalui reaksi transesterifikasi

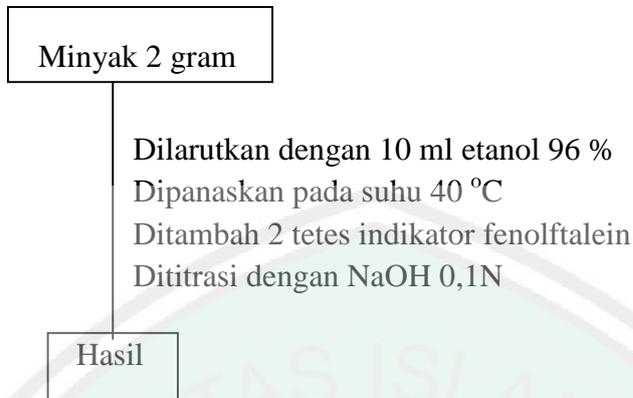


11. Analisis biodiesel

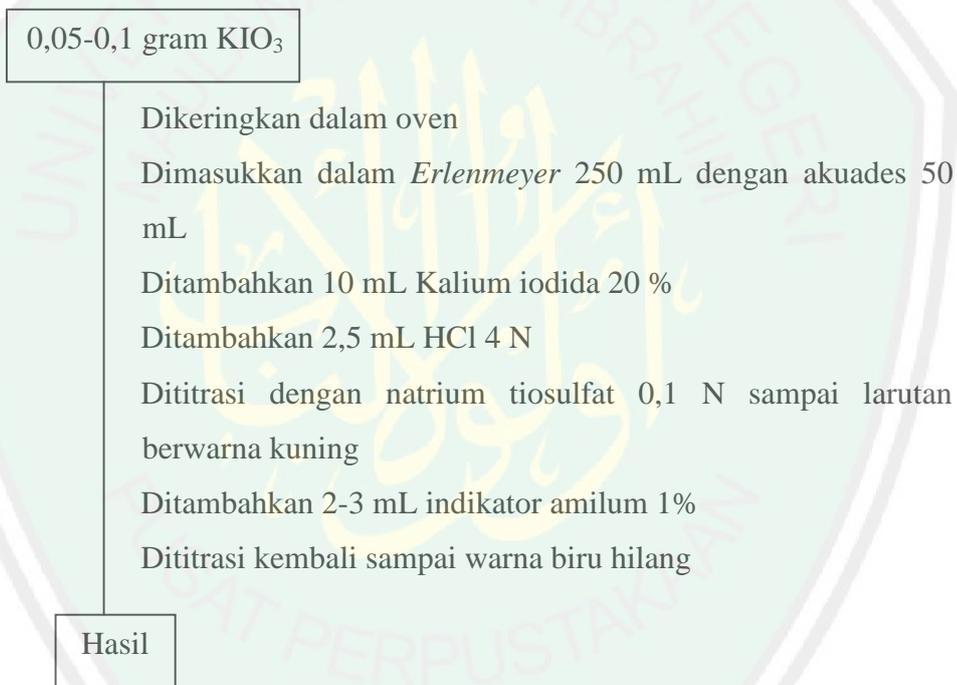
a. Analisa dengan GC-MS



b. Uji asam lemak bebas



c. Pembakuan Natrium tiosulfat



d. Penentuan bilangan iod

0,25 gram minyak

Dimasukkan ke dalam *Erlenmeyer* tertutup
Ditambahkan sebanyak 15 mL kloroform
Ditambahkan juga sebanyak 25 mL reagen Hanus
Dibiarkan di tempat gelap selama 30 menit
Ditambahkan 10 mL larutan KI 15 %
Dikocok sampai homogen
Ditambahkan 100 mL akuades
Dititrasi dengan larutan standar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N sampai warna kuning hamper hilang
Ditambahkan 2 tetes indikator amilum sebelum titik akhir titrasi
Dititrasi kembali dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N

Hasil

e. Penentuan densitas

Piknometer

Dibersihkan dengan *aquadest*
Dibersihkan dengan aseton
Dikeringkan dengan *hairdryer*
Ditimbang
Diisi dengan sampel
Dilap bagian luarnya hingga kering
Ditimbang

Hasil

Lampiran 3. Pembuatan Larutan

1. Pembuatan NaOH 0,1 N

$$N N = M N \times a$$

$$N N = \frac{m}{V} \frac{1}{m N} \times a$$

$$0,1 N = \frac{m}{0,1 L} \frac{1}{40 g / m} \times 1$$

$$m N = 0,4 g$$

Cara pembuatan:

Ditimbang 0,4 gram NaOH dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 100 mL, lalu ditambah aquades secukupnya dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL. Ditambah aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

2. Pembuatan H₂C₂O₄ 0,1 N

$$N H_2C_2O_4 = M H_2C_2O_4 \times a$$

$$N H_2C_2O_4 = \frac{m}{V} \frac{1}{m H_2C_2O_4} \times a$$

$$0,1 N = \frac{m}{0,1 L} \frac{1}{126 g / m} \times 2$$

$$m N = 0,63 g$$

Cara pembuatan:

Ditimbang 0,63 gram H₂C₂O₄ dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 100 mL, lalu ditambah aquades secukupnya dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya

dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL. Ditambah aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

3. Pembuatan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N

$$N \text{ Natrium tiosulfat} = \frac{m}{B} \times \frac{1000}{1000 m}$$

$$0,1 N = \frac{M}{126 \frac{g}{m}} \times 1/m$$

$$m \text{ Natrium tiosulfat} = 12,6 g$$

Cara pembuatan :

Ditimbang 12,6 gram Natrium tiosulfat dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 100 mL selanjutnya ditambahkan akuades hingga homogen dan dimasukkan ke dalam labu takar 1000 mL, ditandabatkan.

4. Pembuatan KOH 1 M

$$M K = \frac{m /m K}{V}$$

$$1 M = \frac{m /56 g /m}{0,25 L}$$

$$m K = 14 g$$

Cara pembuatan:

Ditimbang 14 gram KOH dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 100 mL, lalu ditambah aquades secukupnya dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL. Ditambah aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

5. Pembuatan AgNO_3 0,1 M

$$M A_3 = \frac{m /m K}{V}$$
$$0,1 M = \frac{m /169,8 \text{ g /m}}{0,025 L}$$

$$m A_3 = 0,42 \text{ g}$$

Cara pembuatan:

Ditimbang 0,42 gram AgNO_3 dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 50 mL, lalu ditambah aquades secukupnya dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya dimasukkan kedalam labu ukur 25 mL. Ditambah aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

6. Pembuatan HCl 0,5 M

$$M H = \frac{\rho \times 10 \times \%}{M}$$
$$= \frac{1,19 \text{ g /m} \times 10 \times 37}{36,5}$$

$$M H = 12,06 M$$

$$M_1 \times V_1 H = M_2 \times V_2 H$$

$$12,06 M \times V_1 = 0,5 M \times 250 m$$

$$V_1 H = 10,4 m$$

Cara pembuatan:

Dipipet 10,4 mL HCl dan dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL. Ditambah aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

7. Pembuatan KI 15 % (w/v)

$$15 \% = \frac{15 \text{ gram}}{100 \text{ mL}}$$

Cara pembuatan :

Ditimbang 15 gram Kalium iodida p.a dan larutkan dalam 100 mL akuades.

8. Indikator Amilum 1% (w/v)

$$1 \% = \frac{1 \text{ gram}}{100 \text{ mL}}$$

Cara pembuatan :

Ditimbang 1 gram amilum p.a dan larutkan dalam 100 mL akuades selanjutnya dididihkan selama 3 menit.

9. KOH-alkohol 0,5 N

$$N \text{ KOH} = \frac{m}{V} \cdot \frac{1}{56 \frac{g}{m}} \cdot x \alpha$$
$$0,5 = \frac{m}{0,25 \text{ L}} \cdot \frac{1}{56 \frac{g}{m}} \cdot x 1$$
$$m \text{ KOH} = 7 \text{ g}$$

Cara pembuatan :

Ditimbang KOH sebanyak 7 gram dimasukkan ke dalam *beaker glass* 100 mL, ditambahkan sedikit akuades selanjutnya dimasukkan ke dalam labu takar 250 mL dan ditandabatkan dengan etanol 95 % sampai 250 mL.

Lampiran 4. Perhitungan

1. Jumlah reaktan yang digunakan

BM minyak ikan = asam oleat + asam palmitat + asam miristat

$$= 296 \text{ gr/mol} + 270 \text{ gr/mol} + 242 \text{ gr/mol}$$

$$= 808 \text{ gr/mol}$$

$$\text{minyak ikan} = 0,924 \text{ gr/mL}$$

$$\text{BM methanol} = 32 \text{ gr/mol}$$

$$\text{metanol} = 0,790 \text{ gr/mL}$$

$$\text{) Volume minyak} = 100 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} \text{) massa minyak} &= \text{ } \times \text{ volume} \\ \text{massa minyak} &= 0,924 \frac{\text{gr}}{\text{mL}} \times 100 \text{ gr} \\ \text{massa minyak} &= 92,400 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{) mol minyak} &= \text{massa minyak} / \text{BM minyak} \\ \text{mol minyak} &= \frac{92,400 \text{ gr}}{808 \text{ gr/mol}} \\ \text{mol minyak} &= 0,114 \text{ mol} \end{aligned}$$

Variasi Penambahan Metanol

$$\begin{aligned} \text{) mol metanol} &= \frac{9}{1} \times \text{mol minyak} \\ \text{mol metanol} &= \frac{9}{1} \times 0,114 \text{ mol} \\ \text{mol metanol} &= 1,026 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{) massa metanol} &= \text{BM} \times \text{mol} \\ \text{massa metanol} &= 32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 1,026 \text{ mol} \\ \text{massa metanol} &= 32,832 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{) volume metanol} &= \text{massa} / \\ \text{volume metanol} &= \frac{32,832 \text{ gram}}{0,790 \text{ gr/mL}} \\ \text{volume metanol} &= 41,560 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{) mol metanol} &= \frac{12}{1} \times \text{mol minyak} \\ \text{mol metanol} &= \frac{12}{1} \times 0,114 \text{ mol} \\ \text{mol metanol} &= 1,368 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{) massa metanol} &= \text{BM} \times \text{mol} \\ \text{massa metanol} &= 32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 1,368 \text{ mol} \\ \text{massa metanol} &= 43,776 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{) volume metanol} &= \text{massa} / \rho \\ \text{volume metanol} &= \frac{43,776 \text{ gram}}{0,790 \text{ gr/mL}} \\ \text{volume metanol} &= 55,413 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{) mol metanol} &= \frac{15}{1} \times \text{mol minyak} \\ \text{mol metanol} &= \frac{15}{1} \times 0,114 \text{ mol} \\ \text{mol metanol} &= 1,710 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{) massa metanol} &= \text{BM} \times \text{mol} \\ \text{massa metanol} &= 32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 1,710 \text{ mol} \\ \text{massa metanol} &= 54,720 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{) volume metanol} &= \text{massa} / \\ \text{volume metanol} &= \frac{54,720 \text{ gram}}{0,790 \text{ gr/mL}} \\ \text{volume metanol} &= 69,266 \text{ mL} \end{aligned}$$

) untuk perbandingan 1:9

) berat total reaktan = 92,400 gram + 32,832 gram

berat total reaktan = 125,232 gram

) untuk perbandingan 1:12

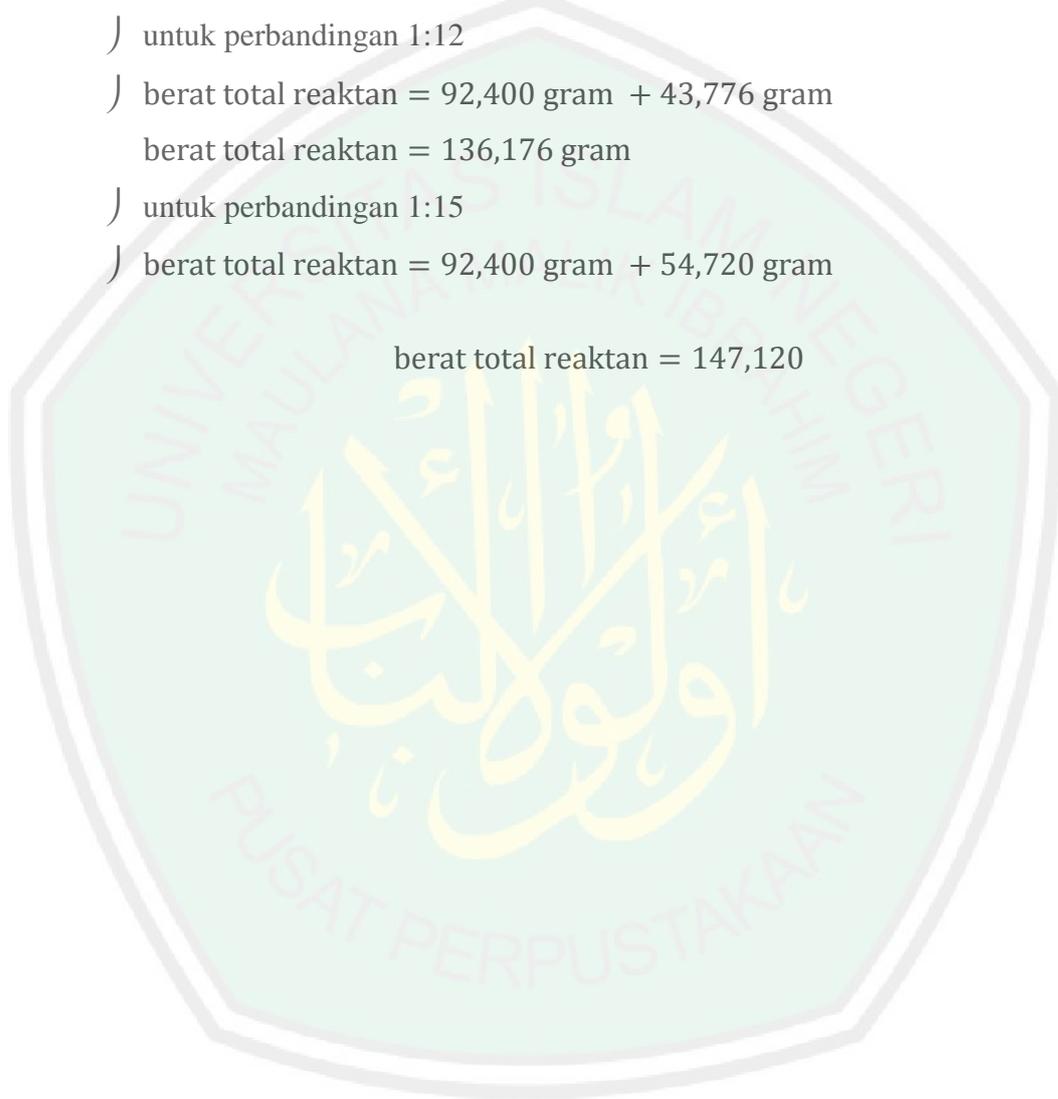
) berat total reaktan = 92,400 gram + 43,776 gram

berat total reaktan = 136,176 gram

) untuk perbandingan 1:15

) berat total reaktan = 92,400 gram + 54,720 gram

berat total reaktan = 147,120





KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : NITA FITRIA LESTRAI
NIM : 12640072
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Fisika
Judul Skripsi : Analisis Fisik Biodiesel Berbahan Baku Minyak Hasil Pengolahan Limbah Industri Pengalengan Ikan
Pembimbing I : AHMAD ABTOKHI, M.Pd
Pembimbing II : ERNA HASTUTI, M.Si

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	8 Juni 2017	Konsultasi Bab I, II, III dan IV	
2	9 Juni 2017	Konsultasi Data	
3	9 Juni 2017	Konsultasi Program	
4	12 Juni 2017	Konsultasi Program	
5	12 Juni 2017	Konsultasi Kajian Agama	
6	13 Juni 2017	Konsultasi Bab IV dan V	
7	14 Juni 2017	Konsultasi Kajian Agama dan Acc	
8	14 Juni 2017	Konsultasi Semua Bab, Abstrak dan Acc	

Matang, 16 Juni 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika,



Erna Hastuti, M.Si

NIP. 19811119 200801 2 009