

**PENGGUNAAN CAMPURAN METANOL-ETANOL PADA
REAKSI TRANSESTERIFIKASI DALAM PEMBUATAN
BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH (*WASTE COOKING
OIL*) DENGAN MENGGUNAKAN KOH SEBAGAI KATALIS**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1**



**Laila Nurul Ulfa Murtadlo
12630043**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2017**



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : B.1910/Un.02/DST/PP.05.3/06/2017

Skrripsi/Tugas Akhir dengan : Penggunaan Campuran Metanol-Etanol Pada Reaksi
judul Transesterifikasi Dalam Pembuatan Biodiesel dari
Minyak Jelantah (*Waste Cooking Oil*) Menggunakan
KOH sebagai Katalis

Yang dipersiapkan dan disusun :
oleh

Nama : Laila Nurul Ulfa Murtadlo

NIM : 12630043

Telah dimunaqasyahkan pada : 29 Mei 2017

Nilai Munaqasyah : A-

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Pedy Artsanti, M.Sc.

Penguji I

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.
NIP. 19760621 199903 2 005

Penguji II

Irwan Nugraha, M.Sc.
NIP. 19820329 201101 1 005

Yogyakarta, 14 Juni 2017
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dr. Murtono, M.Si.
NIP. 19691212 200003 1 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal: Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp.: -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Laila Nurul Ulfa Murtadlo

NIM : 12630043

Judul Skripsi : Penggunaan Campuran Metanol-Etanol pada Reaksi Transesterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah (*Waste Cooking Oil*) dengan Menggunakan KOH sebagai Katalis

sudah dapat diajukan kembali kepada Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Dengan ini, kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 16 Juni 2017

Pembimbing,

Pedy Artsanti M.Sc

NIP.:19720306 000000 2 301



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Laila Nurul Ulfa Murtadlo

NIM : 12630043

Judul Skripsi : Penggunaan Campuran Metanol-Etanol pada Reaksi Transesterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah (*Waste Cooking Oil*) dengan Menggunakan KOH sebagai Katalis

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 16 Juni 2017

Konsultan,

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.

NIP. 19760621 199903 2 005



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Laila Nurul Ulfa Murtadlo

NIM : 12630043

Judul Skripsi : Penggunaan Campuran Metanol-Etanol pada Reaksi Transesterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah (*Waste Cooking Oil*) dengan Menggunakan KOH sebagai Katalis

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 16 Juni 2017

Konsultan,

Irwan Nugraha, M.Sc.

NIP.19820329 201101 1 005



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: Laila Nurul Ulfa Murtadlo

NIM: 12630043

Jurusan : Kimia

Fakultas: Sains dan Teknologi

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Penggunaan Campuran Metanol-Etanol pada Reaksi Transesterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah (*Waste Cooking Oil*) dengan Menggunakan KOH sebagai Katalis”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 17 April 2017



Laila Nurul Ulfa Murtadlo

NIM.: 12630043

MOTTO

Man Jadda Wa Jadda

(Negeri 5 Menara)

“JANGANLAH kamu bersikap lemah, dan JANGANLAH (pula) kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang-orang yang beriman”

(Q. S Ali Imran:139)

Learn everything you can, anytime you can, from anyone you can. there will always come a time when you will be grateful you did.”

-Sarah Caldwell-

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini kami dedikasikan
untuk almamater,
Kimia UIN Sunan Kalijaga



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi *Rabbul'alam* yang telah memberi kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul “Pengaruh Campuran Metanol-Etanol pada Reaksi Transesterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah (*Waste Cooking Oil*) dengan Menggunakan KOH sebagai Katalis” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Dr. Murtono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
3. Irwan Nugraha, S.Si. M.Sc., selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
4. Pedy Artsanti, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang secara ikhlas dan sabar telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penyusun dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
5. Dosen-dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang sudah membagi ilmu yang sangat bermanfaat.

6. Wijayanto, S.Si., Isni Gustanti, S.Si., dan Indra Nafiyanto, S.Si., selaku laboran laboratorium terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
7. Kedua orang tua penulis Ibu Sukarti dan Bapak Ali Murtadlo, adik penulis Tsaniya Naharo Nur Achsana Murtadlo, yang telah memberikan dukungan materil maupun moril sehingga dapat membantu kelancaran serta kesuksesan selama kuliah.
8. Iik dan Ismi selaku partner satu bimbingan yang selalu berbagi semangat dan motivasi.
9. Ismah, Angga, Mas Tejo, Mas Dayat teman Agen Cap Cyuss yang selama ini telah banyak berjasa memberikan banyak bantuan dan dukungan untuk penulis.
10. Farik, Alfi, Hani, Desi, Yuni, Zahra, dan Mas Anis selaku teman satu laboratorium, terimakasih karena telah memberikan banyak canda-tawa selama melakukan penelitian ini.
11. Anni, Novita, Liim, Mahdiah, Yuri, Fisty, Ika, Layung, Meida, Maryamah, Irfan dan rekan-rekan kimia 2012 yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya yang selalu membantu dalam berbagai hal selama menempuh studi.
12. Mas Rudi selaku satu-satunya rekan penelitian biodiesel.
13. Fajri, Ippi, Apip, Putra, Heri, Leppi, Emon, Fikri, dan Akmal selaku rekan-rekan KKN 86 Kelompok 17.
14. Rekan-rekan kimia lintas angkatan kimia serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat penulis harapkan.
Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan
secara umum dan kimia secara khusus.

Yogyakarta, 15 April 2017

Laila Nurul Ulfa Murtadlo
12630043



DAFTAR ISI

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iii
NOTA DINAS KONSULTAN	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
A. Tinjauan Pustaka	8
B. Landasan Teori.....	9
1. Biodiesel.....	9
2. Minyak Goreng Bekas (<i>Waste Cooking Oil-WCO</i>)	11
3. Reaksi Esterifikasi.....	13
4. Reaksi Transesterifikasi	13
5. Metanol – Etanol	15
6. Katalis	15
7. KOH	17
8. Karakterisasi Biodiesel.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Waktu dan Tempat Penelitian	22
B. Alat-alat Penelitian.....	22
C. Bahan Penelitian.....	22
D. Cara Kerja Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Pemucatan (<i>Bleaching</i>)	29
B. Proses Esterifikasi dan Proses Transesterifikasi	30
C. Pengaruh Variasi Metanol-Etanol terhadap Randemen Biodiesel Tanpa Menggunakan Katalis.....	33
D. Pengaruh Variasi Metanol-Etanol dan Konsentrasi KOH terhadap Randemen Biodiesel.....	34
E. Uji Kualitas Biodiesel	37

F. Analisis Biodiesel	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	59
Lampiran 1. Perhitungan Reaktan pada Reaksi Transesterifikasi.....	59
Lampiran 2. Perhitungan Larutan Standar	60
Lampiran 3. Analisis Asam Lemak Bebas (% FFA)	62
Lampiran 4. Perhitungan Randemen Biodiesel.....	63
Lampiran 5. Perhitungan Sifat Fisik Biodiesel	64
Lampiran 6 Analisis <i>Two Way Anova</i>	71
Lampiran 7. Spektra Inframerah Senyawa Metil Ester	78
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Reaksi Esterifikasi Asam Lemak dan Alkohol	13
Gambar 2.2 Reaksi Transesterifikasi Trigliserida dengan Metanol.....	14
Gambar 4.1 Mekanisme reaksi kalium metoksida dan transesterifikasi minyak kelapa sawit dengan katalis basa (Scuchardt, <i>et. al.</i> , 1997).....	32
Gambar 4.2 Grafik pengaruh perbandingan rasio mol metanol:etanol terhadap randemen biodiesel tanpa menggunakan katalis.....	33
Gambar 4.3 Grafik pengaruh campuran metanol-etanol pada variasi konsentrasi katalis KOH terhadap randemen biodiesel. Variasi katalis (0,75%; 0,80%; 0,85% b/b katalis KOH) rasio mol minyak:metanol 1:9, rasio mol metanol:etanol 9:0 7:2, dan 5:4, t :120 menit, T:383 K, pengadukan skala 8).....	35
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Konsentrasi KOH dan Variasi Metanol-Etanol terhadap Angka Asam Biodiesel. Variasi katalis 0,75%, 0,80%, 0,85% (b/b), rasio mol minyak:metanol 1:9, rasio mol metanol:etanol 9:0 7:2, 5:4, t: 120 menit, T: 383 K, pengadukan skala 8).....	40
Gambar 4.5 Mekanisme terjadinya reaksi oksidasi pada asam lemak tak jenuh (Fessenden dan Fessenden, 1992).....	40
Gambar 4.6 Mekanisme Reaksi Oksidasi pada Senyawa Peroksida (Fessenden dan Fessenden 1992).	41
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Konsentrasi KOH dan Variasi Metanol-Etanol terhadap Kadar Air Biodiesel. Variasi katalis 0.75%, 0.80%, 0.85% (b/b), rasio mol minyak:metanol 1:9, rasio mol metanol:etanol 9:0 7:2, 5:4, t: 120 menit, T: 383 K, pengadukan skala 8).....	43
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Konsentrasi KOH dan Variasi Metanol-Etanol terhadap Angka Penyabunan Biodiesel. Variasi katalis 0.75%, 0.80%, 0.85% (b/b), rasio mol minyak:metanol 1:9, rasio mol metanol:etanol 9:0 7:2, 5:4, t: 120 menit, T: 383 K, pengadukan skala 8).....	45
Gambar 4.9 Spektrofotometer Inframerah	49
Gambar 4.10 Kromatogram GC metil ester	51

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Standar Mutu Biodiesel Nomor 73/KEP/BSN/2012.....	11
Tabel 2.2. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Sawit dan Minyak Kelapa Inti Kelapa Sawit	12
Tabel 2.3 Sifat Fisik dan Kimia KOH.....	17
Tabel 4.1 Kadar Asam Lemak Bebas (ALB) sebelum dan sesudah <i>bleaching</i>	30
Tabel 4.2 Analisis signifikansi data randemen biodiesel menggunakan <i>two way anova</i> ($\alpha = 0,05\%$)	36
Tabel 4.3 Nilai karakterisasi Mutu Biodiesel Standar SNI 04-7182-2012	37
Tabel 4.4 Analisis signifikansi data angka asam biodiesel menggunakan <i>two way anova</i> ($\alpha = 0.05\%$)	41
Tabel 4.5 Analisis signifikansi data kadar air biodiesel menggunakan <i>two way anova</i> ($\alpha = 0,05\%$)	43
Tabel 4.6 Analisis signifikansi data angka penyabunan biodiesel menggunakan <i>two way anova</i> ($\alpha = 0,05\%$)	45
Tabel 4.7 Serapan gugus fungsi senyawa biodiesel (Sastrohamidjojo, 1985).	49
Tabel 4.8 Hasil analisis spektra massa biodiesel dari minyak jelantah	51
Tabel 7.1 Randemen Biodiesel Hasil Transesterifikasi	64
Tabel 7.2 Tabel Pengukuran Angka Asam	66
Tabel 7.3 Perhitungan Kadar Air	68
Tabel 7.4 Perhitungan angka penyabunan	70

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Reaktan pada Reaksi Transesterifikasi.....	60
Lampiran 2. Perhitungan Larutan Standar	61
Lampiran 3. Analisis Asam Lemak Bebas (% FFA)	63
Lampiran 4. Perhitungan Randemen Biodiesel.....	64
Lampiran 5. Perhitungan Sifat Fisik Biodiesel	65
Lampiran 6. Analisis <i>Two Way Anova</i>	72
Lampiran 7. Spektra Inframerah Senyawa Metil Ester.....	79
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian.....	79



ABSTRAK
PENGUNAAN CAMPURAN METANOL-ETANOL PADA REAKSI
TRANSESTERIFIKASI DALAM PEMBUATAN BIODIESEL DARI
MINYAK JELANTAH (*WASTE COOKING OIL*) DENGAN
MENGGUNAKAN KOH SEBAGAI KATALIS

Oleh:
Laila Nurul Ulfa Murtadlo
12630043

Pembimbing
Pedy Artsanti, M.Sc.

Telah dilakukan penelitian penggunaan campuran metanol-etanol pada reaksi transesterifikasi dalam sintesis biodiesel dari minyak jelantah (*waste cooking oil*) dengan penambahan katalis KOH. Metodologi penelitian meliputi; preparasi sampel, transesterifikasi, pemurnian biodiesel dan karakterisasi biodiesel. Proses transesterifikasi dilakukan dengan mereaksikan fase organik dengan alkohol (1:9), alkohol (metanol:etanol) 9:0, 7:2 dan 5:4 dan katalis KOH dengan variasi 0,75%, 0,80%, dan 0,85% berat reaktan total. Proses transesterifikasi dilakukan pada temperatur 65 °C. Metil ester hasil reaksi transesterifikasi dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer inframerah, GC-MS, dan uji sifat fisik kimianya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biodiesel hasil reaksi transesterifikasi dengan variasi campuran metanol-etanol tidak berpengaruh signifikan ($P > 0.05$) terhadap randemen biodiesel dan variasi katalis KOH berpengaruh signifikan ($P < 0.05$) terhadap randemen biodiesel. Randemen optimum diperoleh pada campuran metanol-etanol 7:2 KOH 0,80% sebesar 92,0672%. Hasil spektra inframerah menunjukkan adanya serapan gugus fungsi ester. Berdasarkan hasil data GC-MS kandungan senyawa metil ester adalah metil miristat, metil palmitat (34,18%), metil linoleat (11,17%), metil oleat (46,60%), metil stearat (5,46%), metil arakhidat (1,28%). Berdasarkan analisis *two way anova* menunjukkan bahwa variasi rasio mol metanol-etanol berpengaruh signifikan ($P < 0.05$) terhadap kadar air, namun tidak berpengaruh signifikan ($P > 0.05$) terhadap angka asam dan angka penyabunan. Variasi konsentrasi katalis KOH berpengaruh signifikan ($P < 0.05$) terhadap kadar air dan angka penyabunan, namun tidak berpengaruh signifikan ($P > 0.5$) terhadap angka asam. Adapun hasil uji sifat fisis dari biodiesel meliputi densitas, viskositas, bilangan asam, kadar air, bilangan iod, angka penyabunan, angka setana dan *flash point* secara berturut 0,8788 g/cm³, 4,461 cSt, 0,34 g NaOH/g biodiesel, 0,4367 %berat, 64,70 gI₂/g biodiesel, 96,9814 g KOH/g biodiesel, 86,0803, dan *flas point* sebesar 135 °C.

Kata Kunci : *minyak jelantah, transesterifikasi, campuran metanol-etanol, Katalis Homogen, KOH, biodiesel*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sekarang ini cadangan minyak bumi yang dihasilkan di Indonesia jumlahnya semakin sedikit sedangkan jumlah penduduk di Indonesia semakin banyak, disertai juga dengan meningkatnya pengguna kendaraan bermotor, sehingga kebutuhan bahan bakar dari minyak bumi akan semakin meningkat pula. Menurut Smith (2005) selain minyak bumi adalah sumber daya yang tidak terbarukan, bahan bakar dari minyak bumi juga memberikan beberapa dampak buruk bagi lingkungan berupa emisi gas buang yang dapat mencemari lingkungan. Oleh sebab itu dengan semakin meningkatnya kebutuhan bahan bakar tersebut, termasuk salah satunya bahan bakar minyak diesel, maka perlu dikembangkan bahan bakar terbarukan yang lebih ramah lingkungan dan dengan harga yang lebih terjangkau.

Selain berdampak pada krisis energi, penggunaan bahan bakar minyak yang semakin meningkat juga berimbas pada pemanasan global. Dampak lingkungan dan semakin menipisnya bahan bakar fosil memaksa para ilmuwan untuk dapat menemukan energi alternatif baru yang dapat diproduksi secara terus menerus (*renewable*) dalam upaya meningkatkan *security of supplay* dan juga ramah lingkungan serta dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Salah satu sumber energi alternatif terbarukan yang potensial untuk digunakan adalah biodiesel (KEA-Kebijakan Energi Alternatif, 2006).

Pada tahun 2005, LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) dan BATAN (Badan Tenaga Nuklir Nasional) berusaha melakukan penelitian-penelitian untuk menggantikan bahan bakar minyak yang berasal dari fosil dengan menggunakan bahan bakar minyak dari sumber nabati dan hewani. Bahan bakar minyak dari sumber non fosil meliputi, biodiesel, biosolar, biogas, dan biopertamax (Dermawan dan Susila, 2013). Biodiesel merupakan bahan bakar diesel yang dibuat dari minyak nabati (tumbuhan), lemak binatang (minyak hewani), ataupun dari limbah minyak (minyak bekas) melalui reaksi transesterifikasi dengan alkohol (seperti metanol atau etanol) (Szybist, 2004). Biodiesel ini bersifat terbarukan dan juga ramah lingkungan karena memiliki sumber emisi gas yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar solar serta dapat digunakan tanpa modifikasi ulang mesin diesel (Kurniawan, 2007 dan Bismo, *et.al.* 2005).

Menurut Cao, *et.al.* (2007) terdapat berbagai macam bahan yang dapat digunakan untuk memproduksi biodiesel. Sifat bahan baku yang digunakan tergantung pada letak geografis dan iklim tempat tersebut. Contohnya Eropa menggunakan minyak biji bunga matahari dan minyak *rapessed*, kelapa sawit lebih dominan di negara-negara dengan iklim tropis, kedelai di Amerika Serikat dan juga minyak biji kanola di Kanada. Sedangkan menurut Singh dan Singh (2010) bahan baku utama produksi biodiesel adalah biji kapas, minyak biji bunga matahari, kedelai, kanola, *rapessed*, kelapa sawit, dan minyak biji jarak pagar. Di Indonesia sendiri minyak kelapa sawit (*palm oil*) merupakan minyak nabati yang paling potensial untuk digunakan sebagai bahan bakar pembuatan biodiesel atau

berpotensi pada tahap awal pengembangan bahan bakar terbarukan di dalam negeri karena Indonesia mempunyai potensi produk kelapa sawit dengan jumlah yang sangat melimpah (Haryono, 2010).

Minyak kelapa sawit bekas merupakan salah satu bahan baku yang memiliki peluang untuk pembuatan biodiesel. Selain ketersediaannya yang berlimpah, minyak kelapa sawit bekas merupakan limbah sehingga berpotensi mencemari lingkungan berupa naiknya kadar COD dan BOD dalam perairan, selain itu juga menimbulkan bau busuk akibat degradasi biologi (Djaeni, 2002). Oleh karena perlu dilakukan usaha-usaha pemanfaatan minyak kelapa sawit bekas tersebut. Salah satunya adalah sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel (Haryono, 2010).

Biodiesel biasanya dibuat melalui beberapa teknik yang berbeda seperti langsung/campuran, pirolisis, mikroemulsi, dan transesterifikasi. Metode transesterifikasi adalah metode yang paling banyak digunakan dalam produksi biodiesel karena metode ini biasanya membutuhkan bahan baku yang mengandung sedikit FFA (*Free Fatty Acid*) dan juga menghasilkan sabun yang banyak.

Proses pembuatan biodiesel secara konvensional memiliki beberapa kelemahan diantaranya reaksi yang berlangsung lambat dan pada saat tertentu reaksi berhenti sebelum 100% sempurna terkonversi menjadi biodiesel (Boocock, *et.al.*, 1998). Sintesis menggunakan metode metanolisis ini menggunakan katalis, baik katalis homogen maupun heterogen yang bersifat asam ataupun basa. Katalis homogen asam atau basa yang biasa digunakan antara lain

H_2SO_4 , NaOH, dan KOH (Niar, *et.al.*, 2014). Pada proses ini akan menghasilkan dua fase (dua lapisan). Menurut Boocooock, *et.al.* (1998) lapisan ini terbentuk dikarenakan kelarutan minyak dalam metanol rendah dan katalis berada dalam fase metanol, sehingga hal ini menyebabkan reaksi membutuhkan waktu yang lama agar minyak dapat terlarut dalam metanol.

Pemilihan katalis pada proses transesterifikasi sangat berpengaruh pada biodiesel yang dihasilkan. Katalis sendiri merupakan suatu zat yang dapat mempercepat suatu reaksi kimia dengan cara menurunkan energi aktivasinya. Katalis dapat mempercepat laju reaksi kimia pada temperatur tertentu, tanpa mengalami perubahan yang disebabkan oleh reaksi itu sendiri. Katalis terbagi menjadi dua macam yaitu katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis homogen merupakan katalis yang berada dalam fase yang sama dengan pereaksi, sedangkan katalis heterogen adalah katalis yang berbeda fase dengan pereaksi. Katalis homogen sendiri mempunyai beberapa keuntungan diantaranya dapat bereaksi lebih cepat dan tidak mengalami perubahan kimia yang permanen sehingga dapat digunakan kembali.

Menurut Ramadhas (2005) katalis basa homogen yang biasa digunakan dalam reaksi transesterifikasi antara lain NaOH, KOH, dan natrium metoksida. Leung dan Guo (2006) mengungkapkan bahwa pemisahan ester jauh lebih mudah jika menggunakan katalis KOH dibandingkan dengan katalis NaOH ataupun CH_3ONa . Hal ini dikarenakan sabun kalium yang dihasilkan jauh lebih lembut dan tidak tercampur (tenggelam) dalam fase gliserol. Hal ini menyebabkan KOH

sering digunakan untuk menghasilkan biodiesel dari bahan baku daur ulang limbah.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan biodiesel dari minyak jelantah (*waste cooking oil*) dengan variasi konsentrasi katalis Kalium Hidroksida (KOH) sebesar 0,75%, 0,80%, dan 0,85% pada temperatur reaksi 65 °C serta menggunakan variasi metanol-etanol dengan perbandingan 9:0, 7:2, dan 5:4 pada proses transesterifikasi.

Untuk mengetahui pengaruh efektivitas campuran metanol-etanol pada proses transesterifikasi serta pengaruh penggunaan katalis KOH pada penelitian ini akan dibandingkan dengan randemen biodiesel yang diperoleh. Parameter yang mendukung berupa sifat kimia biodiesel dan sifat fisis biodiesel yang meliputi viskositas kinematik, massa jenis (densitas), bilangan iod, angka penyabunan, kadar air, angka asam, angka setana, dan titik nyala (*flash point*).

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bahan baku yang digunakan diambil dari penjual ayam goreng di Kecamatan Manisrenggo.
2. Minyak jelantah yang digunakan berbahan dasar minyak kelapa sawit.
3. Katalis yang digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah KOH.
4. Alkohol yang digunakan berupa campuran metanol dan etanol dengan berbagai variasi.

5. Parameter yang diuji berupa densitas, viskositas kinematik, kadar air, bilangan asam, angka penyabunan, bilangan iod, angka setana dan titik nyala (*flash point*)..
6. Analisis menggunakan instrumen FTIR SHIMADZU dan GCMS QP2010S SHIMADZU.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi campuran metanol-etanol yang digunakan pada proses transesterifikasi terhadap randemen biodiesel yang dihasilkan ?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi katalis KOH dalam sintesis biodiesel terhadap randemen biodiesel yang dihasilkan ?
3. Bagaimana karakteristik kandungan biodiesel dan sifat fisis biodiesel yang meliputi viskositas kinematik, densitas, bilangan iod, angka penyabunan, kadar air, dan angka setana ?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh variasi campuran metanol-etanol yang digunakan pada proses transesterifikasi terhadap randemen biodiesel yang dihasilkan.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi katalis KOH dalam sintesis biodiesel terhadap randemen biodiesel yang dihasilkan.

3. Mengetahui karakteristik kandungan biodiesel dan sifat fisis biodiesel yang meliputi viskositas kinematik, densitas, bilangan iod, angka penyabunan, kadar air, dan angka setana.

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa

Menambah pengetahuan dan wawasan tentang pengaruh campuran metanol-etanol pada proses transesterifikasi dalam sintesis biodiesel dari minyak jelantah dengan menggunakan KOH sebagai katalis.

2. Bagi Akademik

Sebagai bahan informasi dan referensi bagi mahasiswa yang akan mengembangkan metode sintesis biodiesel dari berbagai asam lemak dengan menggunakan variasi alkohol maupun variasi katalis.

3. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi tentang pemanfaatan minyak jelantah (*waste cooking oil*) sebagai bahan bakar untuk mesin diesel.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Variasi campuran metanol-etanol yang digunakan pada proses transesterifikasi menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan ($P > 0,05$) terhadap *randemen* biodiesel yang dihasilkan. Berdasarkan analisis *two way anova* rata-rata *randemen* biodiesel tertinggi diperoleh pada variasi metanol-etanol 7:2 sebesar 87,75933%.
2. Katalis memberikan pengaruh yang sangat signifikan ($P < 0,05$) terhadap *randemen* yang dihasilkan pada sintesis biodiesel. Rata-rata *randemen* biodiesel tertinggi berdasarkan analisis *two way anova* diperoleh pada variasi konsentrasi KOH 0,80% sebesar 88,44863%.
3. Senyawa metil ester (biodiesel) yang dihasilkan berdasarkan analisis menggunakan GC-MS adalah metil palmitat (34,18%), metil oleat (46,60%), metil linoleat (11,17%) dan metil stearat (5,46%). Variasi rasio mol metanol-etanol berpengaruh signifikan ($P < 0.05$) terhadap kadar air, namun tidak berpengaruh signifikan ($P > 0.05$) terhadap angka asam dan angka penyabunan. Sedangkan variasi konsentrasi katalis KOH berpengaruh signifikan ($P < 0.05$) terhadap kadar air dan angka penyabunan, namun tidak berpengaruh signifikan ($P > 0.5$) terhadap angka asam. Sifat fisis biodiesel yang dihasilkan pada rasio mol metanol:-etanol 7:2 KOH 0.80% antara lain: densitas 0,8788

g/cm^3 , viskositas kinematik $4,641 \text{ mm}^2/\text{s}$, angka asam $0,34 \text{ mg NaOH/g}$ biodiesel, kadar air $0,4367 \%$, angka penyabunan $96,9814 \text{ g KOH/g}$ biodiesel, bilangan iod $64,70 \text{ gI}_2/\text{g}$ biodiesel, angka setana $86,0803$, dan *flash point* 135°C .

B. Saran

1. Perlu dilakukan studi lebih lanjut pengaruh campuran metanol-etanol pada proses transesterifikasi dalam sintesis biodiesel dengan penambahan *co-solvent* dan menggunakan katalis basa hererogen dalam proses transesterifikasi.
2. Selain itu, perlu dilakukan studi tentang penggunaan campuran metanol-etanol pada proses transesterifikasi biodiesel dengan menggunakan bahan baku minyak yang berbeda, misalnya minyak biji bunga matahari, limbah minyak padat, ataupun ekstrak minyak dari biji-bijian lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini.SD., TP Utami, D Prasetyoko. 2013. *Sintesis Dan Karakterisasi Biodiesel Dari Minyak Kemiri Sunan (Reutealis Trisperma Oil) Dengan Katalis KOH* (Variasi Konsentrasi Katalis). ITS. Surabaya
- Aprilina, P., Silviana. 2008. *Kajian Awal Pembuatan Biodisel dari Minyak DedakPadi dengan Proses Esterifikasi*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang
- Astuti, Erna ., 2008. *Pengaruh Konsentrasi Katalisator dan Rasio Bahan terhadap Kualitas Biodiesel dari Minyak Kelapa*. Jurusan Teknik Kimia UAD. Yogyakarta .Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 2, No. 1, 2008
- Baidawi, A., Rachmaniah, O., Latif, I. 2009. *Produksi Biodiesel Berkemurnian Tinggi dari Crude Palm Oil dengan TetraHidrofuran-Fast Single-Phase Proses*. *Reaktor*, Vol. 12 No. 3, Juni 2009, Hal. 166-174
- Boocock, D.G.B., S.K. Konar, V. Mao, C.Lee, and Sonia Buligan 1998. *Fast Formation Of High-Purity Methyl Esters From Vegetable Oils*. *J.Am.Oil Chem.Soc.* 75. [1167 – 1172]
- Casimir, C.A., Shu-wei, C., Guan-chiun, L., dan Shaw, J., 2007, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 89-95.
- Chai, F., Cao, F., Zhai, F., Chen, Y., Wang, X., Su, Z., 2007, *Advance Synthesis and Catalysis*.
- Dalai, Ajay K., Issariyakul, T., Kulkarni, Mangesh G., Bakhshi, Narendra N. 2007. Production of Biodiesel from Waste Fryer Grease using Mixed Metanol/Ethanol System. *Fuel Processing Technology* 8 [429-436]
- Fessenden, R.J, dan Fessenden, J.S. 1986. *Kimia Organik Jilid 1*. Terjemahan Aloysius Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta: Erlangga.
- Fessenden, R.J, dan Fessenden, J.S. 1986. *Kimia Organik Jilid 2*. Terjemahan Aloysius Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta: Erlangga.
- Hanif, 2009, *Analisis Sifat Fisik dan Kimia Biodiesel dari Minyak Jelantah sebagai Bahan Bakar Alternatif Mesin Diesel*, Jurnal Teknik Mesin, Volume 18, No. 2, hal : 92-96.
- Hardjono, A. 2000. *Teknologi Minyak Bumi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hasahatan, Dennis, 2012, Pengaruh Ratio H₂SO₄ Dan Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Dan Kuantitas Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar. *Jurnal Teknik Kimia* No. 2, Volume 18, hal: 26-36.
- Hastuti, Pauliz Budi. 2011. *Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit*. Yogyakarta. Deepublish.

- Hayyan, Adeeb., Hashim, Mohd Ali., Mjalli, Farouq S., Hayyan, Maan., AlNashef, Inas M. 2012. A Novel Phosphonium-based Deep Eutectic Catalyst for Biodiesel Production From Industrial Low Grade Crude Palm Oil. *Chemical engineering Science* 92. [81-88].
- Ibrahim, Ali Huddin., Dahlan, irvan., Adlan, Mohd Nurdin., Dasti, A. F. 2012. Comparative Study on Characterization of Malaysia Palm Oil Mill Effluent. *Research Journal of Chemical Sciences*. Vol 2(12) 1-5.
- Ikwuagwu OE, Ononogbu IC & Njoku OU. 2000. Production of biodiesel using rubber [Hevea brasiliensis (Kunth. Muell.)] seed oil. *Ind Crops Prod* 12: 57-62
- Indartono, Y. S. 2007. Mengenal Biodisel: *Karakteristik, Produksi Hingga Performance Mesin*.
- Islam, M.N., and Beg, M.R.A. 2004. The Fuel Properties of Pyrolysis Liquid Derived from Urban Solid Wastes in Bangladesh. *Bioresources Technology*. 92 : 181-186.
- Istadi. 2011. *Teknologi Katalis untuk Konversi Energi: Fundamental dan Aplikasi*. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Knothe, G., Krah, J., Gerpen, J.V. 2005. *The Biodiesel Handbook Second Edition*. Urbana. AOCS Press.
- Krisnangkura, Kanit. 1986. A Simple Method For Estimation of Cetane Index of Vegetable Oil Methyl Esters. *JAACS*. Vol. 63. No. 4.
- Kouzu, M., Kasuno, T., Tajika, M., Sugimoto, Y., Yamanaka, S., Hidaka, J. 2008. Calcium Oxide as Solid Base Catalyst for Transesterification of Soybean Oil and Its Application to Biodiesel Production. *Fuel*, 87[12]. 2798-2806.
- Mardiah, Widodo, Agus, Trisnawati, Efi, Purijatmiko, dan Aries, 2006, *Pengaruh Asam Lemak dan Konsentrasi Katalis Asam Terhadap Karakteristik dan Konversi Biodiesel pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Mentah Dedak Padi*. Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya.
- Mittlebacht, M., Remschmidt, Claudia. 2004. *Biodiesel The Comprehensive Handbook*. Viena: Boersdruck Ges.m.bH.
- Mukhibin. 2011. *Mengubah Oli Bekas Menjadi Solar*. Yogyakarta. Pustaka Solomon
- Naibaho, P. M. 1983. Pemisahan Karoten (Provitamin A) Minyak Sawit dengan Metoda Adsorpsi. Disertasi. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Nugroho, A., 2006, *Biodiesel Jarak Pagar, Bahan Alternatif yang Ramah Lingkungan*, Tangerang: PT Agro Media.

- Panjaitan, F. 2005. Produksi Biodiesel Sawit Secara Sinambang. (Tesis). Sekolah Pascasarjana USU. Medan.
- Peterson, P. 2001. Engine oil analysis. National Association of Marine Surveyors.
- Prihandana, R., Roy H., dan Makmuri N. 2007. *Menghasilkan Biodiesel Murah: Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Jakarta. Agromedia Pustaka.
- Priyanto, U. 2007. *Menimba Ilmu dari Praktisi, Menghasilkan Biodiesel jarak pagar berkualitas*. Agromedia, Jakarta.
- Pupanosa, Sundaryono A, Budiyanto A, 2007. Kajian Rendemen Dan Karakteristik Metil Ester Dari Palm Oil Mill Effluent (POME) Industri Pengolahan Kelapa Sawit. Di dalam Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi, L. P. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 27-28 Agustus 2007.
- Ramadhansyah, Sundaryono A, Budiyanto. 2009. Perengkahan Katalitik Metil Ester Limbah Cair Pengolahan CPO Menjadi Biofuel Dengan Katalis Zeolit. P.Kimia-JPMIPA FKIP Universitas Bengkulu (Laporan Penelitian belum dipublikasikan).
- Saputra, Destian. 2009. *Kajian Pemanfaatan Minyak Limbah Cair Industri Kelapa CPO Menjadi Biodisel*. Skripsi. Universitas Negeri Bengkulu.
- Sastrohamidjojo, H. 1985. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.
- Schuchardt U., R. Sercheli, and R. M. Vargas. 1997. Transesterification of Vegetable Oils: a Review. Journal of the Brazilian Chemical Society. 9 (3), pp. 199 – 210.
- Siboro, J., 2010. Pengaruh Lama Reaksi Terhadap Perubahan Karakteristik Biodiesel Turunan Minyak Kacang Tanah Menggunakan Katalis CaO. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Singh, S. P., Singh, D., 2010, *Renewable and Sustainable Energy, Volume 14*, hal: 200.
- Siswanti, Puji. 2015. *Studi Pengaruh Kosolven Dietil Eter Pada Sintesis Biodiesel Dengan Katalis Homogen Cao Dari Minyak Limbah Cair Kelapa Sawit*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Soerawidjaja, T. H. 2005. Fondasi-fondasi Ilmiah dan Keteknikan dari teknologi Pembuatan Biodisel. *Handout Seminar Nasional "Biodisel Sebagai Energi Alternatif Masa Depan"*. UGM Yogyakarta.
- Srivastava, A. dan R. Prasad. 2000. *Triglycerides-Based Diesel Fuels*. Renewable and Sustainable Energy reviews, 4: 111-133
- Srivastava, A. dan R. Prasad. 1998. *Triglycerides-Based Diesel Fuels*. Department of Chemical Engineering, Technological Institute Kampur, India.

- Sumarna, Deny. 2007. Keuntungan Proses Wet Degumming Dibanding Dry Degumming pada Pemurnian Minyak Kelapa Sawit Kasar. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Universitas Mulawarman Vol. 2 No 1207 [37-42]
- Yasin, Muhammad. 2015. Pengaruh Konsentrasi Katalis KOH Terhadap Sintesis Biodiesel dari Minyak Limbah Industri Kelapa Sawit. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Yitnowati, U., Yoeswono, Wahyuningsih, T., D. & Tahir, I. 2008. *Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Sawit sebagai Sumber Katalis Basa (K₂CO₃) pada Pembuatan Biodiesel Minyak Jarak Ricinus communis*.
- Yuniawati, M. dan Karim A. A., 2009, kinetika reaksi pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas (jelantah) dan metanol dengan katalisator KOH, *Jurnal Teknologi*, No. 2, Volume 2, hal: 130-136.
- Wardan, S. dan Zainal, A., 2003. Bahan Bakar dan Pelumas. Fakultas Teknik UNY. Yogyakarta. hlm. 56.
- Widyastuti, L. 2007. *Reaksi Metanolisis Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester Sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel dengan Menggunakan Katalis KOH*. Skripsi. Jurusan Kimia. Universitas Negeri Semarang.
- Zaidar, Emma N. 2003. Manfaat dari Beberapa Jenis Bleaching Earth terhadap Warna CPO (Crude Palm Oil). *Jurnal Sains Kimia*. Vol 7. No 2 [31-35]



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Reaktan pada Reaksi Transesterifikasi

1. Fase Organik = 50 gram

$$\text{Mol fase organik} = \frac{\text{gram asam palmitat}}{\text{MR tri palmitat}}$$

$$\text{Mol fase organik} = \frac{50 \text{ gram}}{806 \text{ gram/mol}} = 0,0620 \text{ mol}$$

2. Mol metanol

$$\text{mol metanol} = \frac{\text{gram metanol}}{\text{MR metanol}}$$

(9:0)

$$9 \times 0,0620 = \frac{\text{gram metanol}}{32 \text{ gram/mol}} = 17,86 \text{ gram}$$

(7:2)

$$7 \times 0,0620 = \frac{\text{gram metanol}}{32 \text{ gram/mol}} = 13,89 \text{ gram}$$

(5:4)

$$5 \times 0,0620 = \frac{\text{gram metanol}}{32 \text{ gram/mol}} = 9,92 \text{ gram}$$

3. Mol Etanol

$$\text{mol etanol} = \frac{\text{gram etanol}}{\text{MR etanol}}$$

(7:2)

$$2 \times 0,0620 = \frac{\text{gram etanol}}{46 \text{ gram/mol}} = 5,704 \text{ gram}$$

(5:4)

$$4 \times 0,0620 = \frac{\text{gram etanol}}{64 \text{ gram/mol}} = 11,408 \text{ gram}$$

4. Katalis

Metanol:Etanol 9:0

$$\text{KOH } 0,75\% = \frac{0,75}{100} \times (50 + 17,86) = 0,5089 \text{ gram}$$

$$\text{KOH } 0,80\% = \frac{0,80}{100} \times (50 + 17,86) = 0,5429 \text{ gram}$$

$$\text{KOH } 0,85\% = \frac{0,85}{100} \times (50 + 17,86) = 0,5768 \text{ gram}$$

Metanol:Etanol 7:2

$$\text{KOH } 0,75\% = \frac{0,75}{100} \times (50 + 13,89 + 5,704) = 0,5219 \text{ gram}$$

$$\text{KOH } 0,80\% = \frac{0,80}{100} \times (50 + 13,89 + 5,704) = 0,5567 \text{ gram}$$

$$\text{KOH } 0,85\% = \frac{0,85}{100} \times (50 + 13,89 + 5,704) = 0,5915 \text{ gram}$$

Metanol:Etanol 5:4

$$\text{KOH } 0,75\% = \frac{0,75}{100} \times (50 + 9,92 + 11,408) = 0,5349 \text{ gram}$$

$$\text{KOH } 0,80\% = \frac{0,80}{100} \times (50 + 9,92 + 11,408) = 0,5722 \text{ gram}$$

$$\text{KOH } 0,85\% = \frac{0,85}{100} \times (50 + 9,92 + 11,408) = 0,6080 \text{ gram}$$

Lampiran 2. Perhitungan Larutan Standar

1. Larutan Standar Asam Oksalat

$$M_{\text{asam oksalat}} = \frac{\text{mol}}{V}$$

$$M_{\text{asam oksalat}} = \frac{\frac{\text{gram}}{\text{mol}}}{V}$$

$$0.1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = \frac{\frac{\text{gram}}{126 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}}}{0.1 \text{ L}}$$

$$0.1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.1 \text{ L} = \frac{\text{gram}}{126 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}}$$

$$\text{gram asam oksalat} = 0.01 \text{ mol} \times 126 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$$

$$\text{gram asam oksalat} = 1.26 \text{ gram}$$

Penentuan Normalitas Asam Oksalat

$$N_{\text{asam oksalat}} = \text{grek ekuivalen} \times M_{\text{asam oksalat}}$$

$$N_{\text{asam oksalat}} = 2 \times 0.1 \text{ M}$$

$$N_{\text{asam oksalat}} = 0.2 \text{ N}$$

2. Larutan Standar NaOH

NaOH 0.1 N sebanyak 1 L ($M_r = 40 \text{ g/mol}$)

$$\text{mol NaOH} = 0.1 \text{ N} \times 1$$

$$\text{mol NaOH} = 0.1 \text{ mol}$$

$$m \text{ NaOH} = 0.1 \text{ mol} \times 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$m \text{ NaOH} = 4 \text{ gram}$$

Standarisasi NaOH dengan Asam Oksalat

$$V \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \times N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH}$$

Dengan :

$$V \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = V \text{ rata - rata titrasi}$$

3. Larutan Standar HCl

HCl 12,063 N ($\rho: 1,4 \text{ g/mL}$, kadar 90%)

Dibuat HCl 0.5 N sebanyak 250 mL

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$V_1 \times 12,063 = 0,5 \text{ N} \times 250 \text{ mL}$$

$$V_1 = 10,36 \text{ mL}$$

4. Larutan Standar KOH

Larutan KOH ($M_r 56,1 \text{ g/mol}$) 0,1 N sebanyak 1 L

$$\text{mol KOH} = 0.1 \times 1$$

$$\text{mol KOH} = 0.1 \text{ mol}$$

$$m \text{ KOH} = 0.1 \text{ mol} \times 56,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$m \text{ KOH} = 56,1 \text{ gram}$$

5. Reagen Hanus

Sebanyak 2,64 gram Iodium dilarutkan dalam 200 mL asam asetat glacial kemudian ditambahkan dengan 0,6 mL bromin.

6. Larutan Standar Na-tiosulfat

1 L Na-tiosulfat 0,1 N (71,06 g/mol) dibuat dengan:

$$N_{\text{Na-tiosulfat}} = n \times M$$

$$0,1 \text{ N} = 2 \times M$$

$$M_{\text{Na-tiosulfat}} = 0,05 \text{ M}$$

$$0,05 \text{ M} = \frac{n}{V}$$

$$\frac{0,05 \text{ M}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{\text{gram}}{\text{Mr}}$$

$$\text{gram} = 5.10^{-5} \times 71,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\text{gram} = 3,553.10^{-3}$$

7. Bleaching Minyak

$$0,8\%(\text{w/w})\text{bentonit} = \frac{0,8}{100} \times 200 \text{ g minyak}$$

$$m \text{ bentonit} = 1,6 \text{ gram}$$

Lampiran 3. Analisis Asam Lemak Bebas (% FFA)

$$\% \text{FFA} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM asam lemak}}{m \text{ sampel} \times 1000}$$

a. Kadar Asam Lemak Bebas sebelum *Bleaching*

$$\% \text{FFA} = \frac{0,7667 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{2 \text{ gram} \times 1000}$$

$$\% \text{FFA} = 0,9813\%$$

b. Kadar Asam Lemak Bebas setelah *Bleaching*

$$\% \text{FFA} = \frac{0,4167 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 256 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{2 \text{ gram} \times 1000}$$

$$\% \text{FFA} = 0,5334\%$$

Lampiran 4. Perhitungan Randemen Biodiesel

$$\text{Randemen} = \frac{\text{massa metil ester}}{\text{massa minyak}} \times 100\%$$

- a. 0,75% KOH, Me:Et 9: 0

$$\begin{aligned}\text{Randemen} &= \frac{39,6467 \text{ gram}}{50,1556 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 79,2739\%\end{aligned}$$

- b. 0,75% KOH, Me:Et 7:2

$$\begin{aligned}\text{Randemen} &= \frac{40,1377 \text{ gram}}{50,0514 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 80,1930\%\end{aligned}$$

- c. 0,75% KOH, Me:Et 5:4

$$\begin{aligned}\text{Randemen} &= \frac{40,3441 \text{ gram}}{50,0271 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 80,6445\%\end{aligned}$$

- d. 0,80%, Me:Et 9:0

$$\begin{aligned}\text{Randemen} &= \frac{44,5950 \text{ gram}}{50,2231 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 88,6146\%\end{aligned}$$

- e. 0,80%, Me:Et 7:2

$$\begin{aligned}\text{Randemen} &= \frac{46,0537 \text{ gram}}{50,0023 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 92,0672\%\end{aligned}$$

- f. 0,80%, Me:Et 5:4

$$\begin{aligned}\text{Randemen} &= \frac{42,3489 \text{ gram}}{50,0020 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 84,6639\%\end{aligned}$$

- g. 0,85%, Me:Et 9:0

$$\begin{aligned}\text{Randemen} &= \frac{43,0780 \text{ gram}}{50,0118 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 86,1236\%\end{aligned}$$

h. 0,85%, Me:Et 7:2

$$\begin{aligned}\text{Randemen} &= \frac{45,5249 \text{ gram}}{50,0176 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 91,0178\%\end{aligned}$$

i. 0,85%, Me:Et 5:4

$$\begin{aligned}\text{Randemen} &= \frac{42,5249 \text{ gram}}{50,0123 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 85,6497\%\end{aligned}$$

j. Me:Et 7:2, tanpa katalis

$$\begin{aligned}\text{Randemen} &= \frac{4,0012 \text{ gram}}{10,1059 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 39,5930\%\end{aligned}$$

Tabel 7-1 Randemen Biodiesel Hasil Transesterifikasi

KOH (%)	Me:Et	m minyak (g)	m wadah (g)	m wadah+minyak (g)	m minyak (hasil) (g)	randemen (%)
0.75	9=0	50.0123	52.1556	91.8023	39.6467	79.2739
	7=2	50.0514	54.8758	95.0135	40.1377	80.1930
	5=4	50.0271	55.3739	95.7180	40.3441	80.6445
0.80	9=0	50.2231	97.0003	111.5053	44.5050	88.6146
	7=2	50.0023	96.3989	112.4346	46.0357	92.0672
	5=4	50.0200	18.8091	31.1580	42.3489	84.6639
0.85	9=0	50.0188	19.5164	32.5944	43.0780	86.1236
	7=2	50.0176	96.3685	111.8934	45.5249	91.0178
	5=4	50.0123	18.0103	30.8457	42.8354	85.6497

Lampiran 5. Perhitungan Sifat Fisik Biodiesel

a. Pengukuran Densitas

$$\text{densitas} = \frac{G - G_0}{V_t} + 0,0012$$

$$\text{densitas} = \frac{24,2840 - 14,5080}{10} + 0,0012$$

$$\text{densitas} = 0,8788 \text{ kg/m}^3$$

b. Perhitungan Angka Asam

$$\text{angka asam} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{MR NaOH}}{\text{massa sampel}}$$

1. 0,75%, Me:Et 9:0

$$\text{angka asam} = \frac{0,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 40 \text{ gram/mol}}{4,1025 \text{ gram}}$$

$$\text{angka asam} = 0,2925 \text{ mg} \frac{\text{NaOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

2. 0,75%, Me:Et 7:2

$$\text{angka asam} = \frac{0,4 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 40 \text{ gram/mol}}{4,0162 \text{ gram}}$$

$$\text{angka asam} = 0,3983 \text{ mg} \frac{\text{NaOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

3. 0,75, Me:Et 5:4

$$\text{angka asam} = \frac{0,41 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 40 \text{ gram/mol}}{4,4071 \text{ gram}}$$

$$\text{angka asam} = 0,3721 \text{ mg} \frac{\text{NaOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

4. 0,80%, Me:Et 9:0

$$\text{angka asam} = \frac{0,36 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 40 \text{ gram/mol}}{4,1000 \text{ gram}}$$

$$\text{angka asam} = 0,3512 \text{ mg} \frac{\text{NaOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

5. 0,80%, M3:Et 7:2

$$\text{angka asam} = \frac{0,34 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 40 \text{ gram/mol}}{4,0000 \text{ gram}}$$

$$\text{angka asam} = 0,3400 \text{ mg} \frac{\text{NaOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

6. 0,80%, Me:Et 5:4

$$\text{angka asam} = \frac{0,3 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 40 \text{ gram/mol}}{4,1021 \text{ gram}}$$

$$\text{angka asam} = 0,2953 \text{ mg} \frac{\text{NaOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

7. 0,85%, Me:Et 9:0

$$\text{angka asam} = \frac{0,32 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 40 \text{ gram/mol}}{4,0000 \text{ gram}}$$

$$\text{angka asam} = 0,3200 \text{ mg} \frac{\text{NaOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

8. 0,85%, Me:Et 7:2

$$\text{angka asam} = \frac{0,31 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 40 \text{ gram/mol}}{4,1000 \text{ gram}}$$

$$\text{angka asam} = 0,3024 \text{ mg} \frac{\text{NaOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

9. 0,85%, Me:Et 5:4

$$\text{angka asam} = \frac{0,25 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} \times 40 \text{ gram/mol}}{4,0012 \text{ gram}}$$

$$\text{angka asam} = 0,2499 \text{ mg} \frac{\text{NaOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

Tabel 7-2 Tabel Pengukuran Angka Asam

KOH (%)	Me:Et	m minyak (gram)	V minyak (mL)	V Etanol (mL)	V NaOH (mL)	Angka Asam
0.75	9=0	4.1025	4.49	10	0.3000	0.2925
	7=2	4.0167	4.49	10	0.4000	0.3983
	5=4	4.4071	4.49	10	0.4100	0.3721
0.80	9=0	4.1000	4.49	10	0.3600	0.3512
	7=2	4.0000	4.49	10	0.3400	0.3400
	5=4	4.1021	4.49	10	0.3000	0.2925
0.85	9=0	4.0000	4.49	10	0.3200	0.3200
	7=2	4.1000	4.49	10	0.3100	0.3024
	5=4	4.0012	4.49	10	0.2500	0.2499

c. Perhitungan Kadar Air

$$\text{Kadar air} = \frac{a - b}{a - c} \times 100\%$$

1. 0,75%, Me:Et 9:0

$$\text{Kadar air} = \frac{36,2201 - 36,1986}{36,2201 - 31,2188} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 0,4299\%$$

2. 0,75%, Me:Et 7:2

$$\text{Kadar air} = \frac{32,8552 - 32,8450}{32,8552 - 27,8514} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 0,2978\%$$

3. 0,75%, Me:Et 5:4

$$\text{Kadar air} = \frac{35,5063 - 35,4885}{35,5063 - 30,5026} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 0,3557\%$$

4. 0,80%, Me:Et 9:0

$$\text{Kadar air} = \frac{36,2432 - 36,2135}{36,2432 - 31,2236} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 0,5916\%$$

5. 0,80%, Me:Et 7:2

$$\text{Kadar air} = \frac{37,1951 - 37,1732}{37,1951 - 32,1800} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 0,4367\%$$

6. 0,80%, Me:Et 5:4

$$\text{Kadar air} = \frac{37,6543 - 37,6291}{37,6543 - 32,6529} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 0,5038\%$$

7. 0,85%, Me:Et 9:0

$$\text{Kadar air} = \frac{34,5836 - 34,5538}{34,5836 - 29,5715} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 0,5945\%$$

8. 0,85%, Me:Et 7:2

$$\text{Kadar air} = \frac{32,8423 - 32,8247}{32,8423 - 27,8399} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 0,3518\%$$

9. 0,85%, Me:Et 5:4

$$\text{Kadar air} = \frac{35,5519 - 35,4874}{35,5519 - 30,5029} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 0,4891\%$$

Tabel 7-3 Perhitungan Kadar Air

KOH (%)	Me:Et	m minyak (g)	m cawan (g)	m cawan + minyak (sebelum oven) (g)	m cawan + minyak (Setelah oven) (g)	kadar air (%)
0.75	9=0	5.0013	31.2188	36.2201	36.1986	0.4299
	7=2	5.0038	27.8514	32.8552	32.8450	0.2038
	5=4	5.0037	30.5026	35.5063	35.4885	0.3557
0.80	9=0	5.0196	31.2236	36.2432	36.2135	0.5917
	7=2	5.0151	32.1800	37.1951	37.1732	0.4367
	5=4	5.0014	32.6529	37.6543	37.6291	0.5039
0.85	9=0	5.0121	29.5715	34.5836	34.5538	0.5946
	7=2	5.0024	27.8399	32.8423	32.8247	0.3518
	5=4	5.0090	30.5029	35.5119	35.4874	0.4891

d. Perhitungan Angka Penyabunan

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(VB - VS) \times N \text{ HCl} \times \text{BM KOH}}{m \text{ sampel}}$$

1. 0,75%, Me:Et 9:0

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(12,5 - 5) \text{ mL} \times 0,5 \times 56,1 \text{ g/mol}}{1,504 \text{ gram}}$$

$$\text{Angka Penyabunan} = 139,8770 \text{ gram} \frac{\text{KOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

2. 0,75%, Me:Et 7:2

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(12,5 - 5,4) \text{ mL} \times 0,5 \times 56,1 \text{ g/mol}}{1,504 \text{ gram}}$$

$$\text{Angka Penyabunan} = 132,4169 \text{ gram} \frac{\text{KOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

3. 0,75%, Me:Et 9:0

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(12,5 - 5,9)\text{mL} \times 0,5 \times 56,1 \text{ g/mol}}{1,504 \text{ gram}}$$

$$\text{Angka Penyabunan} = 123,0917 \text{ gram} \frac{\text{KOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

4. 0,80%, Me:Et 9:0

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(12,5 - 6,8)\text{mL} \times 0,5 \times 56,1 \text{ g/mol}}{1,504 \text{ gram}}$$

$$\text{Angka Penyabunan} = 106,3065 \text{ gram} \frac{\text{KOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

5. 0,80%, Me:Et 7:2

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(12,5 - 7,3)\text{mL} \times 0,5 \times 56,1 \text{ g/mol}}{1,504 \text{ gram}}$$

$$\text{Angka Penyabunan} = 96,9814 \text{ gram} \frac{\text{KOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

6. 0,80%, Me:Et 5:4

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(12,5 - 7,7)\text{mL} \times 0,5 \times 56,1 \text{ g/mol}}{1,504 \text{ gram}}$$

$$\text{Angka Penyabunan} = 89,5213 \text{ gram} \frac{\text{KOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

7. 0,85%, Me:Et 9:0

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(12,5 - 8,9)\text{mL} \times 0,5 \times 56,1 \text{ g/mol}}{1,504 \text{ gram}}$$

$$\text{Angka Penyabunan} = 67,1410 \text{ gram} \frac{\text{KOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

8. 0,85%, Me:Et 7:2

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(12,5 - 8,9)\text{mL} \times 0,5 \times 56,1 \text{ g/mol}}{1,504 \text{ gram}}$$

$$\text{Angka Penyabunan} = 67,1410 \text{ gram} \frac{\text{KOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

9. 0,85%, Me:Et 5:4

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(12,5 - 9,0)\text{mL} \times 0,5 \times 56,1 \text{ g/mol}}{1,504 \text{ gram}}$$

$$\text{Angka Penyabunan} = 65,2759 \text{ gram} \frac{\text{KOH}}{\text{gram}} \text{ sampel}$$

Tabel 7-4 Perhitungan angka penyabunan

KOH (%)	Me:Et	V HCl (mL)	angka penyabunan (g KOH/g sampel)
	Blanko	12.5	-
0.75	9=0	5.0	139.8770
	7=2	5.4	132.4169
	5=4	5.9	123.0917
0.80	9=0	6.8	106.3065
	7=2	7.3	96.9814
	5=4	7.7	89.5213
0.85	9=0	8.9	67.1410
	7=2	8.9	67.1410
	5=4	9.0	65.3759

e. Bilangan Iod

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(B - S) \times N \text{ Natrium Tiosulfat} \times \text{BA I}}{\text{massa}} \times 100/1000$$

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(42,5 - 7,8) \times 0,5 \text{ N} \times 56,1 \text{ gram/mol}}{1,5043 \text{ gram}} \times 100/1000$$

$$\text{Bilangan Iod} = 64,70 \text{ gI}_2/\text{gsampel}$$

f. Angka Setana

$$\text{Angka Setana} = 46,3 + \left(\frac{5458}{\text{SN}} \right) - (0,255 \times \text{IV})$$

$$\text{Angka Setana} = 46,3 + \left(\frac{5458}{96,9814} \right) - (0,255 \times 64,70)$$

$$\text{Angka Setana} = 86,0803$$

Lampiran 6. Analisis Two Way Anova

Analisis Two Way Anova

1. Randemen Biodiesel

Me:Et	variasi KOH		
	0,75%	0,80%	0,85%
9=0	79.2739	88.6148	86.1236
7=2	80.193	92.0672	91.0178
5=4	80.6445	84.6639	85.6479

Hipotesis

Ho = Variasi Metanol-Etanol tidak berpengaruh signifikan terhadap randemen biodiesel yang dihasilkan.

Hi = Variasi Metanol-Etanol berpengaruh signifikan terhadap randemen biodiesel yang dihasilkan.

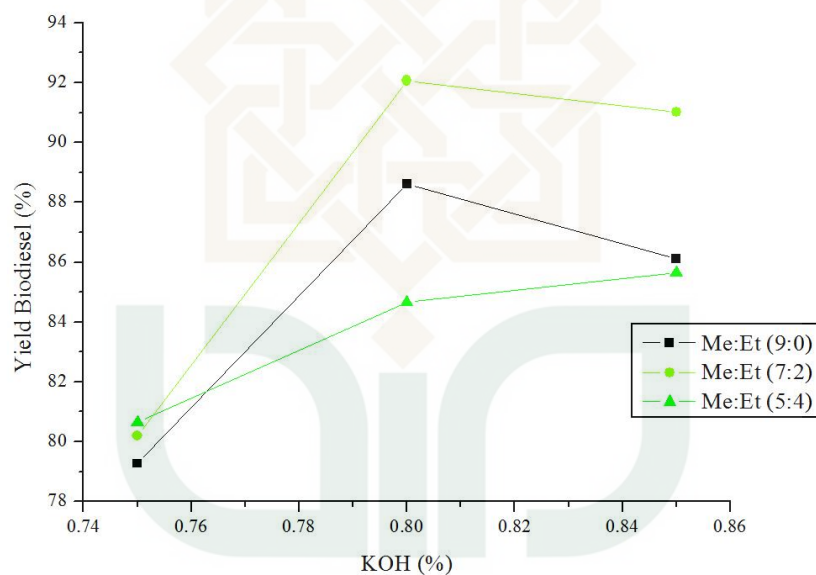
Anova: Two-Factor Without Replication

Summary	Count	Sum	Average	Variance
9=0	3	254.0123	84.67077	23.39615
7=2	3	263.278	87.75933	43.21236
5=4	3	250.9563	83.6521	7.026307
0,75%	3	240.1114	80.03713	0.487857
0,80%	3	265.3459	88.44863	13.72292
0,85%	3	262.7893	87.59643	8.835885

ANOVA

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
Rows	27.44629	2	13.72315	2.94377	0.16366	6.944272
Variasi Konsentrasi KOH	128.6226	2	64.3113	13.7955	0.016032	6.944272
Error	18.64703	4	4.661759			
Total	174.7159	8				

- a. Pada variasi Me:Et terlihat bahwa nilai $F < F_{crit} 2.94377 < 6.944272$ hal ini menunjukkan bahwa variasi metanol-etanol tidak berpengaruh signifikan terhadap randemen biodiesel yang dihasilkan.
- b. Pada variasi konsentrasi katalis KOH terlihat bahwa $F > F_{crit} 13.7955 > 6.944272$ hal ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi katalis KOH berpengaruh signifikan terhadap randemen biodiesel yang dihasilkan.



2. Analisis Kadar Air

Me-Et	KOH		
	0.75%	0.80%	0.85%
9=0	0.4299	0.5917	0.5946
7=2	0.2038	0.4367	0.3518
5=4	0.3557	0.5039	0.4891

Hipotesis

H_0 = Variasi Metanol-Etanol tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar air biodiesel yang dihasilkan.

Hi = Variasi Metanol-Etanol berpengaruh signifikan terhadap kadar air biodiesel yang dihasilkan.

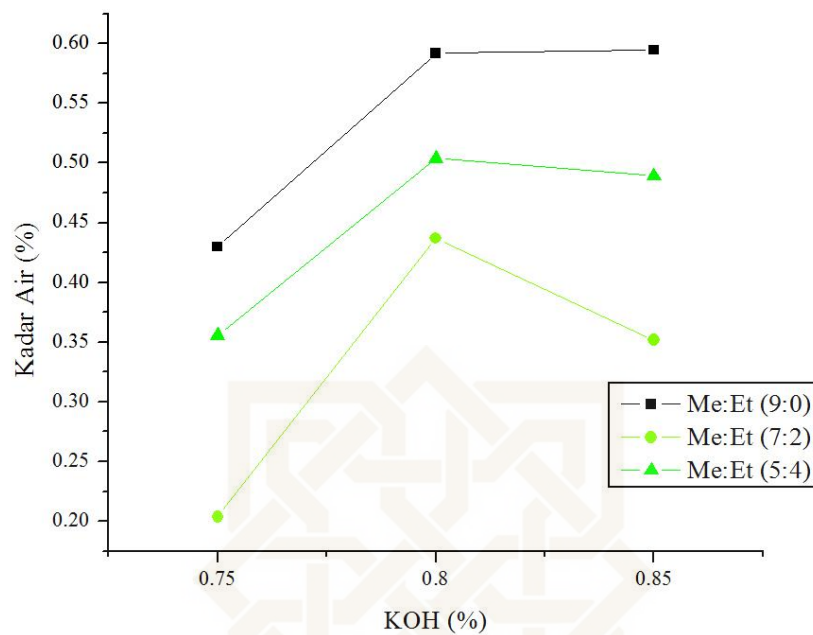
Anova: Two-Factor Without Replication

<i>SUMMARY</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
9=0	3	1.6162	0.538733	0.008886
7=2	3	0.9923	0.330767	0.013892
5=4	3	1.3487	0.449567	0.006663
0.75%	3	0.9894	0.3298	0.013283
0.80%	3	1.5323	0.510767	0.006042
0.85%	3	1.4355	0.4785	0.014822

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Rows	0.065314	2	0.032657	43.83158	0.001904	6.944272
Columns	0.055902	2	0.027951	37.51497	0.002562	6.944272
Error	0.00298	4	0.000745			
Total	0.124196	8				

- c. Pada variasi Me:Et terlihat bahwa nilai $F > F_{crit}$ $43.83158 > 6.944272$ hal ini menunjukkan bahwa variasi metanol-etanol berpengaruh signifikan terhadap kadar air biodiesel yang dihasilkan.
- d. Pada variasi konsentrasi katalis KOH terlihat bahwa $F > F_{crit}$ $37.51497 > 6.944272$ hal ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi katalis KOH berpengaruh signifikan terhadap kadar air biodiesel yang dihasilkan.



3. Angka Asam

Me:Et	KOH		
	0.75%	0.80%	0.85%
9=0	0.29250	0.35120	0.32000
7=2	0.39830	0.34000	0.30240
5=4	0.37210	0.29250	0.24990

Hipotesis

Ho = Variasi Metanol-Etanol tidak berpengaruh signifikan terhadap angka asam biodiesel yang dihasilkan

Hi = Variasi Metanol-Etanol berpengaruh signifikan terhadap angka asam biodiesel yang dihasilkan

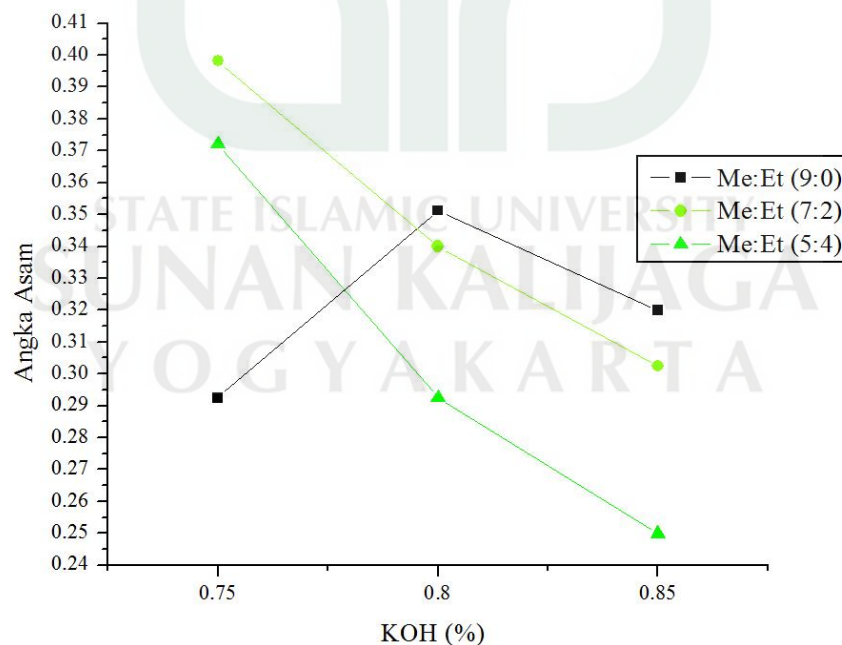
Anova: Two-Factor Without Replication

SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance
9=0	3	0.9637	0.321233	0.000863
7=2	3	1.0407	0.3469	0.002335
5=4	3	0.9145	0.304833	0.003847
0.75	3	1.0629	0.3543	0.003036
0.8	3	0.9837	0.3279	0.000971
0.85	3	0.8723	0.290767	0.00133

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows Variasi Konsentrasi						
KOH	0.006112	2	0.003056	1.532449	0.320559	6.944272
Error	0.007977	4	0.001994			
Total	0.016787	8				

- e. Pada variasi Me:Et terlihat bahwa nilai $F < F_{crit}$ $0.676263 < 6.944272$ hal ini menunjukkan bahwa variasi metanol-etanol tidak berpengaruh signifikan terhadap angka asam biodiesel yang dihasilkan.
- f. Pada variasi konsentrasi katalis KOH terlihat bahwa $F < F_{crit}$ $1.532449 < 6.944272$ hal ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi katalis KOH tidak berpengaruh signifikan terhadap angka asam biodiesel yang dihasilkan.



4. Angka Penyabunan

Me:Et	KOH		
	0.75%	0.80%	0.85%
9=0	139.8770	106.3065	67.1410
7=2	132.4169	96.9814	67.1410
5=4	123.0917	89.5213	65.3759

Hipotesis

Ho = Variasi Metanol-Etanol tidak berpengaruh signifikan terhadap angka penyabunan biodiesel yang dihasilkan.

Hi = Variasi Metanol-Etanol berpengaruh signifikan terhadap angka penyabunan biodiesel yang dihasilkan.

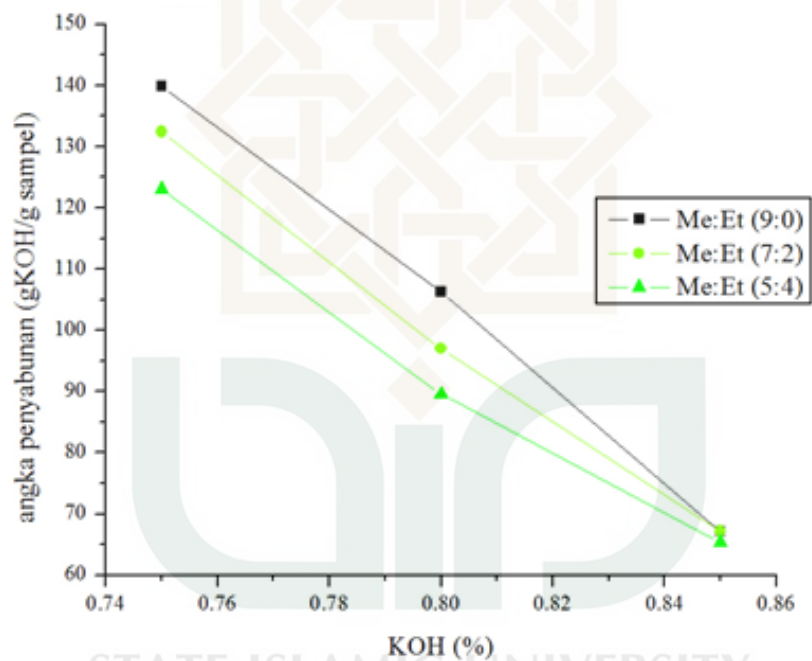
Anova: Two-Factor Without Replication

SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance
9=0	3	313.3245	104.4415	1325.24
7=2	3	296.5393	98.84643	1067.845
5=4	3	277.9889	92.66297	840.1809
0.75	3	395.3856	131.7952	70.72646
0.8	3	292.8092	97.60307	70.72559
0.85	3	199.6579	66.55263	1.038526

ANOVA

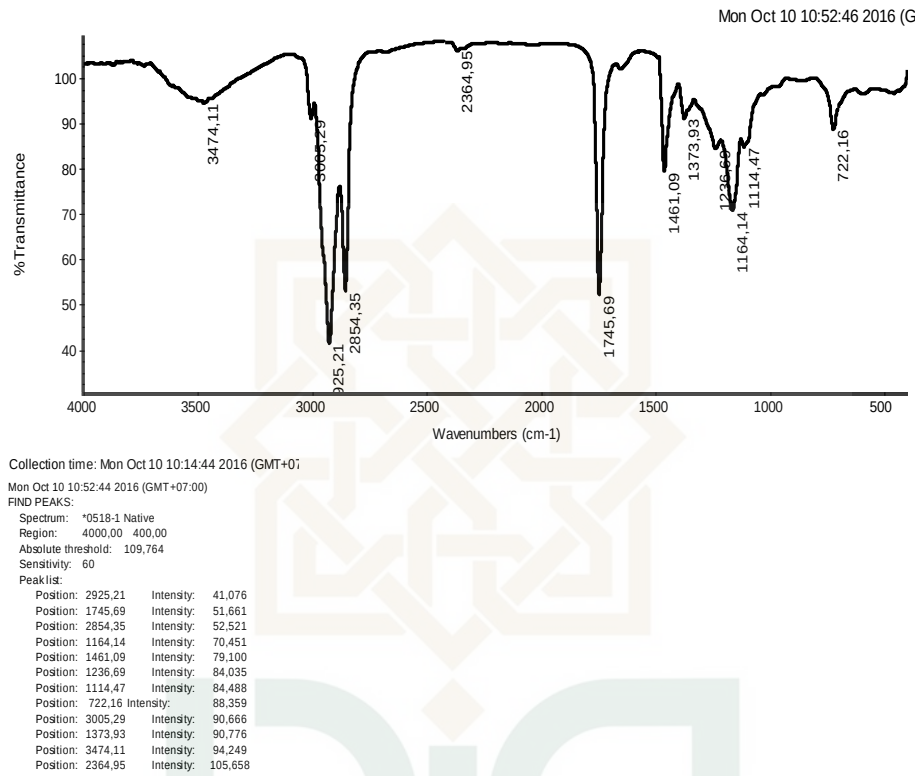
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows Variasi Konsentrasi	208.2739	2	104.1369	5.430356	0.07245	6.944272
KOH	6389.824	2	3194.912	166.6028	0.000141	6.944272
Error	76.70726	4	19.17682			
Total	6674.805	8				

- g. Pada variasi Me:Et terlihat bahwa nilai $F < F_{crit} 5.430356 < 6.944272$ hal ini menunjukkan bahwa variasi metanol-etanol tidak berpengaruh signifikan terhadap angka penyabunan biodiesel yang dihasilkan.
- h. Pada variasi konsentrasi katalis KOH terlihat bahwa $F < F_{crit} 116.6028 < 6.944272$ hal ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi katalis KOH berpengaruh signifikan terhadap angka penyabunan biodiesel yang dihasilkan.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Lampiran 7. Spektra Inframerah Senyawa Metil Ester



Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian



Hasil Titrasi penentuan bilangan asam



Hasil Reaksi Trasnesterifikasi Tanpa
Menggunakan Katalis



Hasil Reaksi Trasnesterifikasi Dengan
Menggunakan Katalis KOH



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Laila Nurul Ulfa Murtadlo

Tempat, Tanggal Lahir : Klaten, 01 Oktober 1994

Alamat Asal :Pungkruk RT/RW 008/004, Borangan, Manisrengo,
Klaten

Nomer Hp : 085786971347

Email : lailanurululfamurtadlo@gmail.com

Pendidikan Formal :1. TK RA Kartini 2 Sukorini, Klaten (1999-2000)
2. SD N 1 Borangan, Manisrenggo, Klaten (2000-2006)
3. SMP N 1 Manisrenggo, Klaten (2006-2009)
4. MA N Demak (2009-2012)
5. UIN Sunan Kalijaga (2012-2017)

Pendidikan Non Formal : 1. PP. Al Fattah Setinggil, Demak (2009-2012)