

**PERBANDINGAN KUALITAS BIODIESEL JELANTAH
(MINYAK GORENG BEKAS) MENGGUNAKAN
KATALIS KOH DENGAN NaOH DAN
SUMBANGSIHNYA PADA MATERI
LIMBAH DI KELAS X SMA/MA**



SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh
Gelara Sarjana Pendidikan (S.Pd.)**

Oleh :

**Try Utami Mufti Handayani
NIM. 11222058**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN FATAH
PALEMBANG
2015**

Hal: Persetujuan Pembimbing
Lamp.: -

Kepada Yth.
Bapak Dekan Fakultas
UIN Raden Fatah Palembang
Di
Palembang

Assalamualaikum Wr. Wb.

Setelah melalui proses bimbingan, arahan dan koreksian baik dari segi isi maupun teknik penulisan terhadap skripsi saudara :

Nama : Try Utami Mufti Handayani
NIM : 11222058
Program : S1 Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Perbandingan Kualitas Biodiesel Jelantah (Minyak Goreng Bekas) Menggunakan Katalis NaOH dengan KOH dan Sumbangsihnya pada Materi Limbah di Kelas X SMA/MA

Maka, kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara tersebut dapat diajukan dalam Sidang Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang.

Demikian harapan kami dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Palembang, November 2015

Pembimbing I

Pembimbing II

Agustiani Dumeva Putri, M.Si.
NIP. 197208122005012005

Elfira Rosa Pane, M.Si.
NIP. 198110232009122004

PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Perbandingan Kualitas Biodiesel Jelantah (Minyak Goreng Bekas)
Menggunakan Katalis NaOH dengan KOH dan Sumbangsihnya
pada Materi Limbah di Kelas X SMA/MA

Nama : Try Utami Mufti Handayani
NIM : 11222058
Program : S1 Pendidikan Biologi

Telah Disetujui Tim Penguji Ujian Skripsi.

1. Ketua	: Dr. Munir, M.Ag. NIP. 19710304 200112 1 002	(.....)
Sekretaris	: Indah Wigati, M. Pd. I. NIP. 19770703 200710 2 004	(.....)
2. Penguji I	: Irham Falahuddin, M.Si. NIP. 19711002 199903 1 002	(.....)
4. Penguji II	: Syarifah, S.Si., M. Kes. NIP. 19750429 200912 2 001	(.....)

Diuji di Palembang pada tanggal 26 November 2015

Waktu : 08.00 - 10.00 WIB

Hasil/IPK : 3,6

Predikat : Amat Baik

Dekan Fakultas Tarbiyah
UIN Raden Fatah Palembang

DR. Kasinyo Harto, M. Ag.
NIP. 197109111997031004

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“dan tidak ada seorangpun yang setara dengan Dia.” (QS. Al Ikhlas: 4)

“Katakanlah: "Wahai Tuhan Yang mempunyai kerajaan, Engkau berikan kerajaan kepada orang yang Engkau kehendaki dan Engkau cabut kerajaan dari orang yang Engkau kehendaki. Engkau muliakan orang yang Engkau kehendaki dan Engkau hinakan orang yang Engkau kehendaki. Di tangan Engkaulah segala kebajikan. Sesungguhnya Engkau Maha Kuasa atas segala sesuatu.” (QS. Ali ‘Imron: 26)

“Bukankah Kami telah melapangkan untukmu dadamu?, dan Kami telah menghilangkan daripadamu bebanmu, yang memberatkan punggungmu. Dan Kami tinggikan bagimu sebutan (nama)mu. Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. “ (QS. Al- Insiyiroh: 1-7)

“Tuhanmu tiada meninggalkan kamu dan tiada (pula) benci kepadamu. Dan sesungguhnya hari kemudian itu lebih baik bagimu dari pada yang sekarang (permulaan). Dan kelak Tuhanmu pasti memberikan karunia-Nya kepadamu , lalu (hati) kamu menjadi puas. Bukankah Dia mendapatimu sebagai seorang yatim, lalu Dia melindungimu?. Dan Dia mendapatimu sebagai seorang yang bingung lalu Dia memberikan petunjuk. Dan Dia mendapatimu sebagai seorang yang kekurangan, lalu Dia memberikan kecukupan.”

(QS. Adh-Dhuha: 3-8)

AlhamduLILLAhirobbil'alamin kupersembahkan karya yang sederhana ini

kepada :

*Ibundaku tercinta **Siti Muslihah** dan Ayahandaku tersayang **Abu Tholhah** yang tidak pernah lelah memberikan bimbingan hidup agar menjadi *Insan kamil* dan senantiasa mendoakan disetiap ibadah kepada *Robb* Semesta Alam.

* Saudara-saudariku **Islahatul Ummah, S.Pd.I., Anisah Nur Ubayya, S.Pd.I., Muhammad Luthfi, Nashirotud Diniyyah, Nailul Fadhillah, Nur Kholifah, Hanif Asyhuri, Zakiyatul Aqliyah** yang selalu memberi motivasi tersirat dari berbagai kisah kalian.

* Sahabat dan teman-teman seperjuangan angkatan 2011: Nisa, Vini, Yeni, Marisah, , Nurul, Weni, Novi, Dian, Ela, Yulinda, Dwi, Sarina, Aan, Niar, mbak winda, Ardi, Imam, serta teman-teman satu jurusan lainnya Bio 1 dan Bio 2 terima kasih atas bantuan dan partisipasinya

* Kakak tingkatku mbak Nurhasanah, kak Casmin, mbak Sirma dan mbak Dwi yang telah banyak menolong dan membimbingku selama di tempat rantau.

* Teman Seperjuangan HMJ pendidikan Biologi, LDK serta adik-adik 2012-2014 yang telah menorehkan setetes sejarah.

Semoga ALLAH SWT mempertemukan kita di Jannah-Nya.

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda-tangan di bawah ini :

Nama : Try Utami Mufti Handayani
Tempat dan tanggal lahir : Prabumulih. 08 Mei 1993
Program Studi : Pendidikan Biologi
NIM : 11222058

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Seluruh data, informasi, interpretasi serta pernyataan dalam pembahasan dan kesimpulan yang disajikan dalam karya ilmiah ini, kecuali yang disebutkan sumbernya adalah merupakan hasil pengamatan, penelitian, pengolahan, serta pemikiran saya dengan pengarahan dari para pembimbing yang ditetapkan.
2. Karya ilmiah yang saya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di UIN Raden Fatah maupun perguruan tinggi lainnya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari ditemukan adanya bukti ketidakbenaran dalam pernyataan tersebut di atas, maka saya bersedia menerima sanksi akademis berupa pembatalan gelar yang saya peroleh melalui pengajuan karya ilmiah ini.

Palembang, Mei 2016
Yang membuat pernyataan,

Try Utami Mufti Handayani
NIM. 11222058

ABSTRACT

Recooking oil is the oil that has been used manytimes in a frying pan. Recooking oil is harmful to the body if reconsumed, it is easily freezes at low temperatures can clog waterways if disposed of as waste. Utilization of frecooking oil into biodiesel is an alternative in the processing of waste recooking oil. Biodiesel is a fuel made from vegetable oil. Has conducted a study to compare the biodieselrecooking oil quality (used cooking oil) by using NaOH with KOH catalyst. At the stage of the transesterification reaction used recooking oil into biodiesel production using different catalyst are NaOH and KOH in this study alms to know the differences in biodiesel quality based on the test parameters acid number, density, moisture content, and thenumber of soap. Transesterification reaction made by mixing 500 ml of recooking oil with 100 ml of methanol and the amount of catalyst KOH and NaOH 1,25 grams respectively. The reaction is carried out at a temperature of 60°C. Based on the results of the transesterification conducted, the results obtained with the catalyst NaOH biodiesel with a specific gravity (0,869 g/ml, 0,87 g/ml dan 0,84g/ml), water content (0,08%, 0,04% dan 0,05%). Number soaps (280,8, 210,4 dan 172) and acid number (5,6 mg KOH/g, 3,6 mg KOH/g dan 6,8mg KOH/g) to density, the water content and the number of soap still complete the criteria of biodiessel standars (SNI). While he results of biodiesel with KOH catlyst is the spesific gravity (0,878 g/ml, 0,896 g/ml dan 0,87 g/ml)of water content (0,03%, 0,085% dan 0,079%) number of soap (305,6, 299,2, dan 312,8) and acid number (11,8 mg KOH/g , 57,2 mg KOH/g, 8,14 mg KOH/g) for density, moisture content and number of soap still complete the criteria biodiesel standars (SNI). From the results obtained is known that biodiesel by using NaOH catalist having a better quality than biodiesel using by KOH cataliyst. The reseach contribution in the feld of education are the form of lesson plans, enrichment material and the process of making biodiesel video.

Keyword : transesterification, recooking oil, biodiesel, catalyst, KOH, NaOH.

ABSTRAK

Minyak jelantah adalah minyak yang telah digunakan berkali-kali dalam penggorengan. Minyak jelantah berbahaya bagi tubuh jika dikonsumsi kembali, sifatnya yang mudah membeku pada suhu rendah dapat menyumbat saluran air jika dibuang sebagai limbah. Pemanfaatan minyak jelantah menjadi biodiesel merupakan alternatif dalam pengolahan limbah minyak jelantah. Biodiesel adalah bahan bakar yang terbuat dari minyak nabati. Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui perbandingan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH. Pada tahapan reaksi transesterifikasi minyak jelantah dalam pembuatan biodiesel menggunakan katalis yang berbeda yaitu NaOH dan KOH pada penelitian ini bertujuan untuk melihat perbedaan kualitas biodiesel berdasarkan parameter uji angka asam, densitas, kadar air, dan bilangan sabun. Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan mencampurkan 500 ml minyak jelantah dengan 100 ml metanol dan jumlah katalis KOH dan NaOH masing-masing 1,25 gram. Reaksi dilakukan pada temperatur 60°C. Berdasarkan hasil transesterifikasi yang dilakukan, diperoleh hasil biodieseldengan katalis NaOH dengan berat jenis(0,869 g/ml, 0,87 g/ml dan 0,84g/ml),kadar air (0,08%, 0,04% dan 0,05%). bilangan sabun (280,8, 210,4 dan 172)dan bilangan asam (5,6 mg KOH/g, 3,6 mg KOH/g dan 6,8mg KOH/g) untuk berat jenis, kadar air dan bilangan sabun masih memenuhi kriteria standar biodiesel (SNI). Sedangkan hasil biodiesel dengan katalis KOH adalah berat jenis (0,878 g/ml, 0,896 g/ml dan 0,87 g/ml), kadar air (0,03%, 0,085% dan 0,079%) bilangan sabun (305,6, 299,2,dan 312,8) dan bilangan asam (11,8 mg KOH/g , 57,2 mg KOH/g, 8,14 mg KOH/g) untuk berat jenis, kadar air dan bilangan sabun masih memenuhi kriteria standar biodiesel (SNI). Dari hasil yang didapat diketahui bahwa biodiesel menggunakan katalis NaOH memiliki kualitas lebih baik dari biodiesel yang menggunakan katalis KOH. Sumbagsih penelitian ini dalam dunia pendidikan adalah berupa RPP, materi pengayaan dan video pembuatan biodiesel.

Kata kunci: transesterifikasi, minyak jelantah, biodiesel, katalis, KOH, NaOH

KATA PENGANTAR



Puji dan Syukur kepada *Robb* Semesta Alam dengan segala kemahaan-Nya, sehingga miliaran sel dalam setiap jaringan makhluk hidup bertasbih dan begitu taat menjalani tugasnya membentuk organ, sistem organ hingga pada akhirnya menjadi *insan* yang berakal. Atas ridho Allah SWT. dengan memanfaatkan akal sebagai bentuk *ikhtiar* syukur, akhirnya Skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik tepat pada waktunya.

Sholawat serta salam selalu tercurah kepada tauladan kita nabi Muhammad SAW. Seorang Rosul yang dengan izin Allah SWT. memahami semua aspek keilmuan yang tidak seorang pun pengetahuannya melebihi pengetahuan beliau.

Skripsi yang Penulis buat dengan judul Perbandingan Kualitas Biodiesel Jelantah (Minyak Goreng Bekas) Menggunakan Katalis NaOH dengan KOH dan Sumbangsihnya pada Materi Limbah di Kelas X SMA/MA dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Pendidikan Biologi.

Tidak lupa Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang diberikan selama penyusunan Skripsi ini kepada :

1. Allah SWT. yang telah memberikan kesabaran, kekuatan, dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Bapak Prof. Aflatun Muchtar selaku Rektor UIN Raden Fatah Palembang.
3. Bapak Prof. Dr. Kasinyo Harto, M. Ag sebagai Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang.

4. Bapak Dr. Irham Falahudin, M. Si selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang.
5. Ibu Syarifah, M.Kes selaku Penguji II yang telah memberikan arahan dan saran terbaiknya untuk membangun perbaikan skripsi sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
6. Ibu Agustiani Dumeva Putri, M.Si sebagai Dosen Pembimbing I, Ibu Elfira Rosa Pane, M.Si sebagai Dosen Pembimbing II yang selalu tulus dan ikhlas untuk membimbing dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini.
7. Ibu Indah Wigati, M. Pd. I dan para Staf Karyawan Perpustakaan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang yang telah membantu memfasilitasi kemudahan dalam mencari literatur untuk skripsi ini.
8. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang yang telah sabar mengajar dan memberikan ilmu selama saya kuliah di UIN Raden Fatah Palembang dan Orangtua saya yang selalu memberikan cinta, motivasi kepada saya dan teman-teman sealmamater yang sama-sama berjuang untuk sukses.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, karenanya Penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun agar dapat digunakan demi perbaikan Skripsi ini nantinya. Penulis juga berharap agar Skripsi ini akan memberikan banyak manfaat bagi yang membacanya.

Palembang, Oktoberber 2015
Penulis,

Try Utami Mufti Handayan

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	iv
Halaman Persetujuan	v
Halaman Pengesahan	vi
Halaman Persembahan	vii
Halaman Pernyataan	ix
<i>Abstract</i>	x
Abstrak	xi
Kata Pengantar.....	xii
Daftar Isi.....	xiv
Daftar Tabel.....	xvii
Daftar gambar	xviii
Daftar lampiran.....	xix
 Bab I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian.....	7
E. Hipotesis Penelitian	7
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Minyak Goreng	8
B. Minyak Jelantah.....	9
1. Bahaya Minyak Jelantah	10
2. Pemurnian Minyak Jelantah.....	12
C. Biodiesel.....	13

1. Manfaat Biodiesel.....	15
2. Reaksi pembuatan Biodiesel	16
D. Metanol.....	24
1. Sifat-sifat Metanol.....	25
2. kegunaan Metanol	26
E. Asam Sulfat	26
F. KOH	27
G. NaOH.....	28
H. Kajian Penelitian Terdahulu	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	32
B. Waktu dan Tempat.....	32
C. Alat dan Bahan	32
D. Prosedur Percobaan	33
1. Pemurnian Minyak Jelantah	33
2. Esterifikasi.....	33
3. Tranesterifikasi	34
E. Uji Kualitas Biodiesel	36
F. Skema Pembuatan Biodiesel	39
.....	
G. Tabulasi Hasil Pengamatan.....	41
H. Teknik Analisis Data	41
1. Analisis Varian	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	48
1. Densitas.....	48
2. Uji Kadar Air.....	49

3. Uji Angka Asam.....	49
4. Uji Angka Sabun	50
5. Tabulasi Hasil Penelitian	50
6. Analisis Sidik Ragam	51
7. Rataan marginal.....	52
B. Pembahasan	53
1. Densitas.....	56
2. Uji Kadar Air.....	60
3. Uji Angka Sabun	63
4. Uji Angka Asam.....	66
C. Sumbangsih pada Pembelajaran di SMA/MA	70
D. Sumbangsih pada Masyarakat	71
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	73
B. Saran.....	74
 DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN	79
RIWAYAT HIDUP.....	119

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Parameter Biodiesel Indonesia.....	14
Tabel 2 Sifat – Sifat Fisika dan Kimia Metanol.....	25
Tabel 3 Sifat Fisika dan Kimia Asam Sulfat.....	27
Tabel 4 Sifat Fisika dan Kimia KOH.....	28
Tabel 5 Sifat Fisika dan Kimia NaOH.....	29
Tabel 6 Kajian Penelitian Terdahulu	30
Tabel 7. Tabulasi Data Hasil Pengamatan	41
Tabel 8. Anova Dua Jalur.....	46
Tabel 9. Hasil Penelitian Uji Berat Jenis Biodiesel	48
Tabel 10. Hasil Penelitian Biodiesel Uji Kadar Air	49
Tabel 11. Hasil Penelitian Biodiesel Uji Angka Asam	49
Tabel 12. Hasil Penelitian Biodiesel Uji Angka Sabun	50
Tabel 13. Hasil Penelitian Perbedaan Kualitas Biodiesel Jelantah (Minyak Goreng Bekas) Menggunakan Katalis NaOH dengan KOH	50
Tabel 14. Hasil Analisis Sidik Ragam Perbedaan Kualitas Biodiesel Jelantah (Minyak Goreng Bekas) Menggunakan Katalis NaOH dengan KOH	51
Tabel 15. Rataan Marginal Hasil Penelitian Perbedaan Kualitas Biodiesel Jelantah (Minyak Goreng Bekas) Menggunakan katalis NaOH dengan KOH	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Hasil Reaksi Esterifikasi Biodiesel Jelantah	17
Gambar 2. Biodiesel Hasil Transesterifikasi	21
Gambar 3. Hasil Transesterifikasi Sebelum Pencucian	55
Gambar 4. Pemisahan Hasil Transesterifikasi.....	55
Gambar 5. Fase Bawah Hasil Transesterifikasi.....	55
Gambar 6. Hasil Pencucian	59
Gambar 7. Hasil Pencucian Transesterifikasi.....	63
Gambar 8. Pencucian Biodiesel.....	65
Gambar 9. Biodiesel Setelah Pencucian	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Uji Kualitas Biodiesel Jelantah	79
Lampiran 2. Perhitungan Analisis Sidik Ragam	81
Lampiran 3. Gambar Penelitian.....	89
Lampiran 4. Materi Pengayaan	96
Lampiran 5. Lembar Kerja Siswa.....	104
Lampiran 6. Silabus	106
Lampiran 7. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	109

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Minyak terdapat pada hampir semua bahan pangan dengan kandungan yang berbeda-beda. Dalam pengolahan bahan pangan, minyak berfungsi sebagai media penghantar panas, seperti minyak goreng, mentega dan margarin. Minyak goreng adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia dalam rangka pemenuhan kebutuhan sehari-hari. Minyak goreng yang kita konsumsi sehari-hari sangat erat kaitannya dengan kesehatan. Masyarakat kita sangat majemuk dengan tingkat ekonomi yang berbeda-beda. Ada masyarakat yang menggunakan minyak goreng hanya untuk sekali pakai, namun ada juga masyarakat yang menggunakan minyak goreng untuk berkali-kali pakai, hal ini dapat terjadi selain faktor ekonomi juga kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai dampak dari pemakaian minyak goreng yang berulang-ulang (Sutiah, 2008).

Minyak goreng bekas (jelantah) adalah minyak goreng yang sudah digunakan beberapa kali pemakaian oleh konsumen. Selain warnanya yang tidak menarik dan berbau tengik, minyak jelantah juga mempunyai potensi besar dalam membahayakan kesehatan tubuh. Minyak jelantah mengandung radikal bebas yang setiap saat siap untuk mengoksidasi organ tubuh secara perlahan. Terlalu sering mengonsumsi minyak jelantah dapat meningkatkan potensi kanker didalam tubuh. Menurut para ahli kesehatan, minyak goreng

hanya boleh digunakan dua sampai empat kali untuk menggoreng (Andarwulan (2006) “*dalam*” Pakpahan (2013)).

Sementara itu minyak jelantah juga kaya akan asam lemak bebas. Pembentukan asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas atau jelantah diakibatkan oleh proses hidrolisis yang terjadi selama proses penggorengan yang biasanya dilakukan pada suhu 160-200°C. Menurut Kulkarni dan Dalai (2006) “*dalam*” Mardina (2012) uap air yang dihasilkan pada saat proses penggorengan, menyebabkan terjadinya hidrolisis terhadap trigliserida, menghasilkan asam lemak bebas, digliserida, monogliserida, dan gliserol yang diindikasikan dari angka asam. Menurut Patil *et al* (2010) “*dalam*” Maharani dan Styoningrum (2010) minyak goreng bekas mengandung asam lemak bebas cukup tinggi biasanya >1% berat. Tingginya angka asam suatu minyak jelantah menunjukkan buruknya kualitas dari minyak jelantah tersebut, sehingga minyak jelantah dibuang sebagai limbah yang akan mengganggu lingkungan dan menyumbat saluran air (Mardina, 2012). Minyak jelantah merupakan minyak sisa sisa penggorengan yang tidak bisa digunakan kembali, sehingga biasanya dibuang begitu saja ke saluran pembuangan. Limbah yang terbuang ke pipa dapat menyumbat pipa pembuangan karena pada suhu rendah minyak akan membeku dan mengganggu jalannya air pada saluran pembuangan. Sehingga diperlukanlah solusi dalam penanganan minyak jelantah menjadi produk yang lebih bermanfaat, salah satunya ialah sebagai bahan bakar biodiesel (Wijaya dkk, 2014).

Maka jelaslah bahwa minyak jelantah berbahaya bagi tubuh jika dikonsumsi dan jika minyak jelantah dibuang sebagai limbah, akan

mengganggu lingkungan dan menyumbat saluran air. Dimana menurut Priani (2010) dengan membuang minyak jelantah dapat menimbulkan masalah baru bagi lingkungan. Membuang minyak jelantah ternyata dapat menjadi polusi bagi lingkungan. Dalam menyelamatkan lingkungan berkaitan dengan barang bekas pakai ada tiga metode yang dapat dilakukan yaitu, *Reduce* (mengurangi), *Reuse* (menggunakan kembali), *Recycle* (pengolahan kembali) (Priani, 2011).

Akhir-akhir ini cukup marak penelitian penjernihan limbah minyak jelantah dengan menggunakan karbon aktif. Namun, penggunaan karbon aktif untuk pengolahan juga mempunyai kelemahan karena memungkinkan tertinggalnya logam berat di dalam minyak goreng hasil penjernihan. Logam berat seperti Zn umumnya digunakan sebagai aktivator pada pembuatan karbon aktif (fauziah, 2013).

Dalam penelitian ini penulis memilih metode *Recycle* (pengolahan kembali) dengan memproduksi biodiesel dari minyak jelantah agar dapat bernilai ekonomis dan menambah wawasan masyarakat akan manfaat limbah minyak jelantah. Proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah diharapkan akan menjadi alternatif penyelesaian masalah yang patut dipertimbangkan. Karena nilai ekonomis minyak bekas ini sudah turun dibanding minyak tumbuhan yang belum digunakan (Priani, 2011).

Menurut Sudrajat (2006) Biodiesel adalah sejenis bahan bakar yang termasuk ke dalam kelompok bahan bakar nabati (BBN). Biodiesel merupakan bahan yang sangat potensial untuk menggantikan bahan bakar solar. Bahan bakunya dapat diperbaharui dan bersifat ramah lingkungan. Minyak goreng

bekas dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Biodiesel merupakan bahan bakar yang ramah terhadap lingkungan. Biodiesel tidak mengandung bahan berbahaya seperti Pb, bersifat *biodegradable*, emisi gas buangnya juga lebih rendah dibandingkan emisi bahan bakar diesel. Biodiesel memiliki efek pelumasan yang tinggi sehingga dapat memperpanjang umur mesin dan memiliki angka setana yang tinggi (> 50) (Aziz, 2011).

Sebagaimana dengan firman Allah swt. Bahwasanya tidak ada yang sia-sia dengan ciptaan Allah swt. Bahkan ketika telah menjadi limbah sekalipun, masih tetap ada manfaatnya bagi manusia yang berpengetahuan dibidangnya sebagaimana dalam firman-Nya

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هٰذَا بَطٰلًا سُبْحٰنَكَ قِنَا عَذَابَ النَّارِ

“ (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.”(QS. 'Ali `Imran: 191)

Dalam pembuatan biodiesel, katalis basa kuat yang sering digunakan saat reaksi transesterifikasi adalah KOH dan NaOH. Selain harganya yang relatif lebih murah. Katalis ini juga mempunyai kecepatan mereaksikan lebih tinggi jika dibandingkan dengan katalis asam atau katalis basa kuat lainnya (Abdullah, 2010).

Haryono dkk (2010) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengolahan Minyak Goreng Kelapa Sawit Bekas Menjadi Biodiesel” menyatakan bahwa minyak goreng bekas berpotensi untuk diproses menjadi biodiesel yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif biodiesel.

Sementara itu Aziz dkk (2011) dalam penelitiannya yang berjudul “Pembuatan Produk Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi” menyatakan bahwa *pretreatment* yang dilakukan terhadap minyak goreng bekas mampu menurunkan kadar asam lemak bebas menjadi 1,1% *yield* biodiesel yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi dengan katalis KOH 1 % adalah sebesar 88%. Kualitas biodiesel yang dihasilkan memenuhi SNI biodiesel yang ditetapkan pemerintah pada standar bahan bakar solar.

Syamsidar HS (2010) dalam penelitiannya yang berjudul “Pembuatan dan Uji Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah” menyatakan bahwa dalam 2 L minyak jelantah dengan menggunakan katalis NaOH 2,5 gram pada saat transesterifikasi kualitas biodiesel dari minyak jelantah memiliki mutu yang baik untuk digunakan sebagai bahan bakar karena memenuhi standar biodiesel Indonesia. Hal ini dapat diamati pada nilai uji kualitas yang telah dilakukan dengan membandingkan standar SNI untuk bahan bakar biodiesel.

Berasarkan penjelasan diatas maka penulis tertarik melakukan penelitian mengenai **“Perbandingan Kualitas Biodiesel Jelantah (Minyak Goreng Bekas) Menggunakan Katalis NaOH dengan KOH dan Sumbangsihnya pada Materi Limbah di Kelas X SMA/MA”**. Dengan melakukan penyaringan minyak jelantah terlebih dahulu diharapkan hasil

penelitian ini dapat bersifat ramah lingkungan dan bermanfaat dalam kehidupan masyarakat .

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara memanfaatkan minyak jelantah menjadi biodiesel agar tidak membahayakan lingkungan ?
2. Adakah perbedaan kualitas biodiesel dengan menggunakan katalis KOH dan katalis NaOH pada saat transesterifikasi ?
3. Apa sumbangsih dari pembuatan biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) pada materi limbah di kelas XSMA/MA ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui cara memanfaatkan limbah minyak goreng bekas (jelantah) menjadi biodiesel agar tidak membahayakan lingkungan
2. Mengetahui ada-tidaknya perbedaan kualitas biodiesel yang dibuat menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel yang dibuat menggunakan katalis KOH
3. Memberikan kontribusi pengetahuan serta wawasan terhadap mata pelajaran biologi pada materi limbah di kelas X SMA/MA.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah :

1. Manfaat teoritis : memperkaya wawasan teoritis, khususnya tentang pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas (jelantah)
2. Manfaat praktis :
 - a. Siswa : menambah pengetahuan siswa tentang materi limbah di kelas X SMA/MA
 - b. Guru : menambah wawasan guru sebagai tambahan bahan untuk menyampaikan materi tentang pengelolaan limbah di kelas X SMA/MA
 - c. Sekolah : sebagai bahan referensi bagi sekolah untuk memanfaatkan limbah minyak jelantah menjadi biodiesel
 - d. Peneliti : menambah ilmu, wawasan, dan pengetahuan tentang manfaat minyak jelantah dalam pembuatan biodiesel

E. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. H₁ : ada perbedaan kualitas antara biodiesel jelantah yang menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel jelantah yang menggunakan katalis KOH.
2. H₀ : tidak ada perbedaan kualitas antara biodiesel jelantah yang menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel jelantah yang menggunakan katalis KOH.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Minyak Goreng

Dibalik warnanya yang bening kekuningan, minyak goreng merupakan campuran dari berbagai senyawa. Komposisi terbanyak dari minyak goreng yang mencapai hampir 100 % adalah lemak. Disamping lemak, minyak goreng juga mengandung senyawa-senyawa lain seperti beta karoten, vitamin E, lesistin, sterol, asam lemak bebas, bahkan karbohidrat dan protein. Namun semua senyawa itu hanya terdapat dalam jumlah yang sangat kecil (Lestari, 2010).

Menurut Ambarita (2004) minyak goreng merupakan bahan pangan yang digunakan sehari-hari oleh masyarakat untuk memasak makanan karena penampakan, rasa, dan tekstur yang lebih menarik dari pada makanan yang diolah dengan cara lain. Minyak merupakan bahan dasar yang penting dalam proses penggorengan bagi industri penggorengan dengan fungsi utama sebagai medium penghantar panas. Minyak sawit di Indonesia termasuk salah satu komoditi perkebunan yang telah memberikan banyak kontribusi terhadap pendapatan negara. Indonesia merupakan negara produsen minyak sawit terbesar kedua di dunia setelah Malaysia. Minyak sawit dihasilkan dari proses ekstraksi bagian serabut buah dari tanaman kelapa sawit. Minyak yang dihasilkan dari proses ekstraksi bagian kulit/serabut buah tersebut disebut minyak mentah dan dikenal dengan *Crude Palm Oil* (CPO) dan

dibagian biji buah disebut *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) (Silaban dkk, 2013).

B. Minyak Jelantah

Minyak goreng bekas (jelantah) adalah minyak goreng yang sudah digunakan beberapa kali pemakaian oleh konsumen. Selain warnanya yang tidak menarik dan berbau tengik, minyak jelantah juga mempunyai potensi besar dalam membahayakan kesehatan tubuh. Minyak jelantah mengandung radikal bebas yang setiap saat siap untuk mengoksidasi organ tubuh secara perlahan. Minyak jelantah kaya akan asam lemak bebas. Terlalu sering mengkonsumsi minyak jelantah dapat meningkatkan potensi kanker didalam tubuh. Menurut para ahli kesehatan, minyak goreng hanya boleh digunakan dua sampai empat kali untuk menggoreng (Akbar, 2008).

Minyak jelantah (*fried palm oil*) merupakan limbah dan bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan. Jadi jelas bahwa pemakaian minyak jelantah yang berkelanjutan dapat merusak kesehatan manusia, menimbulkan penyakit kanker, dan akibat selanjutnya dapat mengurangi kecerdasan generasi berikutnya. Untuk itu perlu penanganan yang tepat agar limbah minyak jelantah ini dapat bermanfaat dan tidak menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan. Salah satu bentuk pemanfaatan minyak jelantah agar dapat bermanfaat dari berbagai macam aspek adalah dengan mengubahnya secara proses kimia menjadi biodiesel. Adapun pembuatan biodiesel dari minyak jelantah

ini menggunakan reaksi transesterifikasi seperti pembuatan biodiesel pada umumnya dengan *pretreatment* untuk menurunkan angka asam pada minyak jelantah (Akbar, 2008).

Tingginya kadar air akan menurunkan kualitas minyak yang dihasilkan yaitu minyak akan menjadi cepat tengik selama penyimpanan. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin sedikit kadar air yang terkandung dalam minyak semakin tinggi kualitas minyak yang dihasilkan dan sebaliknya. Kadar asam lemak bebas yang tinggi akan menyebabkan turunnya mutu minyak, misalnya menyebabkan ketengikan pada minyak, membuat rasanya tidak enak, terjadinya perubahan warna dan juga rendemen minyak menjadi turun. Asam lemak bebas merupakan parameter yang penting bagi CPKO karena kadar asam lemak bebas yang tinggi akan menyebabkan turunnya mutu minyak (Silaban dkk, 2013).

1. Bahaya Minyak Jelantah

Minyak jelantah memiliki sifat karsinogenik yang berbahaya bagi tubuh. Di Indonesia, pemanfaatan minyak jelantah masih kontraversial. Sampai saat ini sebagian minyak jelantah dari perusahaan besar dijual ke pedagang kaki lima dan kemudian digunakan untuk menggoreng makanan dagangannya dan sebagian lain dibuang begitu saja ke saluran pembuangan. Bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan. Senyawa-senyawa itu sangat berbahaya bagi tubuh manusia (Aini, 2011).

Sementara itu minyak jelantah juga kaya akan asam lemak bebas. Pembentukan asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas atau jelantah diakibatkan oleh proses hidrolisis yang terjadi selama proses penggorengan yang biasanya dilakukan pada suhu 160-200°C. Menurut Kulkarni dan Dalai (2006) “dalam” Mardina (2012) uap air yang dihasilkan pada saat proses penggorengan, menyebabkan terjadinya hidrolisis terhadap trigliserida, menghasilkan asam lemak bebas, digliserida, monogliserida, dan gliserol yang diindikasikan dari angka asam.

Tingginya angka asam suatu minyak jelantah menunjukkan buruknya kualitas dari minyak jelantah tersebut, sehingga minyak jelantah dibuang sebagai limbah akan mengganggu lingkungan dan menyumbat saluran air. Sehingga jelaslah bahwa minyak jelantah berbahaya bagi tubuh jika dikonsumsi dan jika minyak jelantah dibuang sebagai limbah, akan mengganggu lingkungan dan menyumbat saluran air. Dimana menurut Priani (2010) dengan membuang minyak jelantah dapat menimbulkan masalah baru bagi lingkungan. Membuang minyak jelantah harus dilakukan dengan hati-hati. Membuang minyak jelantah ternyata dapat menjadi polusi bagi lingkungan. Dalam menyelamatkan lingkungan berkaitan dengan barang bekas pakai ada tiga metode yang dapat dilakukan yaitu, *Reduce* (mengurangi), *Reuse* (menggunakan kembali), *Recycle* (pengolahan kembali) (Priani, 2011).

2. Pemurnian Minyak Jelantah

Pemurnian merupakan tahap pertama dari proses pemanfaatan minyak goreng bekas, baik untuk konsumsi kembali maupun untuk digunakan sebagai bahan baku produk. Untuk memperoleh minyak yang bermutu baik, lemak dan minyak harus dimurnikan dari bahan-bahan atau kotoran yang terdapat di dalamnya. Tujuan utama pemurnian minyak goreng adalah menghilangkan rasa serta bau yang tidak enak, warna yang tidak disukai dalam minyak dan memperpanjang masa simpan sebelum digunakan kembali. Pemurnian minyak goreng ini meliputi 4 tahap yaitu (Triyanto, 2013) :

a. Penghilangan Bumbu (*Despicing*)

Despicing merupakan proses pengendapan dan pemisahan kotoran akibat bumbu dan kotoran bahan pangan. Pemisahan ini dilakukan dengan pemanasan uap dan adsorben, kadang-kadang dilakukan sentrifuse.

b. Netralisasi

Netralisasi merupakan proses untuk memisahkan asam lemak bebas dari minyak dengan mereaksikan asam lemak bebas tersebut dengan larutan alkali sehingga terbentuk sabun.

c. Pemucatan (*bleaching*)

Bleaching merupakan usaha untuk menghilangkan zat warna yang disebabkan oleh degradasi zat alamiah, pengaruh logam dan proses oksidasi. Prinsip proses pemucatan adalah adsorpsi sehingga zat warna dan hasil degradasi minyak seperti peroksida akan diadsorpsi oleh permukaan adsorben.

d. Penghilangan bau (*deodorisasi*)

Deodorisasi dilakukan dalam botol vakum, kemudian dipanaskan dengan mengalirkan uap panas yang akan membawa senyawa volatil. Tujuan dari *deodorisasi* untuk menghilangkan zat-zat yang menentukan rasa dan bau tidak enak pada minyak.

C. Biodiesel

Biodiesel adalah sjenis bahan bakar yang termasuk ke dalam kelompok bahan bakar nabati (BBN). Bahan bakunya bisa berasal dari berbagai sumber daya nabati, yaitu kelompok minyak dan lemak, seperti minyak sawit, minyak kelapa, minyak kedelai, kacang tanah, jarak pagar, bahkan minyak goreng bekas. Biodiesel dapat digunakan sebagai pencampur solar untuk mobil dan alat pertanian (Sudrajat, 2006).

Menurut Aziz (2011) Biodiesel merupakan bahan yang sangat potensial untuk menggantikan bahan bakar solar. Bahan bakunya dapat diperbaharui dan bersifat ramah lingkungan. Minyak jelantah dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Biodiesel merupakan bahan bakar yang ramah terhadap lingkungan. Biodiesel tidak mengandung zat berbahaya seperti Pb, emisi gas buangnya juga lebih rendah dibandingkan emisi bahan bakar diesel. Biodiesel memiliki efek pelumasan yang tinggi sehingga dapat memperpanjang umur mesin dan memiliki angka setana yang tinggi (> 50). Minyak goreng bekas dapat digunakan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan biodiesel (Aziz, 2011).

Menurut Sudrajat (2006) biodiesel adalah minyak yang telah melalui proses estrans secara paripurna sehingga keasaman, viskositas, densitas, dan seluruh kriteria kualitasnya telah memenuhi standar untuk otomotif. Minyak ini digunakan sebagai bahan bakar otomotif putaran tinggi (mobil). Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono – *alkyl* ester dari rantai panjang asam lemak, yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar mesin diesel dan terbuat dari sumber terbarukan seperti minyak nabatimisalnya: minyak sawit, minyak kelapa, minyak kemiri, minyak jarak pagar, dan minyak berbagai tumbuhan yang mengandung trigliserida (Aziz, 2011).

Tabel 1 Parameter Biodiesel Indonesia

No	Parameter	SNI: 04-7182-2006
1	Massa jenis pada 40° Cg/cm ³	0,850-0,890
2	Viskositas kinematik pada 40° C,mm ² /s (cst)	2,3-6,0
3	Angka setana	min.51
4	Titik nyala, °C	min.100
5	Titik kabut, °C	maks.18
6	Air dan sedimen	Maks.0,05% volume
7	Angka asam, mg-KOH/g	Maks.0,8
8	Gliserol bebas, %-b	Maks,0,02
9	Gliserin. %-b	Maks.0,24
10	Kadar ester alkil,%-b	Min.96,5
11	Angka sabun	261,26

Sumber : soerawijaya (2003) ”dalam” Sudrajat (2006)

1. Manfaat Biodiesel

Biodiesel memiliki kelebihan lain dibanding dengan solar, yakni (Akbar, 2008) :

- a. Angka setana lebih tinggi (>57) sehingga efisiensi pembakaran lebih baik dibanding dengan minyak solar. Dimana menurut Nurcholis dan Sumarsih (2007) biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel, yang biasanya menggunakan minyak solar, misalnya untuk pembangkit listrik, mesin-mesin pabrik yang menggunakan diesel, juga alat transportasi termasuk mobil yang bermesin diesel. Biodiesel. Biodiesel dapat menggantikan minyak solar maupun digunakan sebagai campuran minyak solar tanpa modifikasi mesin. Campuran minyak solar dengan biodiesel diberi kode B (*blending*).
- b. Biodiesel diproduksi dari bahan pertanian sehingga dapat terus diperbaharui.
- c. Ramah lingkungan karena tidak ada emisi gas sulfur.
- d. Aman dalam penyimpanan dan transportasi karena tidak mengandung racun. Selain itu, menurut Nurcholis dan Sumarsih (2007) biodiesel sudah mengandung oksigen dalam senyawanya, jadi pembakaran didalam mesin nyaris sempurna dan hanya membutuhkan nisbah udara/bahan bakar rendah. Dengan demikian, emisi senyawa karbon non-CO₂ dalam gas buang kendaraan sangat kecil dan penggunaan bahan bakar lebih efisien.
- e. Meningkatkan nilai produk pertanian Indonesia.
- f. Memungkinkan diproduksi dalam skala kecil dan menengah sehingga bisa diproduksi di daerah pedesaan.

2. Reaksi Pembuatan Biodiesel

Menurut Sudrajat (2006) teknologi pengolahan biodiesel yang umum dikenal adalah transesterifikasi. Teknologi tersebut cocok untuk diterapkan pada minyak sawit, minyak kelapa, atau minyak sejenisnya yang tidak mudah tengik. Pada prinsipnya, proses pembuatan biodiesel sangat sederhana. Biodiesel dihasilkan melalui proses yang disebut reaksi esterifikasi asam lemak bebas atau reaksi transesterifikasi trigliserida dengan alkohol dengan bantuan katalis dan dari reaksi ini akan dihasilkan metil ester/etil ester asam lemak dan gliserol. Biodiesel dapat diperoleh melalui reaksi transesterifikasi trigliserida atau reaksi esterifikasi asam lemak bebas (Syamsidar, 2013).

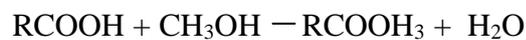
a. Reaksi Esterifikasi

Menurut Sudrajat (2006) pada tahap pertama yaitu esterifikasi, dimana pada tahap ini asam lemak bebas (penyebab asamnya biodiesel) diubah menjadi biodiesel (metil ester). Esterifikasi adalah proses yang mereaksikan asam lemak bebas (FFA) dengan alkohol rantai pendek (metanol atau etanol) menghasilkan metil ester asam lemak (FAME) dan air. Katalis yang digunakan untuk reaksi esterifikasi adalah asam, biasanya asam sulfat (H_2SO_4) atau asam fosfat (H_2PO_4) (Akbar, 2008).

Esterifikasi adalah konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Katalis-katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat dan karena ini asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis-katalis yang biasa terpilih dalam praktek industrial.

Reaktan metanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebih dan air produk ikutan reaksi harus disingkirkan dari fasa reaksi, yaitu fasa minyak. Melalui kombinasi-kombinasi yang tepat dari kondisi-kondisi reaksi dan metode penyingkiran air, konversi sempurna asam-asam lemak ke ester metilnya dapat dituntaskan dalam waktu 1 jam (Nurul (2010) “dalam” Akbar (2008)).

Reaksi esterifikasi dari asam lemak menjadi metil ester adalah (Hikmah dan Zuliyana, 2010) :



Asam Lemak Metanol Metil Ester Air



Gambar 1 : Hasil reaksi esterifikasi biodiesel jelantah
(sumber : dokumen pribadi 10/8/2015)

Esterifikasi biasa dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak bebas tinggi (berangka-asam P 5 mg-KOH/g). Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dikonversikan menjadi metil ester. Tahap esterifikasi biasa diikuti dengan tahap transesterifikasi. Namun sebelum produk esterifikasi diumpankan ke

tahap transesterifikasi, air dan bagian terbesar katalis asam yang dikandungnya harus disingkirkan terlebih dahulu. Adapun faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi esterifikasi antara lain (Hikmah dan Zuliyana, 2010) :

1) Waktu Reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil.

2) Pengadukan

Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna. Sesuai dengan persamaan Arrhenius :

$$k = A e^{(-E_a/RT)}$$

keterangan : T = Suhu absolut (°C)

R = Konstanta gas umum (cal/gmol °K)

E = Tenaga aktivasi (cal/gmol)

A = Faktor tumbukan (t-1)

k = Konstanta kecepatan reaksi (t-1)

Semakin besar tumbukan maka semakin besar pula harga konstanta kecepatan reaksi. Sehingga dalam hal ini pengadukan

sangat penting mengingat larutan minyak-katalis metanol merupakan larutan yang *immiscible*.

3) Katalisator

Katalisator berfungsi untuk mengurangi tenaga aktivasi pada suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu harga konstanta kecepatan reaksi semakin besar. Pada reaksi esterifikasi yang sudah dilakukan biasanya menggunakan konsentrasi katalis antara 1 - 4 % berat sampai 10 % berat campuran pereaksi (Mc Ketta (1978) “*dalam*” Hikmah dan Zuliyana (2010)).

4) Suhu Reaksi

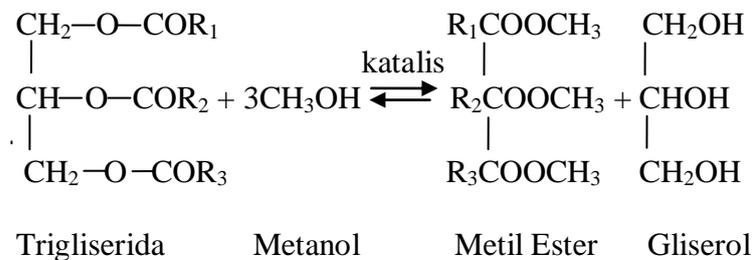
Semakin tinggi suhu yang dioperasikan maka semakin banyak konversi yang dihasilkan, hal ini sesuai dengan persamaan *Arrhenius*. Bila suhu naik maka harga k makin besar sehingga reaksi berjalan cepat dan hasil konversi makin besar.

b. Reaksi Transesterifikasi

Menurut Sudrajat (2006) pada tahap kedua yaitu transesterifikasi, trigliserida di dalam minyak dikonversi menjadi metil ester. Berdasarkan pengujian Lemigas, dengan cara ini diperoleh efisiensi konversi minyak (tanpa gliserol) menjadi biodiesel sebesar 99,75%. Transesterifikasi adalah proses yang mereaksikan trigliserida dalam minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek seperti metanol atau etanol (pada saat ini sebagian besar produksi biodiesel menggunakan metanol) menghasilkan metil ester asam lemak (*Fatty Acids Methyl Esters / FAME*) atau biodiesel dan gliserol

(gliserin) sebagai produk samping. Katalis yang digunakan pada proses transesterifikasi adalah basa/alkali, biasanya digunakan natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH) (Akbar, 2008).

Transesterifikasi (biasa disebut dengan alkoholisis) adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi *alkyl* ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Alkoholisis adalah reaksi suatu ester dengan alkohol untuk membentuk suatu ester baru. Di antara alkohol-alkohol monohidrik yang menjadi kandidat sumber/pemasok gugus alkil, metanol adalah yang paling umum digunakan, karena harganya murah dan reaktifitasnya paling tinggi (sehingga reaksi disebut metanolisis). Jadi, di sebagian besar dunia ini, biodiesel praktis identik dengan ester metil asam-asam lemak (*Fatty Acids* Metil Ester). Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester adalah :

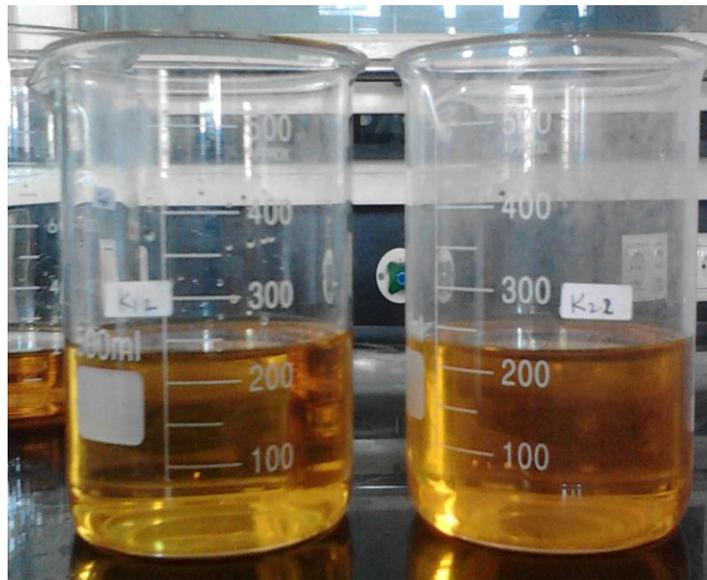


R₁, R₂, R₃ adalah rantai karbon asam lemak jenuh maupun asam lemak tak jenuh.

Transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat (Mittlebatch (2004) “dalam” Hikmah dan Zuliyana (2010)). Katalis yang biasa digunakan pada reaksi

transesterifikasi adalah katalis basa, karena katalis ini dapat mempercepat reaksi. Reaksi transesterifikasi sebenarnya berlangsung dalam 3 tahap yaitu sebagai berikut:

- 1) Trigliserida (TG) + $\text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons$ Digliserida (DG) + R_1COOCH_3
- 2) Digliserida (DG) + $\text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons$ Monogliserida (MG) + R_2COOCH_3
- 3) Monogliserida (MG) + $\text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons$ Gliserol (GL) + R_3COOCH_3



Gambar 2 : biodiesel hasil transesterifikasi
(sumber : dokumen pribadi 19/8/15)

Produk yang diinginkan dari reaksi transesterifikasi adalah ester metil asam-asam lemak. Terdapat beberapa cara agar kesetimbangan lebih ke arah produk, yaitu (Hikmah dan Zuliyana, 2010) :

- 1) Menambahkan metanol berlebih ke dalam reaksi
- 2) Memisahkan gliserol
- 3) Menurunkan temperatur reaksi (transesterifikasi merupakan reaksi eksoterm)

Tahapan reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel selalu menginginkan agar didapatkan produk biodiesel dengan jumlah yang maksimum. Beberapa kondisi reaksi yang mempengaruhi konversi serta perolehan biodiesel melalui transesterifikasi adalah sebagai berikut (Freedman (1984) “*dalam*” Hikmah dan Zuliyana (2010)) :

1) Pengaruh Air dan Asam Lemak Bebas

Minyak nabati yang akan ditransesterifikasi harus memiliki angka asam yang lebih kecil dari 1. Banyak peneliti yang menyarankan agar kandungan asam lemak bebas lebih kecil dari 0.5% (<0.5%). Selain itu, semua bahan yang akan digunakan harus bebas dari air. Karena air akan bereaksi dengan katalis, sehingga jumlah katalis menjadi berkurang. Katalis harus terhindar dari kontak dengan udara agar tidak mengalami reaksi dengan uap air dan karbon dioksida.

2) Pengaruh Perbandingan Molar Alkohol dengan Bahan Mentah

Secara stoikiometri, jumlah alkohol yang dibutuhkan untuk reaksi adalah 3 mol untuk setiap 1 mol trigliserida untuk memperoleh 3 mol alkil ester dan 1 mol gliserol. Perbandingan alkohol dengan minyak nabati 4,8:1 dapat menghasilkan konversi 98% (Bradshaw and Meuly (1944) “*dalam*” Hikmah dan Zuliyana, 2010)). Secara umum ditunjukkan bahwa semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan, maka konversi yang diperoleh juga akan semakin bertambah. Pada rasio molar 6:1, setelah 1 jam konversi yang dihasilkan adalah 98-99%, sedangkan pada 3:1 adalah 74-

89%. Nilai perbandingan yang terbaik adalah 6:1 karena dapat memberikan konversi yang maksimum.

3) Pengaruh Jenis Alkohol

Pada rasio 6:1 metanol akan memberikan perolehan ester yang tertinggi dibandingkan dengan menggunakan etanol atau butanol.

4) Pengaruh Jenis Katalis

Alkali katalis (katalis basa) akan mempercepat reaksi transesterifikasi bila dibandingkan dengan katalis asam. Katalis basa yang paling populer untuk reaksi transesterifikasi adalah natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH), natrium metoksida (NaOCH_3), dan kalium metoksida (KOCH_3). Katalis sejati bagi reaksi sebenarnya adalah ion metilat (metoksida). Reaksi transesterifikasi akan menghasilkan konversi yang maksimum dengan jumlah katalis 0,5-1,5%-b minyak nabati. Jumlah katalis yang efektif untuk reaksi adalah 0,5%-b minyak nabati untuk natrium metoksida dan 1%-b minyak nabati untuk natrium hidroksida. Alkoholis juga dapat berlangsung dengan menggunakan katalis asam seperti HCl dan H_2SO_4 (Tarigan, 2009). Menurut Hikmah dan Zuliyana (2010) dalam penelitiannya ia menyatakan konsentrasi NaOH optimum adalah sebanyak 2,5 % dengan yield sebesar 71,15 %. Biodiesel yang dihasilkan mengandung 84,93 % metil ester, dengan komponen utamanya adalah metil oleat.

5) Metanolisis *Crude* dan *Refined* Minyak Nabati

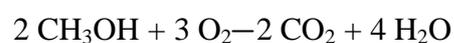
Perolehan metil ester akan lebih tinggi jika menggunakan minyak nabati refined. Namun apabila produk metil ester akan digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel, cukup digunakan bahan baku berupa minyak yang telah dihilangkan getahnya dan disaring.

6) Pengaruh Temperatur

Reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada temperatur 30-65°C (titik didih metanol sekitar 65°C). Semakin tinggi temperatur, konversi yang diperoleh akan semakin tinggi untuk waktu yang lebih singkat.

D. Metanol

Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH₃OH. Metanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada keadaan atmosfer, metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan aditif bagi etanol industri. Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbon dioksida dan air. Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbon dioksida dan air adalah sebagai berikut (Hikmah dan Zuliyana, 2010) :



Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh karena itu, kita harus berhati-hati bila berada dekat metanol yang terbakar untuk mencegah cedera akibat api yang tak terlihat. Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan sebagai bahan aditif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri. Penambahan racun ini akan menghindarkan industri dari pajak yang dapat dikenakan karena etanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol). Metanol kadang juga disebut sebagai *wood alcohol* karena ia dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Saat ini metanol dihasilkan melalui proses multi tahap. Secara singkat, gas alam dan uap air dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbon monoksida, kemudian, gas hidrogen dan karbon monoksida ini bereaksi dalam tekanan tinggi dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metanol. Tahap pembentukannya adalah endotermik dan tahap sintesisnya adalah eksotermik (Hikmah dan Zuliyana, 2010).

A. Sifat - Sifat Metanol

Sifat – sifat fisik dan kimia metanol ditunjukkan pada tabel 2.4 berikut :

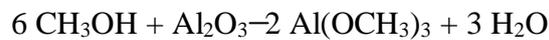
Tabel 2 Sifat – Sifat Fisika dan Kimia Metanol

Massa molar	32.04 g/mol
Wujud	Tidak berwarna
Specific gravity	0.7918
Titik leleh	-97 °C, -142.9 °F (176 K)
Titik didih	64.7 °C, 148.4 °F (337.8 K)
Kelarutan dalam air	Sangat larut
Keasaman (pKa)	~ 15.5

(sumber : Perry (1984) “*dalam*” Hikmah dan Zuliyana (2010))

B. Kegunaan Metanol

Metanol digunakan secara terbatas dalam mesin pembakaran dalam, dikarenakan metanol tidak mudah terbakar dibandingkan dengan bensin. Metanol campuran merupakan bahan bakar dalam model radio kontrol. Salah satu kelemahan metanol sebagai bahan bakar adalah sifat korosi terhadap beberapa logam, termasuk aluminium. Metanol, merupakan asam lemah, menyerang lapisan oksida yang biasanya melindungi aluminium dari korosi (Hikmah dan Zuliyana, 2010):



Dalam beberapa pabrik pengolahan air limbah, sejumlah kecil metanol digunakan ke air limbah sebagai bahan makanan karbon untuk denitrifikasi bakteri, yang mengubah nitrat menjadi nitrogen. Bahan bakar *direct-methanol* unik karena suhunya yang rendah dan beroperasi pada tekanan atmosfer, ditambah lagi dengan penyimpanan dan penanganan yang mudah dan aman (Hikmah dan Zuliyana, 2010).

E. Asam Sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat (H_2SO_4) merupakan cairan yang bersifat korosif, tidak berwarna, tidak berbau, sangat reaktif dan mampu melarutkan berbagai logam. Bahan kimia ini dapat larut dengan air dengan segala perbandingan, mempunyai titik leleh $10,49^\circ\text{C}$ dan titik didih pada 340°C tergantung kepekatan serta pada temperatur 300°C atau lebih terdekomposisi menghasilkan sulfur trioksida (Hikmah dan Zuliyana, 2010). Sifat – sifat asam sulfat ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 3 Sifat Fisika dan Kimia Asam Sulfat

Berat molekul	98,08 g/gmol
Titik leleh	10,49°C
Titik didih	340°C
<i>Spesific gravity</i>	1,834
Warna	Tidak berbau
Wujud	Cair

(sumber : Perry (1984) “*dalam*” Hikmah dan Zuliyana (2010))

F. KOH

Kalium Hidroksida (KOH) merupakan salah satu basa kuat yang banyak digunakan dalam berbagai macam reaksi kimia. Dalam pembuatan biodiesel, KOH biasa digunakan pada transesterifikasi trigliserida sebagai katalis basa.

1. Kelebihan Katalis KOH

Sebagai katalis, KOH memiliki beberapa kelebihan yaitu (Abdullah, 2010) :

- a. nilai konversi yang tinggi,
- b. tidak bersifat korosif seperti katalis asam dan lebih aman
- c. dibanding NaOH, katalis KOH tidak begitu mudah terbentuk sabun sebagai hasil samping reaksi
- d. relatif lebih murah dibandingkan katalis basa lain,

(Mittelbach & Remschmit (2004) “*dalam*” Abdullah (2010)).

2. Kelemahan Katalis KOH

Kelemahan dari katalis KOH adalah (Abdullah, 2010) :

- a. dibutuhkan dalam konsentrasi lebih banyak untuk mengkatalisis reaksi transesterifikasi.
- b. Jika dibandingkan NaOH, pada konsentrasi yang sama kemampuan menurunkan viskositasnya lebih rendah.

Sifat – sifat fisika dan kimia Natrium hidroksida (KOH) ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4 Sifat Fisika dan Kimia KOH

Massa molar	g/mol
Wujud zat	Kristal, butir, serpih, padat
<i>Specific gravity</i>	2,130
Tiitik lebur	680 °F (360 °C)
Titik didih	2408 °F (1320 °C)
Kelarutan dalam air	Mudah larut

(sumber : BPOM RI, 2012)

G. NaOH

Natrium hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. Dalam pembuatan biodiesel, NaOH biasa digunakan pada transesterifikasi trigliserida sebagai katalis basa (Hikmah dan Zuliyana, 2010).

1. Kelebihan Katalis NaOH

Sebagai katalis, NaOH memiliki beberapa kelebihan yaitu (Abdullah, 2010) :

- a. nilai konversi yang tinggi
- b. tidak bersifat korosif seperti katalis asam dan lebih aman
- c. jika dibandingkan KOH, katalis NaOH lebih kuat mengkatalisis reaksi transesterifikasi,

- d. pada konsentrasi yang sama, katalis NaOH lebih mampu menurunkan viskositas lebih rendah dari pada katalis KOH.

2. Kelemahan Katalis NaOH

Kekurangan dari katalis NaOH adalah (Abdullah, 2010) :

- a. kemudahan terbentuknya sabun sebagai hasil samping reaksi, sehingga perlu penanganan khusus pada proses pencucian
- b. kelarutan NaOH dalam kedua cairan etanol dan metanol lebih kecil daripada kelarutan KOH.

(Mittelbach & Remschmit (2004) “dalam” Abdullah (2010)).

Sifat – sifat fisika dan kimia Natrium hidroksida (NaOH) ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 5 Sifat Fisika dan Kimia NaOH

Massa molar	40 g/mol
Wujud zat	Padat putih
<i>Specific gravity</i>	2,130
Titik leleh	318,4 °C (591 K)
Titik didih	1390 °C (1663 K)
Kelarutan dalam air	111 g/100 ml (20 °C)
Kebasaan (pKb)	-2,43

(sumber : Perry (1984) “dalam” Hikmah dan Zuliyana (2010))

H. Kajian Penelitian Terdahulu

Tabel 6 Kajian Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul Penelitian	Katalis yang dipakai	Hasil Biodiesel
1	Abdullah, Jaka Darma Jaya, Rodiansono. (2010)	Optimasi Jumlah Katalis KOH dan NaOH pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Kopelarut	variasi jumlah katalis KOH dan NaOH masing-masing: 0;0,25;0,375;0,5; 0,625; dan 0,75 g.	jumlah optimum katalis NaOH adalah 0,625 g dengan viskositas (4,6367 cSt), Jumlah optimum katalis KOH sebesar 0,75 g dengan viskositas (5,7099 cSt), keduanya memenuhi standar biodiesel (ASTM)
2	Dian Permana Putra (2012)	Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biodiesel M30 Dari Minyak Jelantah Dengan Katalis 0,25% NaOH Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel S-1110	Katalis 0,25% NaOH	membuktikan penggunaan biodiesel M30 memang terbukti dapat menghemat konsumsi bahan bakar pada motor diesel.
3	Haryono, Sirin Firdaus, Yavita Sari, Ika Rakhmawati (2010)	Pengolahan Minyak Goreng Kelapa Sawit Bekas Menjadi Biodiesel	NaOH 0,1%, dan 0,2%,	konsentrasi katalis 0,2%-b. Pada kondisi optimal ini <i>yield</i> biodiesel sebesar 79 %-v.
4	Islami Aziz, siti Nurbayti, Badrul Ulum (2011)	Pembuatan Produk Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi	KOH 1%	Yield biodiesel yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi sebesar 88%. Kualitas biodiesel memenuhi SNI biodiesel.
5	Syamsidar HS (2013)	Pembuatan dan Uji Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah	2,5 gr NaOH dalam 2 L jelantah	96,5% Ester alkil dengan kualitas teruji standar SNI untuk bahan bakar biodiesel.
6	Mery Tambaria Damani Ambarita	Studi Tentang Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas (Rasio Molar Substrat, Waktu	NaOH 1 %	87.19% metil ester dengan asam lemak bebas yang rendah

	(2004)	dan Suhu Reaksi)		
7	Fahma Riyanti, Poedji L. H., dan Catur D. L. (2012)	Pengaruh Variasi Konsentrasi Katalis KOH pada Pembuatan Metil Ester dari Minyak Biji Ketapang (<i>Terminalia catappa</i> Linn)	Variasi konsentrasi katalis KOH yaitu: 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3%	Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi katalis KOH 2% menghasilkan metil ester optimum yaitu 87% metil ester.
8	Hikmah, N, M. Zuliyana (2010)	Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikas	Jumlah katalis NaOH (% w) = 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5 % w/w	NaOH optimum adalah 1,75 % dengan yield sebesar 68,80 %. Biodiesel yang dihasilkan mengandung 84,93 % metil ester.
9	Yoeswono. (2008)	Kinetika Transesterifikasi Minyak Sawit dalam Metanol dengan Katalis Kalium Hidroksida dalam Sintesis Biodiesel	1 % b/b KOH dan 0,5 % b/b KOH	pembentukan metil ester pada konsentrasi katalis 1 % b/b KOH terhadap minyak sawit lebih banyak dibandingkan pada konsentrasi katalis 0,5 % b/b KOH terhadap minyak sawit.
10	Try Utami Mufti Handayani (2015)	Perbandingan Kualitas Biodiesel jelantah (Minyak Goreng bekas) Menggunakan Katalis KOH dengan NaOH dan Sumbangasihnya pada Materi Limbah di Kelas VII SMP	Katalis NaOH dan KOH 0,25 %	Ada perbedaan kualitas biodiesel menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode penelitian Eksperimen. Dimana metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiono, 2013).

B. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan 5 Agustus-27 Agustus 2015.

C. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah piknometer, seperangkat alat titrasi, oven, penangas listrik, pH meter, termometer, neraca ohaus, labu, erlenmeyer berbagai ukuran, wadah plastik, pipet berbagai ukuran dan batang pengaduk. Bahan yang digunakan sebagai sampel pada penelitian ini antara lain minyak goreng bekas atau minyak jelantah hasil penggorengan makanan di suatu rumah makan. Bahan-bahan

kimia yang digunakan adalah aquades, NaOH teknis, metanol teknis, KOH teknis, indikator pp, HCl, H₂SO₄,

D. Prosedur Percobaan

Berikut akan dijelaskan rincian dari diagram alir penelitian dalam proses preparasi biodiesel ini Syamsidar (2010):

1. Pemurnian Minyak Jelantah

- a) Minyak jelantah disaring, diendapkan.
- b) Dipisahkan kotoran yang mengendap, sehingga menghasilkan residu dan minyak jelantah. Sebelum diproses minyak jelantah harus dilakukan penyaringan untuk menghilangkan endapan pada minyak jelantah yang menyebabkan minyak jelantah menjadi lebih pekat dan juga menghilangkan kotoran dari sisa penggorengan.

2. Esterifikasi

- a) Minyak goreng bekas (450 ml) dimasukkan ke dalam labu leher tiga
- b) Katalis asam sulfat (0,25% berat minyak) dimasukkan ke dalam minyak dan dipanaskan sampai suhu yang diinginkan (60⁰C).
- c) Metanol (50 ml) ditempat terpisah juga dipanaskan sampai suhu yang diinginkan.
- d) Setelah suhu tercapai, metanol dimasukkan ke dalam minyak, pengaduk dihidupkan.

- e) Setelah 2,5 jam reaksi dihentikan kemudian diambil dan dianalisa kadar asam lemak bebasnya (FFA)

(Aziz, 2011).

3. Transesterifikasi

i. Transesterifikasi dengan Katalis KOH

- 1) KOH (0,25% berat minyak) dilarutkan dalam metanol (100 ml) dan dipanaskan sampai suhu yang diinginkan (60°C).
- 2) Produk esterifikasi (400 ml) dipanaskan dalam labu leher tiga dan ditambahkan larutan metoksida (metanol-KOH). Pengaduk dinyalakan. Setelah 1 jam reaksi dihentikan.
- 3) Produk didiamkan dan ditimbang berat biodiesel yang dihasilkan. Biodiesel yang dihasilkan terlebih dahulu dicuci dengan larutan garam jenuh sampai pH netral.

(Aziz, 2011).

Adapun pencuciannya dengan cara sebagai berikut (syamsidar, 2013) : biodiesel dituang dalam wadah corong pisah lalu diamkan selama 24 jam. Dipisahkan biodiesel dengan gliserin (gliserol) yang mengendap sehingga menghasilkan residu dan biodiesel. Biodiesel ditambahkan air yang telah dicampur CH_3COOH (0,001 N) dengan perbandingan volume 2:1 (air:cuka). Lalu diaduk dan diamkan sampai membentuk 2 lapisan. Ester (biodiesel) diatas dan air dibawah. Dipisahkan biodiesel dari air.

Dipanaskan biodiesel sampai suhu 105°C – 110°C untuk menguapkan sisa air yang masih ada. Dihasilkan hasil akhir biodiesel.

Biodiesel yang sudah netral selanjutnya di analisa sifat fisik dan kimianya meliputi densitas, viskositas, kadar air, bilangan asam, balangan sabun, dan uji pembakaran.

ii. Transesterifikasi dengan Katalis NaOH

- 1) NaOH (0,25% berat minyak) dilarutkan dalam metanol (100 ml) dan dipanaskan sampai suhu yang diinginkan (60°C).
- 2) Produk esterifikasi (400 ml) dipanaskan dalam labu leher tiga dan ditambahkan larutan metoksida (metanol-NaOH). Pengaduk dinyalakan. Setelah 1 jam reaksi dihentikan.
- 3) Produk didiamkan dan ditimbang berat biodiesel yang dihasilkan. Biodiesel yang dihasilkan terlebih dahulu dicuci dengan larutan garam jenuh sampai pH netral (Aziz, 2011).

Adapun pencuciannya dengan cara (syamsidar, 2013) : biodiesel dituang dalam wadah corong pisah lalu diamkan selama 24 jam. Dipisahkan biodiesel dengan gliserin (gliserol) yang mengendap sehingga menghasilkan residu dan biodiesel. Biodiesel ditambahkan air yang telah dicampur CH_3COOH dengan perbandingan volume 2:1 (air:cuka). Lalu diaduk dan diamkan selama setengah sampai 1 jam sampai membentuk 2 lapisan. Ester (biodiesel) diatas dan air dibawah. Dipisahkan biodiesel dari air.

Dipanaskan biodiesel sampai suhu 100⁰C selama 1 jam untuk menguapkan sisa air yang masih ada. Dihasilkan hasil akhir biodiesel.

Biodiesel yang sudah netral selanjutnya di analisa sifat fisik dan kimianya meliputi densitas, viskositas, kadar air, bilangan asam, titik nyala. Lakukan percobaan sebanyak tiga kali.

E. Uji Kualitas Biodiesel

a) Berat jenis

Berat jenis atau densitas menurut Aziz (2011) berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel. Densitas yang rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Jika biodiesel mempunyai massa jenis melebihi ketentuan, maka akan terjadi reaksi tidak sempurna pada konversi minyak nabati. Biodiesel dengan mutu seperti ini seharusnya tidak digunakan untuk mesin diesel karena akan meningkatkan keausan mesin dan emisi, juga menyebabkan kerusakan pada mesin.

Menurut Aziz (2012) untuk berat jenis (densitas) dapat diukur dengan menimbang volume tertentu biodisel dalam gelas piknometer. Piknometer dikeringkan kemudian ditimbang dengan menggunakan neraca analitik. Setelah itu, piknometer diisi dengan sampel. Piknometer dibersihkan kemudian timbang piknometer yang telah berisi sampel dengan menggunakan neraca analitik.

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

Keteranga :

G = bobot piknometer dan metil ester (g)

Go = bobot piknometer kosong (g)

Vt = volume sampel pada suhu 40 oC (mL)

b) Kadar Air

Menurut Fauziah dkk (2013) Kadar air terbentuk dalam minyak merupakan salah satu parameter untuk menentukan tingkat kemurnian minyak dan berhubungan dengan kekuatan daya simpannya, sifat goreng, bau dan rasa. Kadar air sangat menentukan kualitas dari minyak yang dihasilkan. Kadar air berperan dalam proses oksidasi maupun hidrolisis minyak yang akhirnya dapat menyebabkan ketengikan. Semakin tinggi kadar air, minyak semakin cepat tengik (Mualifah, 2009)

Menurut Sudarmadji dkk (2013) Kadar air ditentukan dengan cara Thermogravimetri sebagai berikut : Sampel 5 gram cawan porselen lalu ditimbang dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105 °C selama 4 jam. Sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit, setelah itu sampel yang telah didinginkan ditimbang dengan menggunakan neraca analitik 4 desimal sampai diperoleh berat konstan.

$$\text{Kadar Air} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

A

Dimana A = berat minyak sebelum dioven (g)

B = berat minyak setelah dioven (g)

c) Bilangan Asam

Menurut Fauziah (2013) Hasil analisa menunjukkan bahwa penggunaan minyak goreng berulang berpengaruh terhadap persentase kadar asam lemak bebas. Peningkatan persentase asam lemak bebas disebabkan adanya pertukaran komponen air pada bahan pangan yang digoreng dengan minyak yang dijadikan media penggorengan. Kerusakan yang terjadi pada minyak goreng yang digunakan berulang kali dalam proses penggorengan disebabkan adanya reaksi kompleks yang terjadi pada saat bahan pangan digoreng (Ketaren, 2008). Metode untuk mengetahui kadar asam lemak bebas pada penelitian ini menggunakan metode titrasi.

$$\text{Kadar asam lemak bebas (\% asam palmitat)} = \frac{26.5 \times V \times T}{m}$$

Keterangan :

V = Volume NaOH yang diperlukan dalam titrasi (ml)

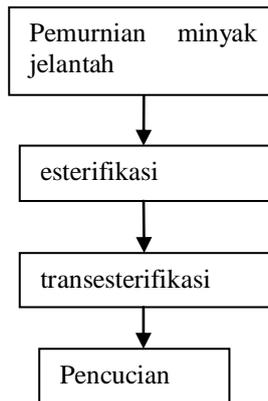
T = Normalitas NaOH yang digunakan (N)

m = bobot molekul contoh (g)

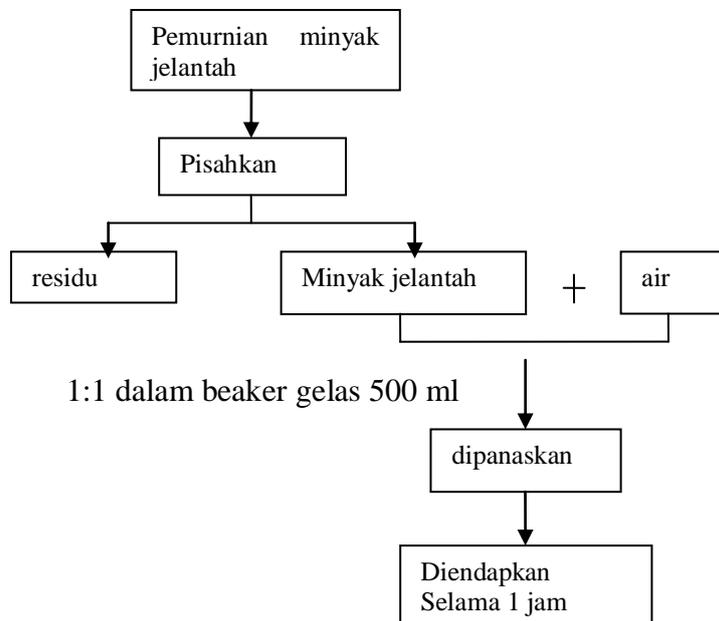
Menurut silaban (2013) kadar asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA) ditentukan dengan cara sebagai berikut : sampel dipanaskan pada suhu 50 °C diatas hotplate sampai seluruh lapisan minyak mencair lalu dihomogenkan menggunakan Magnetic Stirrer. Sebanyak 5 gram sampel minyak ditambahkan dengan 50 ml alkohol yang dinetralkan, kemudian dipanaskan diatas pemanas pada suhu 50 °C sampai seluruh

minyak larut. Ke dalam sediaan ini ditambahkan 2-3 tetes indikator fenolptalein, lalu dititrasikan dengan larutan standar NaOH 0,1 N.

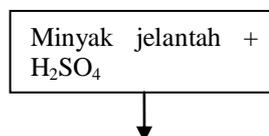
F. Skema Pembuatan Biodiesel

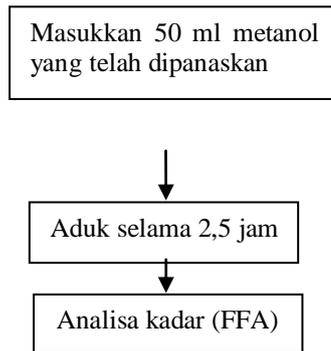


1. Skema Pemurnian minyak jelantah

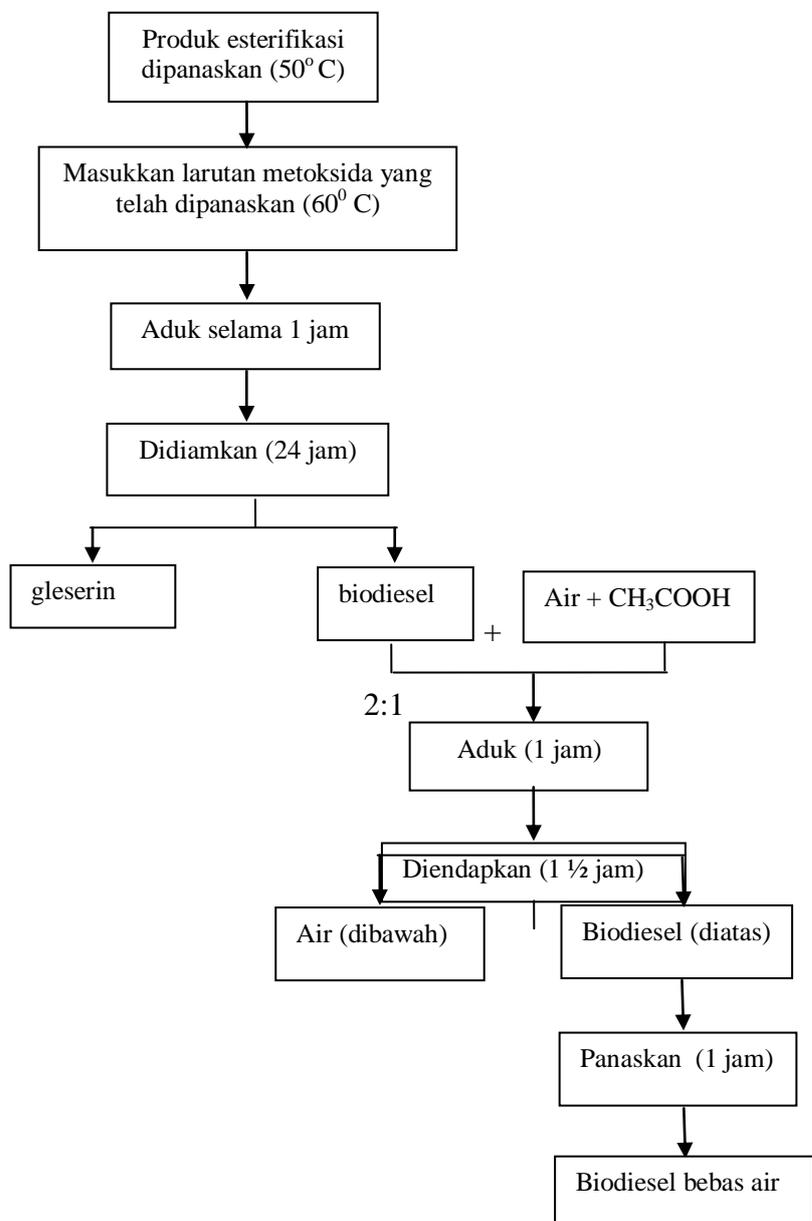


2. Skema Esterifikasi





3. Skema Transesterifikasi



G. Tabel 7. Tabulasi Data Hasil Pengamatan Perbedaan Kualitas Biodiesel Jelantah (Minyak Goreng Bekas) Menggunakan Katalis NaOH dengan KOH

Baris	Kolom				Jumlah Baris	Rerata baris
	A1	A2	A3	A4		
B1	A ₁ B ₁	A ₂ B ₁	A ₃ B ₁	A ₄ B ₁	TB ₁ A	YB ₁ A
	A ₁ B ₂	A ₂ B ₂	A ₃ B ₂	A ₄ B ₂		
	A ₁ B ₃	A ₂ B ₃	A ₃ B ₃	A ₄ B ₃		
B2	A ₁ B ₂	A ₂ B ₂	A ₃ B ₂	A ₄ B ₂	TB ₂ A	YB ₁ A
	A ₁ B ₂	A ₂ B ₂	A ₃ B ₂	A ₄ B ₂		
	A ₁ B ₃	A ₂ B ₂	A ₃ B ₂	A ₄ B ₂		
Jumlah kolom	TA ₁ B	TA ₂ B	TA ₃ B	TA ₄ B		
Rerata kolom	YA ₁ B	YA ₂ B	YA ₃ B	YA ₄ B		

H. Teknik Analisis Data

1. Analisa Varian (ANOVA)

Data yang dianalisis dalam penelitian ini adalah data untuk semua parameter dengan menggunakan ANOVA (uji F) untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan kualitas biodiesel jelantah menggunakan katalis NaOH dengan KOH melalui rumus sebagai berikut (Sugiharto, 2009):

a. Penghitungan jumlah kuadrat antar-kolom (*between columns sum of squares*)

Jumlah kuadrat antar-kolom atau antar- parameter uji dihitung dengan persamaan berikut:

$$JK_A = \sum_{k=1}^K \frac{TA^2}{n_A} - \frac{T^2}{N}$$

Dimana :

JK_A : jumlah kuadrat antar-kolom;

K : kolom (*column*);

n_k : jumlah data dalam masing-masing kolom;

N : jumlah data keseluruhan;

T_A^2 : kuadrat jumlah masing-masing kolom; dan

T^2 : kuadrat jumlah keseluruhan.

b. Penghitungan jumlah kuadrat antar-baris (*between rows sum of squares*)

Jumlah kuadrat antar-baris atau antar-penggunaan katalis biodiesel dihitung dengan persamaan di bawah ini.

$$JK_B = \sum_{b=1}^B \frac{T_b^2}{n_b} - \frac{T^2}{N}$$

di mana:

JK_B : jumlah kuadrat antar-baris;

B : baris (*row*);

n_b : jumlah data dalam masing-masing baris;

N : jumlah data keseluruhan;

T_b^2 : kuadrat jumlah masing-masing baris; dan

T^2 : kuadrat jumlah keseluruhan.

c. Jumlah Kuadrat Interaksi baris dan kolom AB

$$JK_{AB} = \sum_{b=1}^B \frac{T_{AB}^2}{n_{AB}} - \frac{T^2}{N} - JKA - JKB$$

d. Penghitungan jumlah kuadrat keseluruhan—JKt (*total sum of squares*)

Jumlah kuadrat total dihitung dengan persamaan berikut :

$$JK_t = \sum_{b=1}^B \sum_{k=1}^K X_{bk}^2 - \frac{T^2}{N}$$

di mana:

JKt : jumlah kuadrat keseluruhan (*total sum of squares*);

B : baris (*row*);

K : kolom (*column*);

X_{bk} : data dalam baris-b dan kolom-k;

N : jumlah data keseluruhan; dan

T² : kuadrat jumlah keseluruhan.

e. Penghitungan jumlah kuadrat kesalahan (*galat atau error*)

Jumlah kuadrat kesalahan atau galat (*error*)—JKe dihitung dengan persamaan berikut :

$$JK_{\text{Dal}} = JK_t - (JK_k + JK_b + JK_{ab})$$

di mana:

JK_{Dal} : jumlah kuadrat dalam (galat) (*error sum of squares*);

JKt : jumlah kuadrat keseluruhan (*total sum of squares*);

JKk : jumlah kuadrat kolom (*columns sum of squares*); dan

JKb : jumlah kuadrat baris (*rows sum of squares*)

f. Penghitungan derajat bebas (*degree of freedom*)

1) Derajat bebas kolom (dbk)

$$db_k = k - 1$$

di mana: k adalah jumlah kolom.

- 2) Derajat bebas baris (dbb)

$$db_B = b - 1$$

di mana: b adalah jumlah baris.

- 3) Derajat interaksi AB

$$db_{AB} = (db_A)(db_B)$$

- 4) Derajat bebas dalam (db_{Dal})

$$db_{Dal} = N - ab$$

di mana: b adalah jumlah baris dan N adalah jumlah kolom.

- 5) Derajat bebas keseluruhan (dbt)

$$dbt = N - 1$$

di mana: N adalah keseluruhan data ($b \times k$).

g. Penghitungan kuadrat rata-rata (*mean of squares*)

- 1) Kuadrat rata-rata kolom—KRk (*Column Mean of squares—MSc*)

$$KR_k = \frac{JK_k}{db_k}$$

- 2) Kuadrat rata-rata baris—KRb (*Row Mean of squares—MSr*)

$$KR_b = \frac{JK_b}{db_b}$$

- 3) Kuadrat rata-rata interaksi AB—KRab (*Error Mean of squares—MSe*)

$$KR_{AB} = \frac{JK_{AB}}{db_{AB}}$$

- 4) Kuadrat rata-rata interaksi AB— KR_{ab} (*Error Mean of squares—MSe*)

$$KR_{Dal} = \frac{JK_{Dal}}{db_{Dal}}$$

h. Penentuan Ratio F kritik atau F-tabe

- 1) F-hitung kolom (F- h_k)

$$F-h_k = \frac{KR_k}{KR_{Dal}}$$

- 2) F-hitung baris (F- h_b)

$$F-h_b = \frac{KR_b}{KR_e}$$

- 3) F-hitung interaksi kolom dan baris (F-hab)

$$F-h_{ab} = \frac{KR_{ab}}{KR_{Dal}}$$

2. Tabel 8. ANOVA Dua Jalur

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel
					1%
Antar kolom	$V_k = K - 1$	$\sum \frac{(\sum x_{kol})^2}{rn} - FK$	$\frac{KK}{V_k}$	$\frac{KTK}{E}$	F(V _k , V _g)
Antar Baris	$V_b = B - 1$	$\sum \frac{(\sum x_{baris})^2}{rm} - FK$	$\frac{KB}{V_b}$	$\frac{KTB}{E}$	F(V _b , V _g)
Interaksi (kolom x baris)	$V_i = db_k \times db_b$	JK(bag) - (JKK + JKB)	$\frac{JKI}{V_i}$	$\frac{KTI}{E}$	F(V _i , V _g)
Galat	$V_g = N - k.b$	JKT - (JKK + JKB + JKI)	$\frac{JKG}{V_g} = E$		
Total	$V_t = N - 1$	JKT			

Sumber : Widiyaningrum (2009)

Koefisien Keragaman (KK)

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{rerata seluruh data percobaan}} \times 100\%$$

$$\bar{y} \text{ (rerata seluruh data percobaan)} = \frac{T_{ij}}{rt}$$

Keterangan:

SK = Sumber Keragaman

Untuk menentukan pengaruh pupuk organik cair daun gamal diantara perlakuan dilakukan dengan Uji F, yaitu dengan membandingkan F hitung dengan F table dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Bila F hitung $>$ F 5% maka H_1 diterima pada taraf uji 5% artinya berbeda nyata = (*significant difference*). Hal ini ditunjukkan dengan menempatkan satu bintang (*) pada nilai F hitung dalam sidik ragam.
2. Bila F hitung \leq F 5 % maka H_0 diterima pada taraf 5 % artinya tidak berbeda nyata = (*non significant difference*). Hal ini ditunjukkan dengan menempatkan tanda (^{tn}) pada nilai F hitung dalam sidik ragam.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHAS

A. Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti membuat dua macam biodiesel yang menggunakan katalis NaOH (B1) dan biodiesel yang menggunakan katalis KOH (B2), masing-masing biodiesel dibuat tiga kali ulangan dengan pembuatan biodieselnnya diberi katalis sebanyak 1,25 gram pada setiap tahap transesterifikasi. Dari 3 Liter minyak jelantah, dihasilkan biodiesel yang berjumlah 1,9 Liter. Biodiesel yang dihasilkan ini masing-masing diberi perlakuan uji kualitas dengan parameter uji biodiesel standar nasional Indonesia (SNI), adapun uji kualitas meliputi uji berat jenis, uji kadar air, uji angka asam dan uji angka sabun. Dari penelitian ini didapatkan tabel hasil sebagai berikut :

1. Densitas (Massa Jenis)

Tabel 9. Hasil Penelitian Uji Massa Jenis Biodiesel (g/ml)

Biodiesel	Ulangan			Jumlah	Rerata	SNI	σ (Standar deviasi)
	1	2	3				
B1	0,869	0,87	0,84	2,579	0,859	0,85-0,89	0,0139
B2	0,878	0,896	0,87	2,644	0,881	0,85-0,89	0,0108

Dari tabel hasil uji massa jenis biodiesel diatas didapatkan nilai yang sesuai dengan parameter uji SNI, baik biodiesel yang menggunakan

katalis NaOH (B1) dan biodiesel yang menggunakan katalis KOH (B2).

Adapun standar deviasinya adalah :

2. Uji Kadar Air

Tabel 10. Hasil Penelitian Biodiesel Uji Kadar Air (%)

Biodiesel	Ulangan			Jumlah	Rerata	SNI	σ (Standar deviasi)
	1	2	3				
B1	0,08	0,04	0,05	0,17	0,0567	0,05	0,017
B2	0,03	0,085	0,079	0,194	0,0647	0,05	0,024

Dari tabel hasil uji kadar air biodiesel diatas didapatkan nilai yang lebih besar dari parameter uji SNI, baik biodiesel yang menggunakan katalis NaOH (B1) dan biodiesel yang menggunakan katalis KOH (B2).

3. Uji Angka Asam

Tabel 11. Hasil Penelitian Biodiesel Uji Angka Asam(mg KOH/g)

Biodiesel	Ulangan			Jumlah	Rerata	SNI	σ (Standar deviasi)
	1	2	3				
B1	5,5	5,2	5,3	16	0,017	5,333	0,12
B2	9,3	8,8	9,1	27,2	0,024	9,067	0,2

Dari tabel hasil uji angka asam biodiesel diatas didapatkan nilai yang lebih tinggi dari parameter uji SNI, baik biodiesel yang menggunakan katalis NaOH (B1) dan biodiesel yang menggunakan katalis KOH (B2). Ini dikarenakan penyimpanan minyak jelantah sebelum dibuat menjadi biodiesel.

4. Uji Angka Sabun

Tabel 12. Hasil Penelitian Biodiesel Uji Angka Sabun (mg KOH/g)

Biodiesel	Ulangan			Jumlah	Rerata	SNI	σ (Standar deviasi)
	1	2	3				
B1	221,5	220,5	221,2	663,2	221,06	< 261,26	0,42
B2	305,8	305	306,4	917,2	305,73	< 261,26	0,56

Dari tabel hasil uji angka sabun biodiesel diatas didapatkan nilai yang sesuai dengan parameter uji SNI pada biodiesel yang menggunakan katalis NaOH (B1) dan nilai yang lebih besar dari parameter uji SNI pada biodiesel yang menggunakan katalis KOH (B2).

Adapun tabulasi hasil penelitian keseluruhan ini menggunakan tabulasi hasil penelitian Anova 2 jalur adalah sebagai berikut :

5. Tabulasi Hasil Penelitian

Tabel 13. Hasil Penelitian Perbedaan Kualitas Biodiesel Jelantah (Minyak Goreng Bekas) Menggunakan Katalis NaOH dengan KOH

Baris (jenis katalis biodiesel)	Kolom (parameter uji)				TB _x Ay	YB _x Ay
	A1 (densitas g/ml)	A2 (kadar air %)	A3 (Angka asam mgKOH/g)	A4 (angka sabun)		
B1 (NaOH)	0,87	0,08	5,5	280,8	681,949	56,829
	0,87	0,04	35,2	210,4		
	0,84	0,05	5,3	172		
B2 (KOH)	0,878	0,03	9,3	305,6	947,238	78,936
	0,896	0,085	8,8	305		
	0,87	0,079	9,1	306,4		
TaxBy	5,223	0,364	43,2	1580,4	1629,187	135,766
YaxBy	0,87	0,6	7,2	263,4		

6. Analisis Sidik Ragam

Tabel 14. Hasil Analisis Sidik Ragam Perbedaan Kualitas Biodiesel Jelantah (Minyak Goreng Bekas) Menggunakan Katalis NaOH dengan KOH

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kudrat Rata-rata (KR)	Rasio F (F-hitung)	F-tabel	
					0,05	0,01
Kolom	305999,2	3	101999,7	965512,7**	3,24	5,29
Baris	2932,43	1	2932,43	27757,87**	2,85	4,44
Interaksi	7841,15	3	2613,72	24741**	3,24	5,29
Galat/error	1,69	16	0,106			
Total	316774,5	23				

Keterangan** = sangat nyata

Untuk mengetahui bahwa harga-harga F tersebut signifikan atau tidak, maka perlu dibandingkan dengan F tabel:

- Untuk kolom (parameter uji) harga F tabel dicari dengan berdasarkan db antar kolom = 3, dan db galat = 16, F (3, 16). Berdasarkan db (3-16), maka harga F tabel 5,29 untuk 1%. Harga F hitung 965512,7 ternyata lebih besar daripada F tabel. Maka berarti terdapat perbedaan yang sangat nyata antar kolom.
- Untuk baris (jenis katalis) harga F tabel dicari dengan berdasarkan db antar baris = 5, dan db galat = 16, F (5, 16). Berdasarkan db (5-16), maka harga F tabel 4,44 untuk 1%. Harga F hitung 27757,87 ternyata lebih besar daripada F tabel. Maka berarti terdapat perbedaan yang sangat nyata antar baris.
- Untuk interaksi (kolom x baris), harga F tabel dicari berdasarkan db interaksi = 3, dan db galat = 16, F (3, 16). Berdasarkan db (3-

16), maka harga F tabel 5,29 untuk 1%. Harga F hitung 24741 ternyata lebih besar daripada F tabel. Maka berarti terdapat perbedaan yang sangat nyata antar interaksi.

Selanjutnya dibuat tabel rataan marginal untuk melihat perbedaan pada tiap baris dan kolom

7. Rataan Marginal Hasil Penelitian

Tabel 15. Rataan Marginal Hasil Perbedaan Kualitas Biodiesel Jelantah (Minyak Goreng Bekas) Menggunakan Katalis NaOH dengan KOH

Baris	Kolom (Parameter Uji)				Total	Rataan marginal
	A1	A2	A3	A4		
B1	0,859	0,057	5,33	221	227,3	56,83
B2	0,88	0,0647	9,07	305,7	315,75	78,9
Total	1,74	0,12	14,4	526,8		
Rataan marginal	0,8705	0,06	7,5	263,4		
SNI	0,875	0,05	0,8	261,26	262,98	65,75

Dari rataan marginalnya menunjukkan bahwa rataan biodiesel menggunakan katalis NaOH (B1) lebih rendah daripada rataan biodiesel menggunakan katalis KOH (B2). Mengacu pada parameter SNI semakin rendah nilai maka semakin baik kualitas biodiesel, maka dapat diketahui (dengan melihat rataannya) itu dilakukan setelah secara statistik disimpulkan bahwa biodiesel menggunakan NaOH (B1) memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan biodiesel menggunakan katalis KOH (B2).

Dari tabel rataan marginal hasil perbedaan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH dapat kita lihat rataan marginal pada kolom yang mengacu parameter SNI membuktikan kolom A1 (parameter uji densitas) memiliki nilai yang memenuhi standar biodiesel, sehingga dapat diketahui kesimpulan dari tabel 15. hasil analisis rataan marginal yang mengacu pada parameter SNI adalah sebagai berikut :

1. Kualitas biodiesel menggunakan katalis NaOH lebih baik dari kualitas biodiesel dengan menggunakan katalis KOH
2. Uji kualitas terbaik adalah uji densitas.
3. Uji kualitas biodiesel pada uji densitas, kadar air, angka asam, dan angka sabun menghasilkan nilai yang lebih baik (lebih rendah) jika menggunakan katalis NaOH

B. Pembahasan

Dalam penelitian ini peneliti membuat biodiesel dari minyak jelantah. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa minyak jelantah memiliki kualitas yang buruk bagi kesehatan jika dikonsumsi kembali dalam pengolahan makanan. Selain itu minyak jelantah memiliki sifat yang dapat membeku pada suhu rendah sehingga minyak jelantah yang dibuang sebagai limbah, akan mengganggu lingkungan karena menyumbat saluran air (Mardina, 2012).

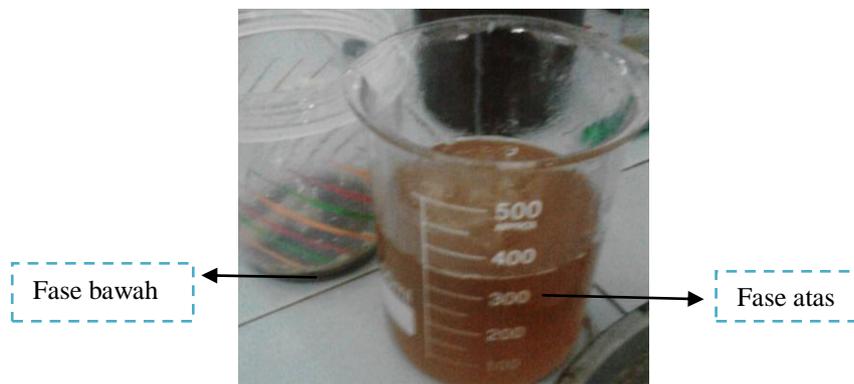
Pengolahan kembali minyak jelantah menjadi biodiesel dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Menurut Sudrajat (2006) biodiesel

merupakan bahan yang sangat potensial untuk menggantikan bahan bakar solar. Bahan bakunya dapat diperbaharui dan bersifat ramah lingkungan. Dalam pembuatan biodiesel dari minyak jelantah ini biodiesel yang dibuat sebanyak dua macam yaitu biodiesel yang menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH. Masing-masing biodiesel tersebut kemudian diulang pembuatannya tiga kali ulangan serta dilakukan uji kualitas. Uji kualitas biodiesel dalam penelitian ini berfungsi untuk mencari ada tidaknya perbedaan kualitas biodiesel menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH. Uji kualitas berdasarkan dengan parameter berat jenis, kadar air, bilangan asam, bilangan sabun serta uji pembakaran dari biodiesel.

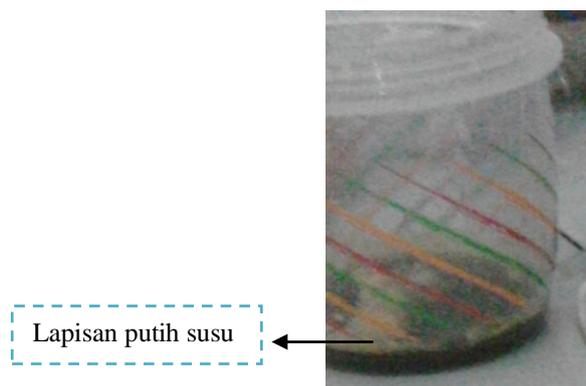
Pada reaksi transesterifikasi yang dilakukan, dihasilkan 2 fasa, dimana dapat dilihat pada gambar hasil transesterifikasi sebelum pencucian fasa atas menampilkan warna yang lebih terang dibandingkan dengan fasa bawah (gambar : pemisahan hasil transesterifikasi). Fasa bawahnya merupakan campuran dari gliserol, katalis dan alkohol berlebih. Diantara fasa atas dan bawah terdapat sedikit lapisan berwarna pucat susu yang menunjukkan bahwa reaksi telah memproduksi sabun. Penyebabnya diakibatkan oleh adanya kadar air dalam minyak nabati yang bereaksi dengan katalis.



Gambar 3 : hasil transesterifikasi sebelum pencucian
(sumber : dokumen pribadi 10/8/2015)



Gambar 4 : pemisahan hasil transesterifikasi
(sumber : dokumen pribadi 10/8/2015)



Gambar 5 : fase bawah hasil transesterifikasi
(sumber : dokumen pribadi 10/8/2015)

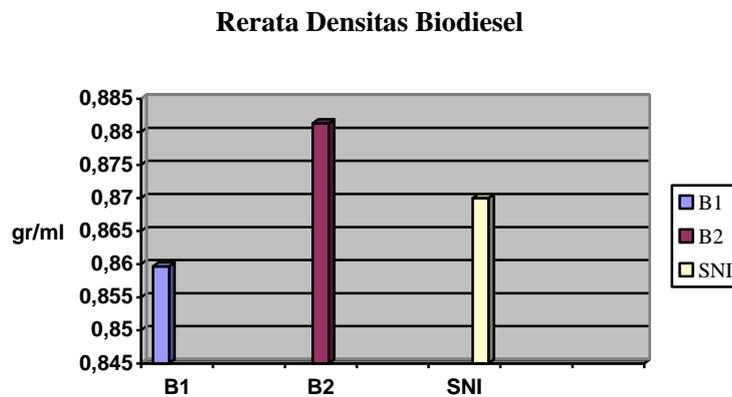
Pada tabel hasil analisis sidik ragam perbedaan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH didapatkan hasil pada kolom (parameter uji) harga F berdasarkan db antar kolom = 3, dan db galat = 16, F (3, 16). Berdasarkan db (3-16), maka harga F tabel 5,29 untuk 1%. Harga F hitung 263,391 ternyata lebih besar daripada F tabel. Maka berarti terdapat perbedaan yang sangat nyata antar kolom (parameter uji). Berikut ini adalah pembahasan mengenai hasil uji biodiesel dengan parameter berstandar nasional (SNI). Adapun hasil yang didapatkan meliputi :

1. Berat Jenis (Densitas)

Menurut Aziz (2011) berat jenis atau densitas pada biodiesel berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel. Densitas yang rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Karena menurut Srivastava dan Prasad (2000) "*dalam*" Hendra (2014) nilai densitas ini dapat dipergunakan untuk menentukan bilangan setana. Semakin rendah densitas maka bilangan setana akan semakin tinggi. Jika biodiesel mempunyai massa jenis melebihi ketentuan, maka akan terjadi reaksi tidak sempurna pada konversi minyak nabati. Biodiesel dengan nilai densitas yang terlalu tinggi seharusnya tidak digunakan untuk mesin diesel karena akan meningkatkan keausan mesin dan emisi, juga menyebabkan kerusakan pada mesin.

Dalam penelitian ini didapatkan nilai densitas biodiesel yang memiliki nilai sesuai dengan standar nasional (SNI). Pada tabel rataan marginal hasil perbedaan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng

bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH. Membuktikan bahwa parameter uji densitas biodiesel menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel menggunakan katalis KOH memiliki nilai yang memenuhi standar yang ditentukan. Menurut Prihanto dkk (2013) dengan terpenuhinya nilai masa jenis biodiesel seperti yang telah ditetapkan SNI maka proses transesterifikasi dapat dikatakan berhasil. Terpenuhinya nilai massa jenis ini juga menunjukkan bahwa proses pemurnian biodiesel berhasil. Untuk dapat melihat bagaimana hasil parameter uji densitas biodiesel yang menggunakan katalis NaOH (B1) dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH (B2) maka dibuatlah grafik seperti dibawah ini :



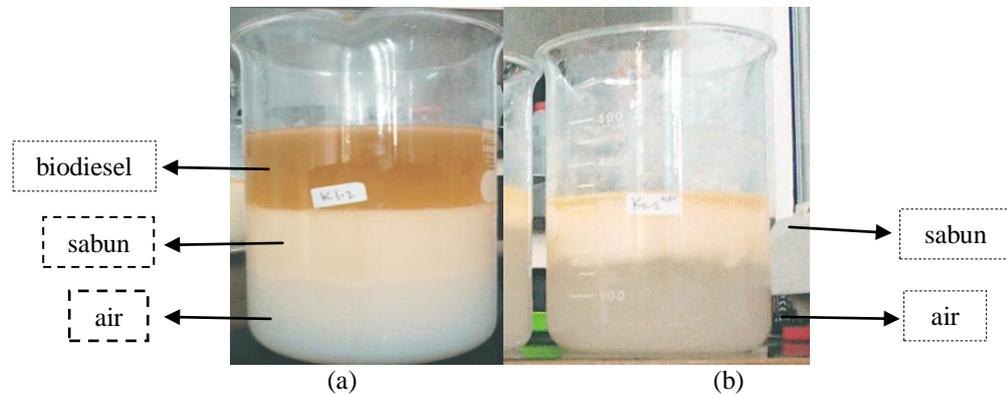
Grafik 1 : rerata densitas biodiesel

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa biodiesel yang dihasilkan memiliki densitas yang lebih rendah dari nilai biodiesel standar nasional (SNI). Jika dilihat dari uji densitas, biodiesel dengan katalis NaOH memiliki kualitas rata-rata memenuhi standar nasional (SNI).Densitas yang dimiliki biodiesel dengan menggunakan katalis NaOH lebih rendah jika dibandingkan dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH.

Menurut Aziz (2011) densitas yang rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi.

Biodiesel dengan katalis NaOH yang dihasilkan dari 3 kali ulangan dalam penelitian ini mempunyai rerata densitas sebesar B1 : 0,859 g/ml. Angka ini memiliki rata-rata memenuhi batas ketentuan SNI yaitu $< 0,87$ g/ml. Biodiesel dengan katalis KOH yang dihasilkan dari penelitian ini mempunyai rerata densitas sebesar B2 : 0,881 g/ml. Angka ini masih memenuhi batas maximum standar bioiesel yaitu $< 0,89$ g/ml. Jika dibandingkan dengan standar SNI biodiesel (0,85-089 g/ml), biodiesel ini masuk dalam *range* yang ditetapkan. Densitas pada biodiesel yang menggunakan katalis KOH memiliki nilai densitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan densitas pada biodiesel yang menggunakan katalis NaOH. Pernyataan ini dikuatkan dengan tabel hasil analisis sidik ragam perbedaan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH, yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan nyata pada kualitas biodiesel menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel menggunakan katalis KOH. Hal ini disebabkan karena katalis KOH memiliki kemampuan terbentuknya sabun cair jika direaksikan dengan alkohol sementara katalis NaOH membentuk sabun padat jika direaksikan dengan alkohol, hal ini terbukti saat pengendapan hasil transesterifikasi didapatkan hasil endapan yang lebih padat pada biodiesel dengan katalis NaOH dan endapan yang lebih cair pada biodiesel dengan katalis KOH. Endapan yang cair pada hasil transesterifikasi akan menyebabkan tercampurnya sabun dengan biodiesel. Manurutt Sari dan

Putra(2012)keadaan ini dapat membuat massa jenis biodiesel yang menggunakan katalis KOH memiliki nilai yang lebih besar dari pada biodiesel yang menggunakan katalis NaOH.



Gambar 6 : hasil pencucian (a) biodiesel dengan katalis NaOH
(b) biodiesel dengan katalis KOH

(sumber : dokumen pribadi 10/8/2015)

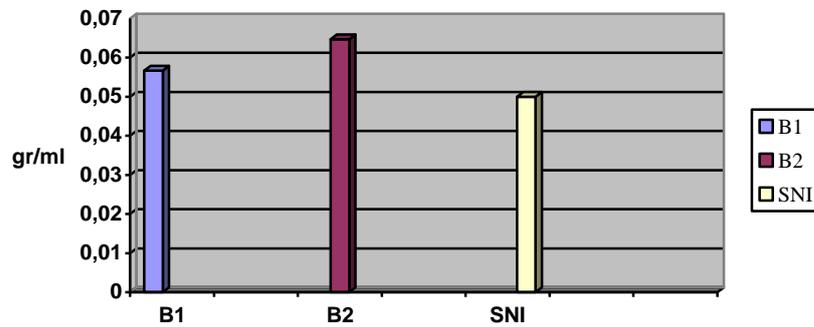
Dari gambar hasil pencucian diatas dapat dilihat bahwa sabun yang terbentuk pada biodiesel yang menggunakan katalis NaOH terpisah dari lapisan air yang berada pada lapisan terbawah hasil pencucian, tekstur sabun tampak rapi tidak bergelombang dan saat pengadukan sabun terasa lebih padat, sehingga sabun mudah terpisah dengan biodiesel saat proses pencucian. Sementara sabun yang terbentuk pada pencucian biodiesel yang menggunakan katalis KOH memiliki lapisan pisahan pada air yang tidak merata (bergelombang), saat pengadukan sabun terasa lebih mudah diaduk (cair) yang membuktikan mudah tercampurnya lapisan sabun dengan lapisan yang ada disekitarnya (biodiesel). Mudah tercampurnya lapisan sabun dengan lapisan biodiesel menyebabkan biodiesel menjadi kurang murni karena mengandung unsur sabun yang dapat berpengaruh pada parameter uji biodiesel lainnya.

2. Kadar Air

Semakin kecil kadar air dalam biodiesel semakin memperkecil kemungkinan terjadinya hidrolisis pada biodiesel dimana menurut Jaka (2010) kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan reaksi hidrolisis ester, sehingga akan menurunkan kualitas biodiesel. Menurut Fukuda *et al.* (2001) “dalam” Hendra (2014) menyatakan bahwa keberadaan air yang berlebihan dapat menyebabkan sebagian reaksi berubah menjadi reaksi saponifikasi antara asam lemak bebas hasil hidrolisis minyak dengan katalis metanol basa yang akan menghasilkan sabun. Sabun akan mengurangi efisiensi katalis metanol basa, sehingga akan meningkatkan viskositas, terbentuk gel, dan menyulitkan pemisahan gliserol dengan metil ester.

Pada tabel hasil analisis sidik ragam perbedaan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH menyatakan terdapat perbedaan yang sangat nyata pada parameter uji biodiesel menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH. Pada tabel rata-rata marginal hasil perbedaan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH menyatakan kualitas biodiesel menggunakan katalis NaOH pada parameter uji kadar air lebih baik dari biodiesel yang menggunakan katalis KOH. Untuk dapat melihat bagaimana hasil perbedaan antara kadar air biodiesel yang menggunakan katalis NaOH (B1) dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH (B2) maka dibuatlah grafik nomor rerata kadar air dibawah ini :

Rerata Kadar Air Biodiesel



Grafik 2 : rerata kadar air biodiesel

Rerata kadar air yang dimiliki biodiesel dengan menggunakan NaOH 0,0567%, sementara rerata kadar air yang dimiliki biodiesel yang menggunakan KOH yaitu sebesar 0,0647%. Dari grafik hasil perhitungan kadar air pada biodiesel diatas didapatkan hasil yang melebihi dengan batas ketentuan pada parameter uji kadar air SNI (0,05%), baik pada biodiesel yang menggunakan katalis NaOH dan katalis KOH. Tetapi, perbandingan nilai ini masih sangat kecil sehingga masih memenuhi batas toleransi pada nilai kadar air biodiesel, dimana menurut tabel perbandingan SNI-04-7182-2006 batas nilai toleransi pada parameter uji kadar air yaitu mencapai 0,075%. Sehingga kadar air yang dihasilkan dalam penelitian ini masih memenuhi batas toleransi parameter uji SNI.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kadar air yang dimiliki biodiesel dengan menggunakan katalis NaOH lebih rendah jika dibandingkan dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH. Ini disebabkan karena katalis KOH bersifat memiliki kemampuan terbentuknya sabun cair jika direaksikan dengan alkohol sementara katalis NaOH membentuk sabun padat jika direaksikan dengan alkohol (lihat

pada gambar hasil pencucian) membuat kadar air biodiesel yang menggunakan katalis KOH memiliki nilai yang lebih besar dari pada biodiesel yang menggunakan katalis NaOH. Menurut Sari dan Putra(2012)katalis KOH bersifat memiliki kemampuan terbentuknya sabun cair jika direaksikan dengan alkohol sehingga akan mempengaruhi kadar air yang lebih besar dari katalis NaOH yang akan membentuk sabun padat jika direaksikan dengan alkohol

Semakin kecil kadar air dalam minyak maka mutunya akan semakin baik pula karena akan memperkecil terjadinya hidrolisis yang dapat menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas, kandungan air dalam bahan bakar dapat juga menyebabkan turunnya panas pembakaran, berbusa dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam (Syamsidar, 2012).

Kandungan air yang tinggi dalam minyak nabati akan menyebabkan terjadinya hidrolisis dan akan menaikkan kadar asam lemak bebas dalam minyak nabati. Fukuda *et al.* (2001) “dalam” Handra (2014) menyatakan bahwa keberadaan air yang berlebihan dapat menyebabkan sebagian reaksi berubah menjadi reaksi saponifikasi antara asam lemak bebas hasil hidrolisis minyak dengan katalis metanol basa yang akan menghasilkan sabun. Sabun akan mengurangi efisiensi katalis metanol basa, sehingga akan meningkatkan viskositas, terbentuk gel, dan menyulitkan pemisahan gliserol dengan metil ester yang akan menurunkan kualitas biodiesel.



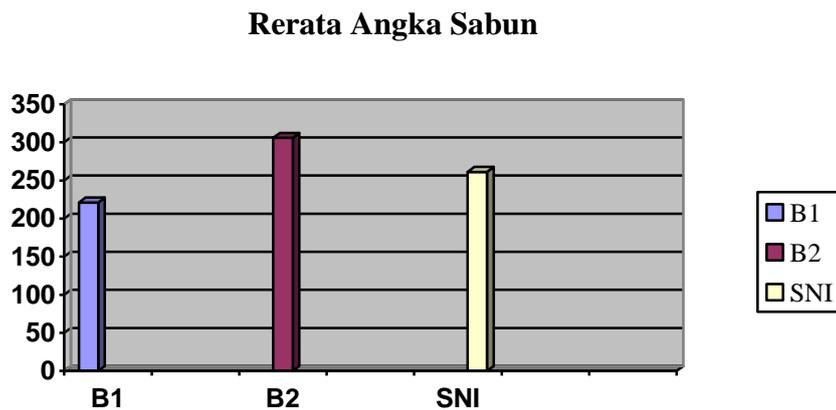
Gambar 7 : hasil pemisahan transesterifikasi

(sumber : dokumen pribadi 10/8/2015)

3. Angka Sabun

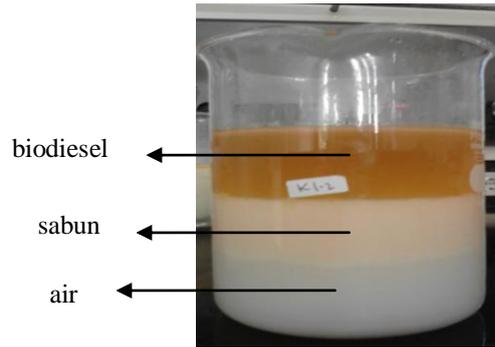
Angka penyabunan adalah banyaknya milligram KOH atau NaOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan 1 gram contoh biodiesel (Dogra dkk. 2005). Semakin rendah angka sabun maka kualitas biodiesel semakin baik. Menurut Fukuda *et al.* (2001) “dalam” Handra (2014) reaksi saponifikasi antara asam lemak bebas hasil hidrolisis minyak dengan katalis basa yang akan menghasilkan sabun. Sabun akan mengurangi efisiensi katalis sehingga meningkatkan viskositas, terbentuk gel, dan menyulitkan pemisahan gliserol dengan metil ester. Angka penyabunan dalam penelitian ini ditentukan dengan proses titrimetri. Pada tabel hasil analisis sidik ragam perbedaan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH menyatakan terdapat perbedaan sangat nyata pada parameter uji biodiesel menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH. Pada tabel rata-rata marginal hasil perbedaan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH menyatakan kualitas

biodiesel menggunakan katalis NaOH pada parameter uji kadar air lebih baik dari biodiesel yang menggunakan katalis KOH. Untuk dapat melihat bagaimana hasil parameter uji angka sabun biodiesel yang menggunakan katalis NaOH (B1) dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH (B2) maka dibuatlah grafik seperti dibawah ini :



Gambar 3 : grafik angka sabun biodiesel

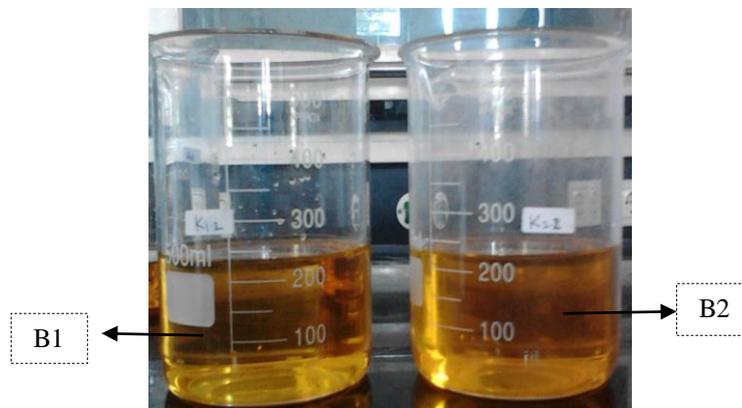
Dapat dilihat dari grafik rerata angka sabun bahwa angka sabun yang dimiliki biodiesel dengan menggunakan katalis NaOH lebih rendah jika dibandingkan dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH. Pengaruh konsentrasi katalis KOH terhadap angka penyabunan biodiesel dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa karakteristik angka penyabunan biodiesel hasil percobaan mendekati karakteristik yang ditetapkan literatur. Dari hasil perhitungan, angka sabun biodiesel yang menggunakan katalis NaOH memiliki nilai yang lebih sesuai dengan syarat mutu biodiesel menurut SNI-04-7182-2006 sebesar $< 261,26$ mg KOH/gram jika dibandingkan angka sabun biodiesel yang menggunakan katalis KOH.



Gambar 8: pencucian biodiesel

(sumber : dokumen pribadi 19/8/15)

Menurut Sari dan Putra (2012) penggunaan NaOH lebih mudah dibanding dengan KOH. KOH tidak sekuat NaOH sehingga pemakaiannya harus ditambah menjadi 1,4 kali NaOH. Natrium Hidroksida (NaOH), juga disebut *Caustic Soda* dan kadang-kadang alkali. Kalium Hidroksida (KOH) ini, juga disebut *Potash caustic*. Keduanya biasanya digunakan untuk membuat biodiesel. Reaksi samping utama dalam pembuatan biodiesel adalah mengubah FFA atau asam lemak bebas menjadi sabun. Sabun yang terbuat dari NaOH adalah padat. Sabun yang terbuat dari KOH adalah cair seperti pada gambar nomor 6. Biodiesel yang mengandung sabun sangat sedikit, mempunyai warna yang lebih jernih.



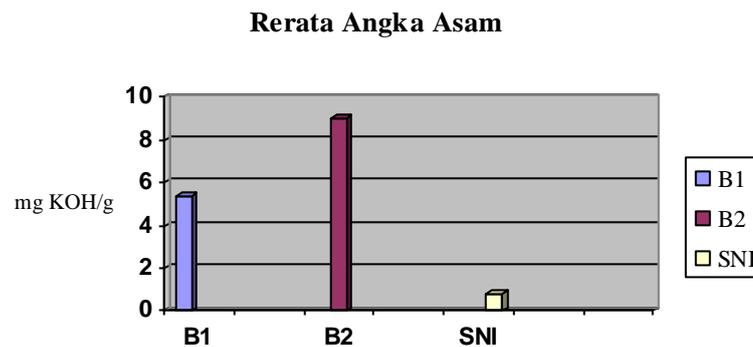
Gambar 9: biodiesel setelah pencucian
(sumber : dokumen pribadi 19/8/15)

Dari gambar biodiesel setelah pencucian dapat dilihat perbedaan warna yang lebih terang pada biodiesel menggunakan katalis NaOH (B1) jika dibandingkan dengan biodiesel menggunakan katalis KOH (B2). Gambar pencucian biodiesel membuktikan biodiesel B1 lebih baik dari biodiesel B2. Karena jika masih terdapat sabun dalam biodiesel akan mempengaruhi warna biodiesel yang tidak terlalu jernih.

4. Angka Asam

Bilangan asam merupakan ukuran jumlah mineral-mineral asam dan asam lemak bebas di dalam biodiesel. Angka asam dinyatakan dalam mg KOH yang dibutuhkan untuk menetralisasi asam-asam lemak dalam 1 gram biodiesel. Baik SNI maupun ASTM menetapkan maksimal 0,8 mg KOH/g untuk bilangan asam biodiesel. Semakin rendah angka asam maka semakin rendah kadar asam lemak bebas dalam suatu biodiesel (Setiawati dan Edwar, 2012). Angka asam yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki nilai yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan parameter uji SNI. Pada tabel hasil analisis sidik ragam perbedaan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH menyatakan terdapat perbedaan sangat nyata pada parameter uji biodiesel menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH. Pada tabel rataan marginal hasil perbedaan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH menyatakan kualitas biodiesel menggunakan katalis NaOH pada parameter uji angka asam lebih baik dari biodiesel yang menggunakan katalis KOH

yang dibuktikan dengan kiat wilayah menggunakan simbol huruf. Untuk dapat melihat bagaimana hasil parameter uji angka asam biodiesel yang menggunakan katalis NaOH (B1) dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH (B2) maka dibuatlah grafik sebagai berikut:



Gambar 4 : grafik rerata angka asam biodiesel

Dari grafik rerata angka asam biodiesel dapat dilihat bahwa angka asam yang dimiliki biodiesel jelantah dengan menggunakan katalis NaOH (B1) dan KOH (B2) masih cukup tinggi dari standar yang ditetapkan. Angka asam yang dihasilkan dari biodiesel menggunakan katalis NaOH dengan KOH memiliki nilai yang berbeda, biodiesel yang menggunakan katalis NaOH memiliki rerata angka asam sebesar 5,33 yang lebih rendah jika dibandingkan dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH dengan rerata angka asam sebesar 9,063. Besarnya selisih ini disebabkan karena sebagian besar asam lemak bebas sisa bereaksi dengan katalis KOH membentuk sabun. Ini ditandai dengan terbentuknya emulsi pada saat pencucian biodiesel dengan menggunakan air. Adanya asam lemak bebas pada reaksi transesterifikasi menyebabkan terjadinya reaksi penyabunan yang merupakan reaksi antara asam lemak dengan katalis basa.

Bilangan asam yang didapatkan dari penelitian ini lebih tinggi dari standar yang ditetapkan, namun biodiesel yang menggunakan katalis KOH memiliki angka asam yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan biodiesel yang menggunakan katalis NaOH (Aziz, 2008). Semakin rendah bilangan asam pada minyak biodiesel, maka semakin baik mutunya dan aman dalam penggunaannya, akan tetapi tingginya nilai bilangan asam pada minyak biodiesel dapat menyebabkan korosi dan kerusakan pada mesin diesel. Tingginya angka asam dapat disebabkan karena proses penyimpanan minyak jelantah yang lama saat pengumpulan limbah minyak jelantah sebelum diolah menjadi biodiesel. Sehingga perlu dilakukan pengolahan langsung terhadap sampel yang ada agar meminimalisir angka asam pada biodiesel jelantah. Selain itu dikarenakan belum tersedianya alat yang efektif dalam pengolahan minyak jelantah, menyebabkan pembuatan biodiesel yang lebih lama yang berpengaruh pada angka asam yang dihasilkan.

Dapat diketahui dari penjelasan beberapa diagram grafik diatas bahwa ada perbedaan kualitas biodiesel menggunakan katalis KOH dengan biodiesel yang menggunakan katalis NaOH. Hal ini diperkuat dengan tabel hasil analisis sidik ragam perbedaan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH yang menyatakan bahwa untuk kolom (parameter uji) harga F tabel berdasarkan db (3-16), maka harga F tabel 5,29 untuk 1%. Harga F hitung 263,391 ternyata lebih besar daripada F tabel. Maka berarti terdapat

perbedaan yang sangat nyata antar parameter uji biodiesel (kolom) baik pada uji densitas, kadar air, angka sabun dan angka asam.

Untuk baris (jenis katalis) harga F tabel berdasarkan db (1-16), maka harga F tabel 4,49 untuk 5%. Harga F hitung 7,591 ternyata lebih besar daripada F tabel. Maka berarti terdapat perbedaan yang nyata antar biodiesel yang menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel yang menggunakan katalis KOH (baris).

Untuk interaksi (kolom x baris), harga F tabel berdasarkan db (3-16), maka harga F tabel 5,29 untuk 1%. Harga F hitung 6,767 ternyata lebih besar daripada F tabel. Maka berarti terdapat perbedaan yang sangat nyata antar interaksi jenis katalis yang digunakan biodiesel (baris) dengan parameter uji (kolom).

Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa kualitas biodiesel menggunakan katalis NaOH lebih baik jika dibandingkan dengan biodiesel menggunakan katalis KOH. Ini diperkuat dengan tabel rata-rata marginal hasil perbedaan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis NaOH dengan KOH yang menyatakan kisaran angka yang lebih mendekati standar SNI adalah biodiesel yang menggunakan NaOH.

C. Sumbangsih pada Pembelajaran di SMA/MA

Pengajaran atau proses belajar mengajar adalah proses yang diatur sedemikian rupa menurut langkah-langkah tertentu, agar pelaksanaannya mencapai hasil yang diharapkan. Pengaturan ini dituangkan dalam bentuk perencanaan mengajar, yaitu mengenai tindakan apa yang akan dilakukan

pada waktu melaksanakan pengajaran (Sudjana, 1987). Dalam hal ini keberhasilan seorang guru dalam pembelajaran merupakan sesuatu yang sangat diharapkan sehingga untuk memenuhi tujuan yang ingin dicapai diperlukan persiapan yang matang. Seorang guru diharapkan mempersiapkan bahan yang akan diajarkan, mempersiapkan alat-alat peraga atau praktikum yang digunakan agar siswa mudah memahami dan mempelajari materi tersebut.

Penelitian tentang perbandingan kualitas biodiesel jelantah (minyak goreng bekas) menggunakan katalis KOH dengan NaOH ini akan dialokasikan pada kegiatan pembelajaran di sekolah khususnya SMA/MA kelas X semester genap pada materi limbah untuk meningkatkan pembelajaran baik teori di kelas maupun kegiatan praktikum siswa karena dengan praktikum akan memberikan dampak instruksional juga akan memberikan dampak positif antara lain; siswa mendapatkan pengalaman belajar dalam hal bagaimana bekerjasama dan berinteraksi dengan teman-teman siswa dalam sebuah “*team work*” dapat menjalin hubungan yang erat dengan teman siswa, yang nantinya akan berkembang menjadi semangat solidaritas kolegal, dan juga membina hubungan kemitraan dengan tenaga pendidik atau asisten pendidik, bahkan dengan atribut atau pakaian kerja yang digunakan dalam praktek dapat menimbulkan kebanggaan profesi serta membangkitkan motivasi belajar (Hudha, 2011).

Menurut Suhadi (2007) “*dalam*” Dani (2013) perangkat pembelajaran adalah sekumpulan media atau sarana yang digunakan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran di kelas. Untuk itu dalam hal ini disajikan

sumbangsih penelitian berupa perangkat pembelajaran yang memungkinkan untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran khususnya dalam pelaksanaan metode eksperimen meliputi video pembelajaran, Lembar Kerja Siswa (LKS), silabus pembelajaran, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Materi Pengayaan (Lampiran 5).

D. Sumbangsih pada Masyarakat

Biodiesel jelantah sangat berpeluang besar untuk dikembangkan dalam rangka meminimalisir pencemaran lingkungan dan meningkatkan nilai ekonomi pertanian. Menurut penulis Jika dibuat suatu lembaga khusus yang tentunya bekerja sama dengan pemerintah setempat maka akan semakin mengoptimalkan pengumpulan minyak jelantah yang nantinya akan diolah menjadi biodiesel. Namun demikian adanya penyampaian kepada masyarakat akan manfaat limbah minyak jelantah yang dapat diubah menjadi biodiesel atau bahan bakar pengganti solar bisa melalui penyuluhan-penyuluhan di lingkungan masyarakat sehingga dengan penyuluhan itu pemerintah setempat melalui lembaga khusus penampungan minyak jelantah dapat menukar minyak jelantah dari masyarakat diganti dengan minyak sayur yang baru sebagai contoh 3 liter minyak jelantah dapat ditukar dengan 1 Liter minyak sayur yang baru. Sehingga masyarakat bersemangat mengumpulkan minyak jelantah dirumahnya untuk ditukar dengan minyak sayur yang baru. Sehingga produksi biodiesel jelantah, bahan dasarnya dapat dihasilkan dari pengumpulan limbah minyak jelantah oleh masyarakat itu sendiri.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini didapatkan kesimpulan antara lain:

1. Minyak jelantah dapat diolah kembali menjadi biodiesel.
2. Terdapat perbedaan kualitas biodiesel jelantah menggunakan katalis NaOH dengan biodiesel jelantah menggunakan katalis KOH pada parameter uji densitas, kadar air, angka asam dan angka sabun. Kualitas biodiesel menggunakan katalis NaOH lebih baik jika dibandingkan dengan biodiesel menggunakan katalis KOH
3. Sumbangsih dari penelitian perbedaan kualitas biodiesel jelantah menggunakan katalis KOH dengan NaOH dalam bidang pendidikan dapat berupa perangkat pembelajaran yang meliputi : silabus, RPP dan materi pengayaan.

B. Saran

1. Diharapkan tidak terlalu lama menyimpan minyak jelantah atau mengendapkan biodiesel saat proses pencucian untuk meminimalisir peningkatan angka asam.
2. Diharapkan melakukan penelitian lebih lanjut pembuatan sabun dari limbah biodiesel jelantah.
3. Diharapkan melakukan uji pengapian untuk menambah bukti berhasilnya pembuatan biodiesel
4. Untuk menindaklanjuti kemanfaatan minyak jelantah pada pembuatan biodiesel diharapkan komitmen/dorongan pemerintah serta masyarakat untuk mengadakan program mengumpulkan minyak goreng bekasbaik dari sisi industri, makanan, maupun rumah tangga dan menggalakkan program penggunaan bahan bakar biodiesel yang bernilai ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- Alqur'annul Karim. 2010. *Alqur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Diponegoro.
- Abdullah., Jaya, D, J., Rodiansono. 2010. Optimasi Jumlah Katalis KOH dan NaOH pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Kopelarut. Banjarbaru; Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, Vol.4, No. 1 (Januari 2010), 79 - 89
- Akbar, R. 2008. *Karakteristik Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Menggunakan Metil Asetat Sebagai Pensuplai Gugus Metil*. Surabaya: Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. <http://ITS.undergraduate-1509-4207100091.pdf.com>
- Ambarita, T. M. D., 2004. Studi Tentang Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas (Rasio Molar Substrat, Waktu dan Suhu Reaksi). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, Vol. 2, No. 1, April 2004 107
- Ariatmoko, B. K., Wijana, S. dan Putri, I. W., 2012. *Kajian Konsentrasi KOH dan Waktu Proses Esterifikasi Pada Produksi Metil Laurat dari Soapstock Inti Sawit Sebagai Bahan Baku Surfaktan di PT. SMART Tbk Surabaya*. Surabaya: Jurusan Teknologi Industri Pertanian - Fak. Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- Auruma, T., Hartanto, D. dan Prasetyoko, D., 2009. *Esterifikasi Asam Lemak Bebas Dalam Minyak Jelantah Menggunakan Katalis H-Zsm-5 Mesopori dengan Variasi Waktu Aging*. Surabaya: Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Aziz, I., Nurbayt, i S. dan Ulum, B., 2011. Esterifikasi Asam Lemak Bebas dari Minyak Goreng Bekas. Jakarta: Program Studi Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah. *Valensi Vol. 2 No. 2, Mei 2011 (384-388) ISSN : 1978 - 8193*
- 2011. Pembuatan Produk Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi. Jakarta: Program Studi Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah. *Valensi Vol. 2 No. 3, Nop 2011 (443-448) ISSN : 1978 - 8193 443*

- Dani, I. 2013. *Perangkat Pembelajaran*. Dalam <http://pustaka.pandani.web.id/>. Diakses: 20 April 2015.
- Dhani, H., Wardati, dan Rosmimi. 2013. Pengaruh Pupuk Vermikompos pada Tanah Inceptisol Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). Riau: Universitas Riau. *Jurnal Sains dan Teknologi* 18 (2), 2013, ISSN: 1412:2391.
- Fauziah, Sirajuddin, S. dan Najamuddin, U., 2013. *Analisis Kadar Asam Lemak Bebas dalam Gorengan dan Minyak Bekas Hasil Penggorengan Makanan Jajanan di Workshop Unhas*. Makassar: Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
- Hanafiah, A, K. 2012. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Depok: PT Raja Grafindo Persada.
- Hendra. J. 2014. Pembuatan Biodiesel dari Biji Kemiri Sunan (*Making Biodiesel Of Aleurites Trisperma Blanco Seed*). *Jurnal Hasil Hutan Vol. 32 No. 1, Maret 2014: 37-45* ISSN: 0216-4329 Terakreditasi No.: 443/AU2/P2MI-LIPI/08/20121.
- Hikmah, N. M., Zuliyana. 2010. *Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. *Skripsi*
- Fukuda, H., Kondo, A., & Noda, H. (2001). Biodiesel fuel production by transesterification of oil. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 92,405-416
- Lestari, P. P., 2010. *Pemanfaatan Minyak Goreng Jelantah pada Pembuatan Sabun Cuci Piring Cair*. Medan: Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Mardina, P., Faradina, E. dan Setiawati, N., 2012. Jurnal Kimia Penurunan Angka Asam pada Minyak Jelantah. Banjarbaru: Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. *Jurnal Kimia* 6 (2), JULI 2012 : 196-200
- Nurcholis, M., Sumarsih, S. 2007. *Jarak Pagar dan Pembuatan Biodiesel*. Yogyakarta: Kanisius.
- Pakpahan, F. J., Tambunan, T. dan Harimby, A., Ritonga, Y. M., 2013. Pengurangan FFA dan Warna dari Minyak Jelantah dengan Adsorben Serabut Kelapa dan Jerami. Medan: Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara. *Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 2, No. 1 (2013)*.

- Priani, E. S. dan Lukmayani, Y., 2010. Pembuatan Sabun Transparan Berbahan Dasar Minyak Jelantah Serta Hasil Uji Iritasinya pada Kelinci. UIN Bandung. ISSN: 2089-3582.
- Riyanti, F., Poedji, L. H., dan Catur, D. L., 2012. Pengaruh Variasi Konsentrasi Katalis KOH pada Pembuatan Metil Ester dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa* Linn). Palembang: Jurusan Kimia, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia. *Jurnal Penelitian Sains Volume 15 Nomor 2(C) April 2012*.
- Sari, P, S., Putra, P, D. 2012. *Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biodiesel M30 dari Minyak Jelantah dengan Katalis 0,25% Naoh Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel S-1110* Teknik Mesin Universitas Gunadarma
- Setiawati, E., Edwar F., 2012. Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel. Balai riset dan Standardisasi Industri. Banjarbaru: *Jurnal Riset Industri Vol. VI No. 2, 2012, Hal. 117-127*
- Silaban, R., Freddy, T. M. P., Sari, I. E., Nurjannah dan Soripada, A. T., 2013. *Analisis Hubungan Antar Parameter Mutu Minyak Industri Oleokimia*. Medan: Universitas Negeri Medan.
- Sudjana, N. 1987. *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Sudrajat, R. H., 2006. *Memproduksi Biodiesel Jarak Pagar*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sugiharto, T. 2009. *Bahan Kuliah Statistik 2 Analisis Varians*. Universitas Gunadama: Fakultas Ekonomi
- Sugiono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta
- Suirta, W. I., 2009. Preparasi Biodiesel dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana. *Jurnal Kimia 3 (1), Januari 2009 : 1-6 ISSN 1907-9850*.
- Sutiah, K., Firdausi, S. dan Budi, S. W., 2008. Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. Padjajaran: Laboratorium Optoelektronik dan Laser, Jurusan Fisika FMIPA UNDIP. *Berkala Fisika ISSN : 1410 – 9662 Vol 11 , No.2, April 2008, hal 53-58 53*.
- Syamsidar. 2013. Pembuatan dan Uji Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah. Makassar: Jurusan Kimia Fakultas Sains & Teknologi UIN Alauddin. *Jurnal Teknosains, Volume 7 Nomor 2, Juli 2013, hlm: 209-218*.

- Tarigan, Br. J., 2009. *Ester Asam Lemak*. Medan: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara.
- Triyanto, A., 2013. *Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Ampas Tebu Teraktivasi dan Penetralan dengan NaHSO₃*. Semarang: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNS.
- Winarni. Sunarto, W. dan Mantini, S., 2010. *Penetralan dan Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Menjadi Minyak Goreng Layak Konsumsi*. Jurusan Kimia FMIPA UNNES.
- Yuniwati, M. dan Karim, A. A., 2009. Kinetika Reaksi Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas (Jelantah) dan Metanol dengan Katalisator KOH. Yogyakarta: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri. *Jurnal Teknologi, Volume 2 Nomor 2, Desember 2009, 130-136*.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitngan Uji Kualitas Biodiesel Jelantah

1. Berat jenis

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

Keteranga :

G = bobot piknometer dan metil ester (g)

Go = bobot piknometer kosong (g)

Vt = volume sampel pada suhu 40 oC (mL)

Tabel 1. perhitungan berat jenis biodiesel menurut hasil penelitian

No sampel	G (gr)	G ₀ (gr)	V _t (ml)	$\frac{G-G_0}{V_t} + 0,0012$	P (gr/ml)
K11	19,7220	11,042	10	$\frac{19,7220-11,042 \text{ (gram)}}{10 \text{ ml}} + 0,0012$	0,8692
K12	19,7612	11,042	10	$\frac{19,7612-11,042 \text{ (gram)}}{10 \text{ ml}} + 0,0012$	0,87392
K13	19,5465	11,1179	10	$\frac{19,5465-11,1179 \text{ (gram)}}{10 \text{ ml}} + 0,0012$	0,84
K21	19,8155	11,042	10	$\frac{19,8155-11,042 \text{ (gram)}}{10 \text{ ml}} + 0,0012$	0,87855
K22	19,9970	11,042	10	$\frac{19,9970-11,042 \text{ (gram)}}{10 \text{ ml}} + 0,0012$	0,8967
K23	19,8729	11,1179	10	$\frac{19,8729-11,1179 \text{ (gram)}}{10 \text{ ml}} + 0,0012$	0,87

2. Kadar Air

$$\text{Kadar Air} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

A

Dimana A = berat sampel sebelum dioven (g)

B = berat sampel setelah dioven (g)

Tabel 2. perhitungan kadar air biodiesel menurut hasil penelitian

No sampel	A (gr)	B (gr)	$\frac{A-B}{A} \times 100\%$	Kadar air (%)	Jumlah	Rata-rata
K11	15,7893	15,7765	$\frac{15,7893-15,7765}{15,7893} \times 100\%$	0,08%	0,17%	0,05%
K12	15,6604	15,6539	$\frac{15,6604-15,6539}{15,6604} \times 100\%$	0,04%		
K13	15,3139	15,3060	$\frac{15,3139-15,3060}{15,3139} \times 100\%$	0,05%		
K21	15,4397	15,4341	$\frac{15,4397-15,4341}{15,4397} \times 100\%$	0,03%	0,194	0,06%
K22	15,5728	15,5595	$\frac{15,5728-15,5595}{15,5728} \times 100\%$	0,085%		
K23	15,1928	15,1808	$\frac{15,1928-15,1808}{15,1928} \times 100\%$	0,079%		

3. Bilangan Asam

$$\text{Angka asam} = \frac{\text{ml basa} \times N \text{ NaOH} \times Mr \text{ NaOH}}{m}$$

Tabel 3. Perhitungan Bilangan Asam Biodiesel Menurut Hasil

Penelitian

No sampel	v (ml)	N	Mr	m	$\frac{\text{ml basa} \times N \text{ NaOH} \times Mr \text{ NaOH}}{m}$	Angka asam
B11	6,88	0,1	40	5	$\frac{6,88 \times 0,1 \times 40}{5}$	5,54
B12	6,5	0,1	40	5	$\frac{6,5 \times 0,1 \times 40}{5}$	5,2
B13	6,65	0,1	40	5	$\frac{6,65 \times 0,1 \times 40}{5}$	5,32
B21	11,6	0,1	40	5	$\frac{11,6 \times 0,1 \times 40}{5}$	9,28
B22	11	0,1	40	5	$\frac{11 \times 0,1 \times 40}{5}$	8,8
B23	11,4	0,1	40	5	$\frac{11,4 \times 0,1 \times 40}{5}$	9,12

4. Bilangan Sabun

$$\text{Angka sabun} = \frac{(b-c) \times N \text{ HCl} \times \text{Mr NaOH}}{m}$$

Tabel 4. Perhitungan Bilangan Sabun Biodiesel Menurut Hasil

Penelitian

No sampel	b	c	N	Mr	m	$\frac{(b-c) \times N \text{ HCl} \times \text{Mr NaOH}}{M}$	Angka asam
B11	41,5	13,81	0,1	40	0,5	$\frac{(41,5-13,81) \times 0,1 \times 40}{0,5}$	221,52
B12	41,5	13,94	0,1	40	0,5	$\frac{(41,5-13,94) \times 0,1 \times 40}{0,5}$	220,48
B13	41,5	13,85	0,1	40	0,5	$\frac{(41,5-13,85) \times 0,1 \times 40}{0,5}$	221,2
B21	41,5	3,27	0,1	40	0,5	$\frac{(41,5-3,27) \times 0,1 \times 40}{0,5}$	305,84
B22	41,5	3,37	0,1	40	0,5	$\frac{(41,5-3,37) \times 0,1 \times 40}{0,5}$	305,04
B23	41,5	3,2	0,1	40	0,5	$\frac{(41,5-3,2) \times 0,1 \times 40}{0,5}$	306,4

Lampiran 3. Gambar Penelitian



Gambar 1: hasil esterifikasi biodiesel jelantah



Gambar 2 : penimbangan NaOH



Gambar 3: pengambilan hasil transesterifikasi biodiesel jelantah



Gambar 5: pencucian biodiesel jelantah



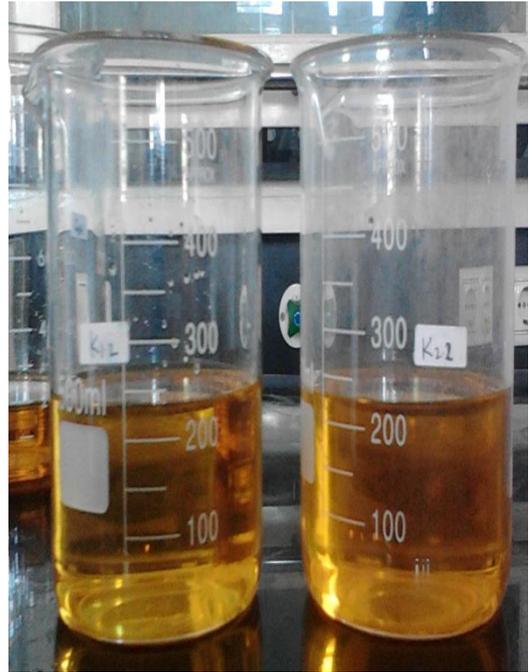
Gambar 4: hasil transesterifikasi jelantah



Gambar 6: pengambilan biodiesel jelantah setelah pencucian



Gambar 7: hasil pengambilan transesterifikasi biodiesel jelantah setelah pencucian



Gambar 9: hasil biodiesel siap pakai (setelah pengeringan)



Gambar 8: pengeringan biodiesel jelantah



Gambar 10: pengujian kadar air biodiesel jelantah



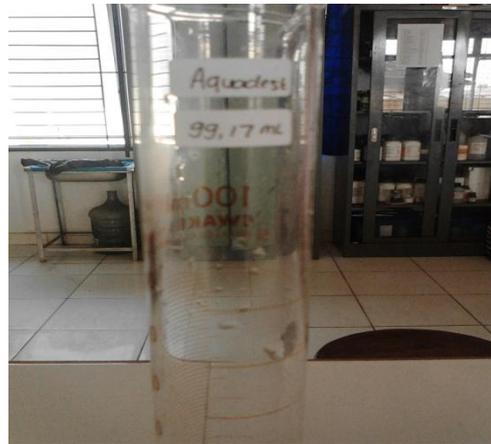
Gambar 11: pengopenan biodiesel



Gambar 13: HCl untuk pengujian bilangan sabun



Gambar 12: pengujian kadar air



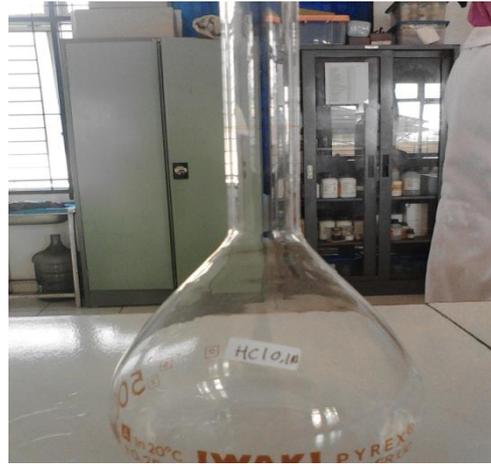
Gambar 14 : aquades



Gambar15 : metanol



Gambar 16 : pembuatan larutan HCl metoksid



Gambar 18: HCl alkohol untuk uji biangan penyabunan



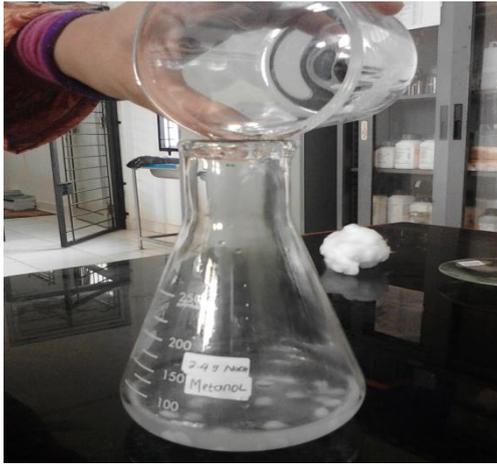
Gambar 17: menghomogenkan larutan



Gambar 19 : penimbangan NaOH



Gambar 20: metanol



Gambar 21: pencampuran metanol dan NaOH



Gambar 24 : persiapan titrasi



Gambar 22 : menghomogenkan larutan



Gambar 25: pemanasan sampel



Gambar 23: larutan NaOH alkohol



Gambar 26 : sampel setelah dipanaskan



Gambar 27 : sampel setelah di titrasi sabun



Gambar 30: biodiesel 20 ml dengan solar 80 ml



Gambar 28 : penimbangan piknometer kosong



Gambar 31: pencampuran biodiesel dengan solar (B20)



Gambar 29 : penimbangan piknometer basah



Gambar 32: nyala api pada B20



Gambar 33: api pada B20



Gambar 34: api pada bioiesel
jelantah

Lampiran 5. Materi pengayaan

Materi Pengayaan

Judul : Menganalisis jenis-jenis limbah dan daur ulang limbah

Tujuan: Mengetahui pentingnya pengolahan limbah bagi lingkungan

Materi Pembelajaran:

- Limbah
 - Jenis-jenis Limbah
 - Pemanfaatan Limbah Secara Langsung
 - Pemanfaatan Limbah melalui Daur Ulang

Materi Limbah

A. Pengertian Limbah

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Dimana masyarakat bermukim, disanalah berbagai jenis limbah akan dihasilkan. Ada sampah, air kakus (*black water*), ada air buangan dari berbagai aktivitas domestik lainnya (*grey water*) dan minyak jelantah hasil penggorengan yang sering dibuang disaluran air sehingga dapat mencemari lingkungan dan menyebabkan tersumbatnya saluran air.

Limbah padat lebih dikenal sebagai sampah, yang seringkali tidak dikehendaki kehadirannya karena tidak memiliki nilai ekonomis. Bila ditinjau secara kimiawi, limbah ini terdiri dari bahan kimia Senyawa

organik dan Senyawa anorganik. Dengan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia, sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah. Tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung pada jenis dan karakteristik limbah.

B. Pengolahan Limbah

Beberapa faktor yang memengaruhi kualitas limbah adalah volume limbah, kandungan bahan pencemar, dan frekuensi pembuangan limbah. Untuk mengatasi limbah ini diperlukan pengolahan dan penanganan limbah. Pada dasarnya pengolahan limbah ini dapat dibedakan menjadi:

1. pengolahan menurut tingkatan perlakuan
2. pengolahan menurut karakteristik limbah

Untuk mengatasi berbagai limbah dan air limpasan (hujan), maka suatu kawasan permukiman membutuhkan berbagai jenis layanan sanitasi. Layanan sanitasi ini tidak dapat selalu diartikan sebagai bentuk jasa layanan yang disediakan pihak lain. Ada juga layanan sanitasi yang harus disediakan sendiri oleh masyarakat, khususnya pemilik atau penghuni rumah, seperti jambanmisalnya.

1. Layanan air limbah domestik: pelayanan sanitasi untuk menangani limbah Air kakus.
2. Jamban yang layak harus memiliki akses air bersih yang cukup dan tersambung ke unit penanganan air kakus yang benar. Apabila jamban

pribadi tidak ada, maka masyarakat perlu memiliki akses ke jamban bersama atau MCK.

3. Layanan persampahan. Layanan ini diawali dengan pewadahan sampah dan pengumpulan sampah. Pengumpulan dilakukan dengan menggunakan gerobak atau truk sampah. Layanan sampah juga harus dilengkapi dengan tempat pembuangan sementara (TPS), tempat pembuangan akhir (TPA), atau fasilitas pengolahan sampah lainnya. Dibeberapa wilayah pemukiman, layanan untuk mengatasi sampah dikembangkan secara kolektif oleh masyarakat. Beberapa ada yang melakukan upaya kolektif lebih lanjut dengan memasukkan upaya pengkomposan dan pengumpulan bahan layak daur-ulang
4. Layanan drainase lingkungan adalah penanganan limpasan air hujan menggunakan saluran drainase (selokan) yang akan menampung limpasan air tersebut dan mengalirkannya ke badan air penerima. Dimensi saluran drainase harus cukup besar agar dapat menampung limpasan air hujan dari wilayah yang dilayaninya. Saluran drainase harus memiliki kemiringan yang cukup dan terbebas dari sampah.
5. Penyediaan air bersih dalam sebuah pemukiman perlu tersedia secara berkelanjutan dalam jumlah yang cukup. Air bersih ini tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan makan, minum, mandi, dan kakus saja, melainkan juga untuk kebutuhan cuci dan pembersihan lingkungan
6. Penyediaan penampungan minyak jelantah untuk pengolahan menjadi biodiesel (bahan bakar pengganti solar) merupakan cara yang patut

diusahakan untuk meminimalisir pencemaran lingkungan dan penyumbatan saluran air

C. Karakteristik limbah

1. Berukuran mikro
2. Dinamis
3. Berdampak luas (penyebarannya)
4. Berdampak jangka panjang (antar generasi)

D. Limbah industri

Berdasarkan karakteristiknya limbah industri dapat dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

Limbah cair biasanya dikenal sebagai entitas pencemar air. Komponen pencemaran air pada umumnya terdiri dari bahan buangan padat, bahan buangan organik dan bahan buangan anorganik.

Limbah padat lebih dikenal sebagai sampah, yang seringkali tidak dikehendaki kehadirannya karena tidak memiliki nilai ekonomis.

E. Limbah Gas dan Partikel

Proses Pencemaran Udara Semua spesies kimia yang dimasukkan atau masuk ke atmosfer yang “bersih” disebut kontaminan. Kontaminan pada konsentrasi yang cukup tinggi dapat mengakibatkan efek negatif terhadap penerima (receptor), bila ini terjadi, kontaminan disebut cemaran (pollutant). Cemaran udara diklasifikasikan menjadi 2 kategori menurut cara cemaran masuk atau dimasukkan ke atmosfer yaitu: cemaran primer dan cemaran sekunder. Cemaran primer adalah cemaran yang diemisikan secara

langsung dari sumber cemaran. Cemaran sekunder adalah cemaran yang terbentuk oleh proses kimia di atmosfer.

Sumber cemaran dari aktivitas manusia (antropogenik) adalah setiap kendaraan bermotor, fasilitas, pabrik, instalasi atau aktivitas yang mengemisikan cemaran udara primer ke atmosfer. Ada 2 kategori sumber antropogenik yaitu: sumber tetap (stationery source) seperti: pembangkit energi listrik dengan bakar fosil, pabrik, rumah tangga, jasa, dan lain-lain dan sumber bergerak (mobile source) seperti: truk, bus, pesawat terbang, dan kereta api.

Lima cemaran primer yang secara total memberikan sumbangan lebih dari 90% pencemaran udara global adalah:

1. Karbon monoksida (CO),
2. Nitrogen oksida (Nox),
3. Hidrokarbon (HC)
4. Sulfur oksida (SOx)
5. Partikulat.

Selain cemaran primer terdapat cemaran sekunder yaitu cemaran yang memberikan dampak sekunder terhadap komponen lingkungan ataupun cemaran yang dihasilkan akibat transformasi cemaran primer menjadi bentuk cemaran yang berbeda. Ada beberapa cemaran sekunder yang dapat mengakibatkan dampak penting baik lokal, regional maupun global yaitu:

1. CO₂ (karbon monoksida),
2. Cemar an asbut (asap kabut) atau smog (smoke fog),
3. Hujan asam,
4. CFC (Chloro-Fluoro-Carbon/Freon),
5. CH₄ (metana).

F. Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

Secara umum yang disebut limbah adalah bahan sisa yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan proses produksi, baik pada skala rumah tangga, industri, pertambangan, dan sebagainya. Bentuk limbah tersebut dapat berupa gas dan debu, cair atau padat. Di antara berbagai jenis limbah ini ada yang bersifat beracun atau berbahaya dan dikenal sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3).

Suatu limbah digolongkan sebagai limbah B3 bila mengandung bahan berbahaya atau beracun yang sifat dan konsentrasinya, baik langsung maupun tidak langsung, dapat merusak atau mencemarkan lingkungan hidup atau membahayakan kesehatan manusia. Yang termasuk limbah B3 antara lain adalah bahan baku yang berbahaya dan beracun yang tidak digunakan lagi karena rusak, sisa kemasan, tumpahan, sisa proses, dan oli bekas kapal yang memerlukan penanganan dan pengolahan khusus. Bahan-bahan ini termasuk limbah B3 bila memiliki salah satu atau lebih karakteristik berikut: mudah meledak, mudah terbakar, bersifat reaktif, beracun, menyebabkan infeksi, bersifat korosif, dan lain-lain, yang bila diuji dengan toksikologi dapat diketahui termasuk limbah B3

G. Macam Limbah Beracun

1. Limbah mudah meledak adalah limbah yang melalui reaksi kimia dapat menghasilkan gas dengan suhu dan tekanan tinggi yang dengan cepat dapat merusak lingkungan.
2. Limbah mudah terbakar adalah limbah yang bila berdekatan dengan api, percikan api, gesekan atau sumber nyala lain akan mudah menyala atau terbakar dan bila telah menyala akan terus terbakar hebat dalam waktu lama.
3. Limbah reaktif adalah limbah yang menyebabkan kebakaran karena melepaskan atau menerima oksigen atau limbah organik peroksida yang tidak stabil dalam suhu tinggi.
4. Limbah beracun adalah limbah yang mengandung racun yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Limbah B3 dapat menimbulkan kematian atau sakit bila masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan, kulit atau mulut.
5. Limbah penyebab infeksi adalah limbah laboratorium yang terinfeksi penyakit atau limbah yang mengandung kuman penyakit, seperti bagian tubuh manusia yang diamputasi dan cairan tubuh manusia yang terkena infeksi.
6. Limbah yang bersifat korosif adalah limbah yang menyebabkan iritasi pada kulit atau mengkorosikan baja, yaitu memiliki pH sama atau kurang dari 2,0 untuk limbah yang bersifat asam dan lebih besar dari 12,5 untuk yang bersifat basa.

Pengelolaan Limbah B3 adalah rangkaian kegiatan yang mencakup reduksi, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan penimbunan limbah B3. Pengelolaan limbah B3 ini bertujuan untuk mencegah, menanggulangi pencemaran dan kerusakan lingkungan, memulihkan kualitas lingkungan tercemar, dan meningkatkan kemampuan dan fungsi kualitas lingkungan.

Lampiran 7. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah : SMA N
Mata Pelajaran : Biologi
Kelas : X
Semester : 2
Alokasi Waktu : 2 X 45'

A. Standar kompetensi:

4. Menganalisis hubungan antara komponen ekosistem, perubahan materi dan energi serta peranan manusia dalam keseimbangan ekosistem.

B. Kompetensi dasar:

4.2 Menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah perusakan/pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan

C. Indikator:

1. Menemukan faktor-faktor penyebab terjadinya perusakan lingkungan.
2. Membuat usulan alternatif pemecahan temuan masalah kerusakan lingkungan.
3. Mengenali perilaku manusia yang tidak ramah lingkungan.
4. Memberikan contoh bahan-bahan polutan.
5. Menjelaskan dampak suatu bahan polutan terhadap kelangsungan hidup makhluk hidup.
6. Menjelaskan pemahamannya tentang hidup ber-etika lingkungan.
7. Mengenal cara-cara menghindari/perbaiki/pelestarian lingkungan.

8. Membuat usulan rencana perbaikan/pelestarian lingkungan rumah masing-masing.

D. Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat Menemukan faktor-faktor penyebab terjadinya kerusakan lingkungan.
2. Siswa dapat membuat usulan alternatif pemecahan temuan masalah kerusakan lingkungan.
3. Siswa dapat mengenali perilaku manusia yang tidak ramah lingkungan.
4. Siswa dapat memberikan contoh bahan-bahan polutan.
5. Siswa dapat menjelaskan dampak suatu bahan polutan terhadap kelangsungan hidup makhluk hidup.
6. Siswa dapat menjelaskan pemahamannya tentang hidup ber-etika lingkungan.
7. Siswa dapat mengenal cara-cara menghindari/perbaikan/pelestarian lingkungan.
8. Siswa dapat membuat usulan rencana perbaikan/pelestarian lingkungan rumah masing-masing.

E. Materi Pembelajaran

Ekosistem

F. Sub Materi Pembelajaran

Manusia dan Lingkungan

- Aktivitas Manusia yang Berkaitan dengan Perusakan/Pencemaran Lingkungan
- Aktivitas Manusia yang Berkaitan dengan Pelestarian Lingkungan

A. Pendekatan Mengajar

Deduktif

B. Metode Pembelajaran

Ceramah, Observasi, Tanya jawab

C. Langkah-langkah Kegiatan

a. Pendahuluan

- Menggali pengetahuan siswa tentang ekosistem
- Memotifasi siswa

b. Kegiatan Inti

- Melakukan kajian pustaka buku Biologi, Sains dalam kehidupan. Hal.178-190 (Yudistira).
- Meminta siswa untuk melakukan studi dari berbagai laporan media mengenai perusakan lingkungan, seperti rusaknya terumbu karang, rusaknya hutan bakau, rusaknya hutan dekat pemukiman dll.
- Meminta siswa untuk mendiskusikan secara kelompok menemukan faktor penyebab terjadinya perusakan dan mengusulkan alternatif pemecahan masalah.
- Meminta siswa untuk melakukan percobaan polusi air /udara menemukan daya tahan makhluk hidup terhadap polutan mempertahankan kelangsungan kehidupannya melalui kerja kelompok.
- Meminta siswa untuk mendiskusikan pengaruh bahan polutan terhadap kelangsungan hidup makhluk hidup berdasarkan data hasil pengamatan.

- Melakukan kajian pustaka buku Biologi, Sains dalam kehidupan. Hal. 193-197 (Yudistira).
- Meminta siswa untuk melakukan kajian literatur/wacana menemukan cara-cara/usaha-usaha dan mengidentifikasi perilaku ber-etika lingkungan sebagai insan pelestari lingkungan melalui kerja mandiri.
- Meminta siswa untuk membuat usulan rencana perbaikan/pelestarian lingkungan rumah masing-masing

c. Penutup

- Meminta siswa untuk menyimpulkan materi yang telah dipelajari

D. Alat Dan Sumber Belajar

Alat:

OHP

Sumber belajar:

Bagod Sudjadi. 2006. *Biologi Sains Dalam Kehidupan 1b*. Jakarta: Yudhistira.

E. Penilaian

Kognitif:

- Kemampuan siswa dalam mengerjakan tugas.

Afektif:

- Kemampuan siswa dalam menjawab pertanyaan.
- Berdiskusi.
- Kemampuan siswa dalam menyimpulkan materi yang telah dipelajari.

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas : X

Semester : 2

Alokasi Waktu : 2 X 45'

Standar kompetensi:

4. Menganalisis hubungan antara komponen ekosistem, perubahan materi dan energy serta peranan manusia dalam keseimbangan ekosistem.

Kompetensi dasar:

- 4.3 Menganalisis jenis-jenis limbah dan daur ulang limbah

Indikator:

1. Membuat data jenis-jenis limbah rumah tangga berdasarkan pengamatan.
2. Mengklasifikasi limbah organik dan anorganik dan sumbernya.
3. Menjelaskan jenis limbah bahan beracun berbahaya (limbah B3).
4. Menjelaskan parameter kualitas limbah sebagai polutan.
5. Mengidentifikasi jenis limbah yang mungkin dapat di daur ulang.
6. Refleksi diri mengatasi limbah rumah tangga dan lingkungan.

I. Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat membuat data jenis-jenis limbah rumah tangga berdasarkan pengamatan.

2. Siswa dapat mengklasifikasi limbah organik dan anorganik dan sumbernya.
3. Siswa dapat menjelaskan jenis limbah bahan beracun berbahaya (limbah B3).
4. Siswa dapat menjelaskan parameter kualitas limbah sebagai polutan.
5. Msiswa dapat mengidentifikasi jenis limbah yang mungkin dapat di daur ulang.
6. Siswa dapat merefleksi diri mengatasi limbah rumah tangga dan lingkungan.

II. Materi Pembelajaran

Ekosistem

III. Sub Materi Pembelajaran

- Limbah
 - Jenis-jenis Limbah
 - Pemanfaatan Limbah Secara Langsung
 - Pemanfaatan Limbah melalui Daur Ulang

IV. Pendekatan Mengajar

Deduktif

V. Metode Pembelajarn

Ceramah, Observasi, Tanya jawab

VI. Langkah-langkah Kegiatan

a. Pendahuluan

- Menggali pengetahuan siswa tentang ekosistem
- Memotifasi siswa.

b. Kegiatan Inti

- Meminta siswa untuk mendata limbah rumah tangga masing-masing selama 2 hari terakhir dan mengelompokkannya menjadi limbah organik dan anorganik melalui penugasan.
- Meminta siswa untuk melakukan pengamatan lingkungan terhadap jenis limbah cair berupa minyak jelantah yang mungkin ditemukan (rumah, sekolah, pasar, sungai) dan PR kelompok mengidentifikasi cara –cara yang dilakukan masyarakat untuk mengatasinya.
- Meminta siswa untuk pengamatan lingkungan jenis limbah yang di pasar, sungai sebagai tugas kelompok yang dipresentasikan.
- Meminta siswa untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber literatur/koran/majalah dll. tentang limbah golongan B3 (berbahaya).
- Meminta siswa untuk melakukan diskusi kelas tentang jenis-jenis limbah berdasarkan hasil pengamatan dan informasi yang berhasil dihimpun.
- Guru menjelaskan berbagai cara pengolahan limbah yang ada di lingkungan sekitar.

c. Penutup

- Meminta siswa untuk menyimpulkan materi yang telah dipelajari

VII. Alat Dan Sumber Belajar

Alat:

- OHP

Sumber belajar:

Bagod Sudjadi. 2006. *Biologi Sains Dalam Kehidupan 1b*. Jakarta: Yudhistira.

VIII. Penilaian

Kognitif:

- Kemampuan siswa dalam mengerjakan tugas.

Afektif:

- Kemampuan siswa dalam menjawab pertanyaan.
- Berdiskusi.

Kemampuan siswa dalam menyimpulkan materi yang telah dipelajari.