

Skripsi

**PEMANFAATAN KATALIS KOH-CaO PADA PEMBUATAN BIODIESEL
DARI MINYAK JELANTAH DENGAN METODE ULTRASONIK**

WINA KHATRINI DARWIN

H311 13 505



**DEPARTEMEN KIMIA
KULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2018**



Optimization Software:
www.balesio.com

**PEMANFAATAN KATALIS KOH-CaO PADA PEMBUATAN BIODIESEL
DARI MINYAK JELANTAH DENGAN METODE ULTRASONIK**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh :

WINA KHATRINI DARWIN

H 311 13 505



MAKASSAR



SKRIPSI

**PEMANFAATAN KATALIS KOH-CaO PADA PEMBUATAN BIODIESEL
DARI MINYAK JELANTAH DENGAN METODE ULTRASONIK**

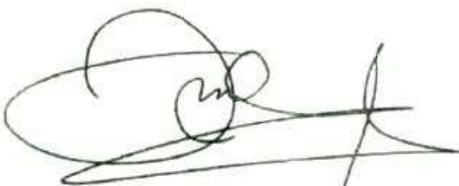
Disusun dan diajukan oleh :

WINA KHATRINI DARWIN

H 311 13 505

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Utama



h Raya, M.Si
641125 199002 2 001

Pembimbing Pertama



Dr. Muhammad Zakir, M.Si
NIP. 19701103 199903 1 001



LEMBAR PERSEMBAHAN

“Apa gunanya ilmu kalau tidak memperluas jiwa seseorang sehingga ia berlaku seperti samudera yang menampung sampah-sampah”

Emha Ainun Nadjib



PRAKATA

Bismillahirrohmaanirrohim.....

Segala puji bagi **Allah** yang telah menciptakan alam semesta dan seisiNya. Maha suci Allah yang telah menciptakan segala ilmu pengetahuan yang ada di muka bumi ini. Puji syukur kehadiran Allah yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi dengan judul **“Pemanfaatan Katalis KOH dan CaO Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Metode Ultrasonik”** dapat terselesaikan.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada baginda **Rasulullah Muhammad SAW** yang menjadi panutan bagi umat di dunia. Dialah Nabi akhir zaman, revolusioner dunia, yang mampu menguak dan merubah kejahililian menuju *sirotholmustaqim*, yakni agama Islam.

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Ibu **Dr. Indah Raya, M.Si.**, dan Bapak **Dr. Muhammad Zakir, M.Si.** selaku pembimbing riset yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang begitu berharga dari awal pemikiran untuk penyusunan skripsi hingga selesai. Keduanya merupakan orang-orang terbaik di bidangnya. Penulis juga menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tuaku **H. Muh. Darwin Side dan Hj. Dina Toding** yang dengan penuh kasih sayang dan keikhlasan telah mengasuh, membesarkan dan membiayai baik materi maupun spiritual serta mengalirkan doa-doanya untuk kebahagiaan putrid tercintanya baik di dunia maupun di akhirat, yang telah



mendidik dan menuntun penulis dengan curahan kasih sayang yang tidak terhingga.

2. Kepada kakakku **Muh. Darmadi Darwin** yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam melakukan penelitian serta bersedia mendengar keluhan kesah adik kecilnya.
3. Seluruh **Dosen Departemen Kimia** Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin yang senantiasa membagi ilmunya yang sangat berharga.
4. Kepada pembimbing akademik **Prof. Dr. Ahyar Ahmad** yang telah memberikan pengarahan dan nasehat selama masa perkuliahan.
5. **Tim Penguji Ujian Sarjana Kimia**, yaitu Dr. Abd. Karim, M.Si, dan Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab, M.Sc terimakasih atas bimbingan dan saran-sarannya.
6. **Kak Linda, Kak Hana, Pak Iqbal, Pak Sugeng, Ibu Tini dan Kak Fibi** selaku analis Laboratorium yang sangat membantu dalam penyelesaian penelitian, sangat sabar menghadapi kami para peneliti.
7. Saudara-saudaraku **Chemistry 2013**, sandi, adhan, sup, asrul, andika, wawan, yogi, danang, condang, slamet, aan, anton, afdhal, wahyu, flo, akbar, fatur, suci, murtina, eka, wina, ros, muli, ifah, riska, ayu, ody, nunu, usfah, adji, ani, dss, harma, shila, rani, nisa, adri, afni, ita, vero, tisa, ulfa, ana, rafsen, samri, mima, hikmah, fitri, Irma, sarifah, sri, emmi, eda, butet, fira, aul, adel, yuni, aeni, dalifah, dan yudit.
8. Kepada **Santri Mardiah Ningsih** sebagai partner penelitian yang selalu bersama dalam suka duka menjalani penelitian.

ada **Ros, Suci, Eka, dan Muli**, yang senantiasa memberikan semangat, perhatian, dan kasih sayang. Terima kasih, kalian selalu ada ketika saya



membutuhkan, selalu ada di kala senang dan susah. Semoga Allah SWT, senantiasa memberikan keberkahan dalam hidup kalian.

10. Sahabat-Sahabatku **Yaya, Raima, A.Ria, Nella**, terima kasih untuk segalanya, see you on top my childhood.
11. Saudara-saudaraku **“MIPA 2013”** kalian sungguh luar biasa. Terima kasih atas kebersamaannya selama ini. Salam, Use your mind be the best!
12. Organisasi **“HMK FMIPA Unhas”** yang telah menjadi wadah bagi saya mengembangkan pengetahuan diluar ilmu perkuliahan, dan kakak - kakak angkatan 2010, 2011, 2012, dan adik-adik 2014, 2015, 2016, dan 2017 yang senantiasa berbagi ilmu pengetahuan dan pengalaman.
13. Organisasi **“BEM FMIPA Unhas Periode 2017/2018** yang telah menjadi wadah untuk bertukar pikiran sesama teman-teman, kakak-kakak serta adik-adik.
14. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis selama menyelesaikan penelitian, terima kasih.

Penulis sadar bahwa tulisan ini masih banyak memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan selanjutnya.

Makassar, 22 November 2018

Penulis



ABSTRAK

Bahan bakar minyak bumi khususnya solar adalah salah satu sumber energi utama yang banyak digunakan di berbagai negara pada saat ini. Akibatnya jumlah produksi solar semakin berkurang, salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah konversi solar ke biodiesel dengan memanfaatkan minyak jelantah untuk memproduksi biodiesel, memanfaatkan katalis KOH-CaO dengan metode ultrasonik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas katalis, persen rendemen biodiesel dan kualitas biodiesel yang dihasilkan. Sebelum dilakukan proses produksi biodiesel, minyak jelantah terlebih dahulu dimurnikan melalui 3 tahap yaitu *despicing*, netralisasi dan *bleaching*. Produksi biodiesel menggunakan metanol sebagai pelarut dengan rasio molar antara minyak dan pelarut sebesar 1:6. Reaksi ini dilakukan pada suhu 65°C dengan waktu reaksi 60 dan 90 menit. Hasil rendemen yang diperoleh dengan waktu reaksi 60 menit (87,06 %) dan 90 menit (67,17 %). Kualitas biodiesel yang dihasilkan sebagian besar telah memenuhi standar ASTM D6751.

Kata Kunci : Biodiesel, Katalis KOH-CaO, Minyak Jelantah dan Ultrasonik.



ABSTRACT

Petroleum fuel, especially diesel fuel are one of the major energy various countries. The impact from this problem is the amount of solar is reduced. One of the way that we can do is conversion solar to biodiesel by using waste cooking oil with added KOH-CaO as catalyst using ultrasonic method. The aims for this research is know the effectivity of the catalyst, biodiesel yield percentage and the quality of biodiesel producesd. First stage to make biodiesel produce is purified the waste cooking oil with three step, that is despicing, neutralization and bleaching. The production of biodiesel using methanol as a soluent with a molar ratio between oil and solvent of 1:6. This reaction is carried out at a temperature of 65°C with a reaction time of 60 and 90 minutes. The yield results were obtained by reaction time of 60 minutes (87,06%) and 90 minutes (67,17%). Most of the quality of the biodiesel produced meets the ASTM D6751 standard.

Keywords: *Biodiesel, Catalyst of KOH-CaO, Wasted Cooking Oil and Ultrasonic.*



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Maksud Penelitian.....	5
1.3.2 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Biodiesel	7
2.1.1 Reaksi Sintesis Transesterifikasi dan Esterifikasi	11
2.2 Produksi Biodiesel dengan Metode Ekstraksi Ultrasonik.....	13
2.3 Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Penghasil Biodiesel.....	15
2.4 Katalis.....	16



BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Bahan Penelitian	18
3.2 Alat Penelitian.....	18
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.4 Prosedur Penelitian	19
3.4.1 Pembuatan Pereaksi	19
3.4.1.1 Pembuatan Larutan KOH 0,5 N alkoholik.....	19
3.4.1.2 Pembuatan Larutan KOH 0,1 N	19
3.4.1.3 Pembuatan Larutan HCl 0,5 N	19
3.4.1.4 Pembuatan Larutan Na ₂ S ₂ O ₃ 0,1 N.....	19
3.4.1.5 Pembuatan Alkohol Netral 95% (v/v)	19
3.4.1.6 Standarisasi Larutan KOH 0,1 N dengan Larutan H ₂ C ₂ O ₄ 0,1 N.....	19
3.4.1.7 Standarisasi Larutan HCl 0,5 N dengan Larutan Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O	20
3.4.1.8 Standarisasi Larutan Na ₂ S ₂ O ₃ .5H ₂ O dengan Larutan KIO ₃	20
3.4.2 Pemurnian Minyak Jelantah	20
3.4.2.1 Proses <i>Despicing</i>	20
3.4.2.2 Proses Netralisasi	21
3.4.2.3 Proses <i>Bleaching</i>	21
3.4.3 Sintesis Biodiesel Melalui Metode Ultrasonik	21
3.4.4 Analisis Sifat Fisik Biodiesel	22
3.4.4.4 Analisis Densitas Biodiesel	22
3.4.4.5 Analisis Viskositas Biodiesel dengan Viskometer Ostwald	22
3.4.5 Analisis Sifat Kimia Lipid dan Biodiesel.....	23



3.4.5.1 Analisis Angka Penyabunan untuk Biodiesel	22
3.4.5.2 Analisis Asam Lemak Bebas Biodiesel	23
3.4.5.3 Analisis Bilangan Iodium	24
3.5 Rancangan Pengolahan Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Pemurnian Minyak Jelantah.....	26
4.2 Sintesis Biodiesel Menggunakan Ultrasonik	27
4.3 Uji Sifat Fisik Biodiesel dari Minyak Jelantah	32
4.3.1 Analisis Densitas	32
4.3.2 Analisis Viskositas	33
4.4 Uji Sifat Kimia Biodiesel dari Minyak Jelantah	35
4.4.1 Analisis Asam Lemak Bebas	35
4.4.2 Analisis Bilangan Penyabunan	36
4.4.3 Analisis Bilangan Iodium	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
4.1 Kesimpulan	39
4.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Grafik Penggunaan Biomassa	7
2. Reaksi Transesterifikasi	12
3. Tahapan Ekstraksi Transesterifikasi	12
4. Reaksi Esterifikasi	13
5. Mekanisme Reaksi Transesterifikasi dengan Menggunakan Katalis CaO-KOH	30
6. Histogram Nilai Densitas Biodiesel	32
7. Histogram Nilai Viskositas Biodiesel	33
8. Histogram Nilai Asam Lemak Bebas Biodiesel	34
9. Histogram Angka Penyabunan Biodiesel	36
10. Histogram Bilangan Iodium Biodiesel	37



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar Biodiesel EN 14214	9
2. Standar Biodiesel ASTM D6751	10
3. Sifat Kimia dari Biodiesel dan Diesel	11
4. Rancangan Pengolahan Data	24
5. Berat Rendamen Biodiesel	29



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pemurnian Minyak Jelantah.....	46
2. Sintesis Biodiesel Melalui Metode Ultrasonik.....	47
3. Analisis Densitas Biodiesel	48
4. Analisis Viskositas Biodiesel	49
5. Analisis Asam Lemak Bebas	50
6. Analisis Angka Penyabunan Biodiesel	51
7. Analisis Bilangan Iodium	52
8. Standarisasi Larutan KOH 0,1 N	53
9. Standarisasi Larutan HCl 0,5 N	54
10. Standarisasi Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,1 N	55
11. Perhitungan Rendemen Biodiesel	56
12. Perhitungan Densitas Biodiesel	58
13. Perhitungan Viskositas Biodiesel	60
14. Perhitungan Asam Lemak Bebas Biodiesel	62
15. Perhitungan Angka Penyabunan Biodiesel	64
16. Perhitungan Bilangan Iodium Biodiesel	65
17. Dokumentasi Proses Pemurnian Minyak Jelantah.....	67
18. Dokumentasi Proses Transterifikasi.....	68



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan bakar fosil merupakan bahan bakar yang paling luas dan paling sering digunakan dalam bidang energi (Nilawati, 2012). Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di dunia dengan beragam jenis kebutuhannya mengakibatkan kebutuhan akan energi semakin meningkat. Sementara persediaan energi khususnya energi yang tidak dapat diperbaharui semakin berkurang kuantitasnya. Bahan bakar minyak bumi adalah salah satu sumber energi utama yang banyak digunakan berbagai negara di dunia pada saat ini. Kebutuhan bahan bakar ini akan selalu meningkat seiring dengan penggunaannya di bidang industri maupun transportasi (Handoyo, 2007).

Salah satu jenis produk minyak bumi adalah solar yang merupakan bagian penting karena digunakan di berbagai sektor. Berkurangnya jumlah produksi solar menyebabkan Indonesia harus mengimpornya dari negara lain. Dalam Peraturan Pemerintah (PP) nomor 5 tahun 2006, konsumsi minyak bumi harus dikurangi menjadi 20% dari konsumsi energi nasional. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah konversi solar ke biodiesel (Yandri dan V.R, 2012). Menurut Nilawati (2012), biodiesel merupakan bahan bakar dari minyak nabati maupun lemak hewan yang memiliki sifat menyerupai minyak diesel. Biodiesel terdiri dari monoalkil ester yang dapat terbakar sempurna.

biodiesel mempunyai keunggulan dibandingkan dengan bahan bakar
ri minyak bumi. Bahan bakar biodiesel dapat diperbaharui. Selain itu,



juga dapat memperkuat perekonomian negara dan menciptakan lapangan kerja. Biodiesel merupakan bahan bakar ideal untuk industri transportasi karena dapat digunakan pada berbagai mesin diesel, termasuk mesin pertanian (Sudradjat, 2008).

Salah satu bahan baku untuk pembuatan biodiesel adalah minyak jelantah. Minyak jelantah adalah minyak goreng yang telah digunakan beberapa kali penggorengan. Minyak jelantah merupakan salah satu bahan baku biodiesel yang potensial untuk dimanfaatkan di Indonesia. Seiring dengan meningkatnya konsumsi minyak goreng, maka potensi minyak jelantah juga akan meningkat (Haryanto, dkk., 2015). Hal ini dapat dilihat dari produksi minyak jelantah di Indonesia yang dapat mencapai 4.000.000 ton/tahun. Berdasarkan hasil evaluasi kelayakan biodiesel jenis minyak nabati yang paling layak digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak jelantah, sebab mengingat banyaknya minyak jelantah yang belum dimanfaatkan secara maksimal (Rahkadima dan Abdi, 2006).

Pemanfaatan limbah minyak goreng untuk dijadikan biodiesel dapat juga mengatasi masalah pembuangan limbah minyak dan kesehatan masyarakat (Setiawati dan Edwar, 2012). Selama ini minyak jelantah masih dimanfaatkan dalam pengolahan bahan makanan. Penggunaan minyak jelantah untuk pengolahan makanan bisa membahayakan kesehatan karena trigliserida yang ada sudah mengalami kerusakan dan bersifat karsinogenik (penyebab kanker) (Haryanto, dkk., 2015). Selain itu minyak jelantah juga mudah ditemui dan terjangkau, potensi dari minyak jelantah adalah ketersediaan produksinya

dibandingkan jenis bahan yang lain (Fitriani, 2016).

Pembuatan biodiesel dilakukan secara transesterifikasi ataupun esterifikasi

nabati dengan katalis basa ataupun asam sehingga menghasilkan metil



ester (Widyastuti, 2015). Permasalahan utama dalam proses produksi biodiesel adalah alkohol dan minyak sebagai bahan baku utama, bersifat tidak saling bercampur (immiscible). Pengadukan merupakan teknik yang biasa dipakai agar alkohol dan minyak bisa saling bercampur sehingga reaksi pembentukan biodiesel dapat berjalan maksimal, namun, pengadukan membutuhkan energi yang relatif besar (Supardan, 2011), waktu reaksi yang lama, dan distribusi panas yang tidak merata.

Kelemahan metode ini telah memicu para peneliti untuk menemukan metode alternatif dalam memproduksi biodiesel yaitu dengan menggunakan metode energi ultrasonik sehingga kinetika reaksi lebih cepat, dan konversi hasil minyak dan produk lebih besar. Dengan bantuan energi ultrasonik, transesterifikasi dapat dilakukan pada suhu rendah, jumlah katalis dan metanol yang diperlukan lebih kecil. Selain itu, dengan bantuan ultrasonik produksi biodiesel lebih efisien, hemat waktu dan efektif untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan sifat pencampuran reaktan (Ponappa, dkk., 2016). Hal ini disebabkan gelombang ultrasonik dapat meningkatkan perubahan kimia dan fisis suatu media melalui pembentukan dan pemecahan gelembung-gelembung kavitasi yang terjadi secara simultan dan terus menerus (Supardan, 2011) sehingga meningkatkan penetrasi dari cairan menuju dinding membran sel, mendukung pelepasan komponen sel dan meningkatkan transfer massa (Wahyuni dan Widjanarko, 2015).

Beberapa penelitian yang terkait dengan penggunaan alat ultrasonik dalam

produksi biodiesel diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Lin, dkk., (2012)

yang menghasilkan jumlah rendamen biodiesel sebesar 97.1% dengan penggunaan



katalis 1% perbandingan mol minyak terhadap *methanol* 6:1 dan waktu reaksi 25 menit. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Desiyana, dkk., (2014) menghasilkan jumlah biodiesel sebesar 70,67% dengan penggunaan katalis 1% dan perbandingan mol minyak terhadap *methanol* 1:6 dan waktu reaksi selama 30 menit.

Biodiesel pada umumnya disintesis melalui reaksi transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa seperti natrium alkoksida, natrium dan kalium hidroksida atau natrium dan kalium karbonat (Kartika dan Widyaningsih, 2012). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Supardan (2011) yang mensintesis biodiesel menggunakan katalis KOH menghasilkan rendamen sebesar 61%. Selain katalis basa atau katalis homogen, pembuatan biodiesel juga biasa menggunakan katalis heterogen. Katalis basa heterogen umumnya berupa oksida logam dan logam oksida berpenyangga. Beberapa katalis heterogen yang telah dikembangkan untuk reaksi transesterifikasi antara lain $\text{KNO}_3/\text{ZrO}_2$, K_3PO_4 , nanopartikel MgO , $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{KI}$ dan ZnO/Ba . Akan tetapi, bahan kimia yang digunakan untuk sintesis katalis tersebut cukup mahal (Enggawati dan Edianti, 2013), sehingga beberapa penelitian menggunakan katalis oksida logam yaitu CaO karena harganya murah, mudah didapat, dan tidak terlalu beracun (Lee dkk., 2009). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Takwanto, dkk. (2009) yang mensintesis biodiesel menggunakan katalis CaO menghasilkan berat rendamen sebesar 47%.

Pada penelitian ini, di harapkan pembuatan biodiesel dari minyak jelantah akan campuran katalis KOH dan CaO dapat meningkatkan berat



1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana efektifitas campuran katalis KOH dan CaO dalam pembuatan biodiesel dari minyak jelantah?
2. Berapa persentase rendamen biodiesel yang dihasilkan?
3. Bagaimana kualitas biodiesel yang disintesis dari minyak jelantah dengan menggunakan campuran katalis KOH dan CaO berdasarkan standar ASTM D6751 menggunakan ultrasonik?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui dan mempelajari produksi minyak jelantah dengan campuran KOH dan CaO menggunakan metode ultrasonik.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan efektifitas campuran katalis KOH dan CaO dalam pembuatan biodiesel dari minyak jelantah.
2. Mengetahui persentase konversi biodiesel yang dihasilkan
3. Menentukan kualitas biodiesel yang disintesis dari minyak jelantah dengan menggunakan campuran katalis KOH dan CaO menggunakan ultrasonik

berdasarkan standarr ASTM D6751.



1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai manfaat limbah minyak jelantah yang dapat diolah menjadi biodiesel sehingga dapat mengurangi pembuangan limbah minyak jelantah, serta dapat memberikan informasi mengenai cara pembuatan biodiesel dengan katalis KOH-CaO menggunakan ultrasonik.



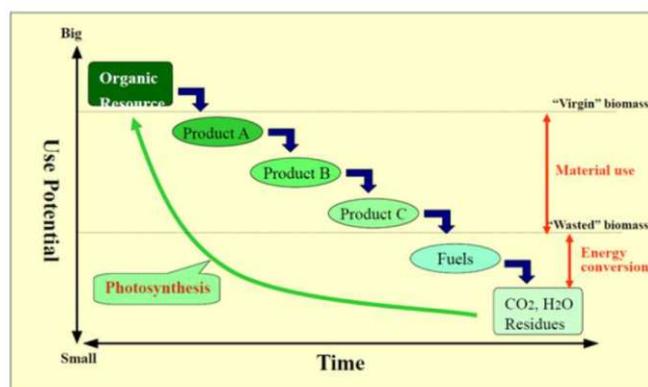
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biodiesel

Bahan bakar fosil adalah sumber energi tak terbarukan. Meskipun, bahan bakar ini berkontribusi sebagian besar pada pasokan energi di dunia, produksi dan penggunaannya dapat meningkatkan masalah lingkungan. Telah terbukti 98% dari emisi karbon dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Peningkatan pesat dalam jumlah industri dan kendaraan mengakibatkan kebutuhan energi meningkat terus-menerus, seperti minyak bumi, batu bara, hidrokarbon dan nuklir. Kelemahan utama menggunakan bahan bakar berbasis minyak bumi adalah menimbulkan polusi di atmosfer, pembakaran diesel minyak bumi menimbulkan beberapa gas rumah kaca (Gashaw dkk., 2015). Untuk mengatasi hal itu, para peneliti menemukan sebuah bahan alternative yang disebut dengan biofuel.

Biofuel adalah bahan bakar transportasi yang terbuat dari tumbuhan dan kotoran hewan yang digunakan untuk bahan bakar mobil, pesawat terbang dan kereta api (Idusuyi dkk., 2012). Biofuel termasuk bahan bakar yang berasal dari konversi biomassa, sebagai biomassa padat, bahan bakar cair dan berbagai biogas (Shalaby, 2013).



Gambar 1. Grafik Penggunaan Biomassa (Shalaby, 2013)



Sumber utama biofuel adalah etanol dan biodiesel. Etanol dikenal sebagai etil alkohol yang dihasilkan dari bahan baku terbarukan seperti singkong, jagung, sorgum, dan kentang (Idusuyi dkk., 2012). Sedangkan biodiesel merupakan bahan bakar alternative yang terbuat dari sumber-sumber biologis terbarukan seperti minyak nabati dan lemak hewani. Menurut *The American Society for Testing and Material* (ASTM) mendefinisikan biodiesel sebagai bahan bakar yang terdiri dari ester mono alkyl dari rantai panjang asam lemak dari minyak nabati atau lemak hewan. Proses produksi biodiesel yang dominan, yaitu transesterifikasi, biasanya melibatkan reaksi alkil alkohol dengan ester rantai panjang dengan adanya katalis sehingga menghasilkan monoalkil ester (biodiesel) dan gliserol (Verma dkk., 2016). Konsep biodiesel telah ditemukan oleh Rudolf Diesel (penemu mesin diesel) pada tahun 1912, yang menggunakan minyak nabati (minyak kacang) pada mesin dieselnnya (Gashaw dkk., 2015), menyatakan bahwa “penggunaan minyak nabati untuk bahan bakar mesin, mungkin tampak tidak signifikan hari ini, tapi dengan berjalannya waktu, minyak tersebut dapat menjadi sama pentingnya dengan minyak bumi dan batu bara pada masa kini” (Idusuyi dkk., 2012).

Biodiesel pertama kali diperkenalkan di Amerika Serikat pada tahun 1992 oleh *National Soy Diesel Development Board* (saat ini *National Biodiesel Board*), pelopor dalam komersialisasi biodiesel. Biodiesel yang dapat digunakan bergantian dengan diesel berbasis minyak bumi karena adanya kemiripan. Selain itu, gasnya yang kurang beracun, *biodegradable* sehingga ramah lingkungan, bebas dari sulfur dan senyawa aromatik (de Araujo dkk., 2013), emisi polutan

drokarbon yang tidak terbakar, hasil pembakaran biodiesel lebih rendah dari solar, tidak memperparah efek rumah kaca, kandungan energi yang sama dengan kandungan energi *petroleum diesel* (80% dari kandungan



petroleum diesel), serta angka setana lebih tinggi dari pada *petroleum diesel* (solar), dan penyimpanan mudah karena titik nyala yang rendah (Elma dkk., 2016).

Secara Global sesifikasi untuk biodiesel mengacu pada European Standard (EN 14214) untuk *Automotive Fuels* yang mengandung *Fatty Methyl Ester* (FAME) untuk mesin diesel dan ASTM D6751 di Amerika Serikat, tabel 1 menunjukkan Spesifikasi Standard EN 14214 dan ASTM D6751 :

Tabel 1. *Standard Biodiesel EN 14214 (Europe, 2006)*

Property	Unit	Minimum	Maximum	Test Method
Ester Content	% (m/m)	96.5	-	prEN 14103
Density at 15 °C	kg/m ³	860	900	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Viscosity at 40 °C	mm ²	3.5	5.0	EN ISO 310
Flash Point	°C	Above 101	-	ISO/CD 3679
Carbon Residue (10 % Bottoms)	% (m/m)	-	0.3	EN ISO 10370
Cetane Number	-	51.0	-	EN ISO 5165
Water Content	mg/kg	-	500	EN ISO 12937
Copper Strip Corrosion (3hr 50 °C)	rating	Class 1	Class 1	EN ISO 2160
Oxidation Stability, 110 °C	hours	6		pr EN 14112
Acid Value	mg KOH/g	-	0.5	pr EN 14104
Iodine Value	-	-	120	pr EN14111



Tabel 2. *Standard Biodiesel ASTM D 6751 (BPPT, 2005)*

Jenis Tes	Metode Tes	Limit	Satuan
Flash Point	ASTM D 93	130 min.	°C
Air & Sedimen	ASTM D 2709	0.05 maks	% volume
Residu karbon (100% sampel)	ASTM D 4530	0.05	% berat
Abu Sulfat	ASTM D 874	0.02 maks.	% berat
Viskositas, 40 °C	ASTM D 445	1.9 – 6.0	mm/sec.
Sulfur	ASTM D 5453	0.05 maks.	% berat
Cetane	ASTM D 613	47 min.	
Cloud Point	ASTM D 2500	Menurut Pelanggan	°C
Korosi Tembaga	ASTM D 130	No. 3 maks.	
Derajat Keasaman	ASTM D 664	0.80 maks.	mg KOH/g
Gliserin Bebas	ASTM D 6854	0.020	% berat
Gliserin Total	ASTM D 6854	0.240	% berat
Phosphor	ASTM D 4951	10 maks.	ppm
Distilasi, T90 AET	ASTM D 1160	360 maks.	°C

Penggunaan biodiesel akan memperlambat perkembangan pemanasan global dengan mengurangi sulfur dan karbondioksida dan emisi hidrokarbon. Biodiesel sering dicampur dengan bahan bakar diesel pada rasio 2,5 dan 20%. Semakin tinggi rasio biodiesel, semakin rendah emisi karbon dioksida. Menggunakan campuran yang mengandung 20% biodiesel mengurangi emisi karbon dioksida sebesar 15,66%, sedangkan menggunakan biodiesel murni membuat emisi karbon dioksida berada pada angka nol (Gashaw, 2015).



Tabel 3.Sifat Kimia dari Biodiesel dan Diesel

Parameter	Biodiesel	Diesel
Densitas pada 15°C.g/cm ³	0.8834	0.8340
Viskositas pada at 30°C. nm ² /s	4.47	2.83
Sulfur. %	< 0.005	0.034
Karbon. %	76.1	86.2
Hidrogen. %	11.8	13.8
Oksigen. %	12.1	...
Titik Nyala. °C	178	62
Angka Setana	56	47
Nilai Kalori. kJ/kg	37.243	42.588

2.1.1 Reaksi Sintesis Transesterifikasi dan Esterifikasi

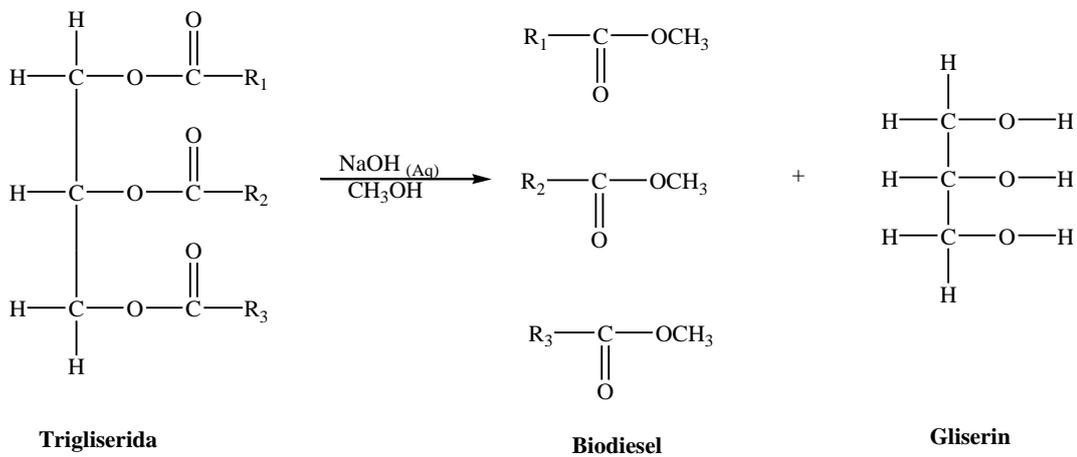
Transesterifikasi minyak nabati dilakukan pada tahun 1853, oleh para ilmuwan E. Duffy dan J. Patrick, bertahun-tahun sebelum mesin diesel pertama kali difungsikan. Pada tahun 1900, Prancis meluncurkan produksi bahan bakar biodiesel yang diperoleh oleh transesterifikasi minyak rapeseed. Dari 1978-1996, *The U.S National Renewable Energy* bereksperimen menggunakan ganggang sebagai sumber biofuel di laboratorium (Mamilla dkk., 2012).

Menurut Verma, Raj, Pal dan Jain (2016), umumnya biodiesel diproduksi dengan cara transesterifikasi. Transesterifikasi adalah reaksi dari lipid dengan alkohol untuk membentuk ester dengan produk samping yaitu gliserol. Hal ini, pada prinsipnya, tindakan satu alkohol menggusur alkohol lainnya dari ester,

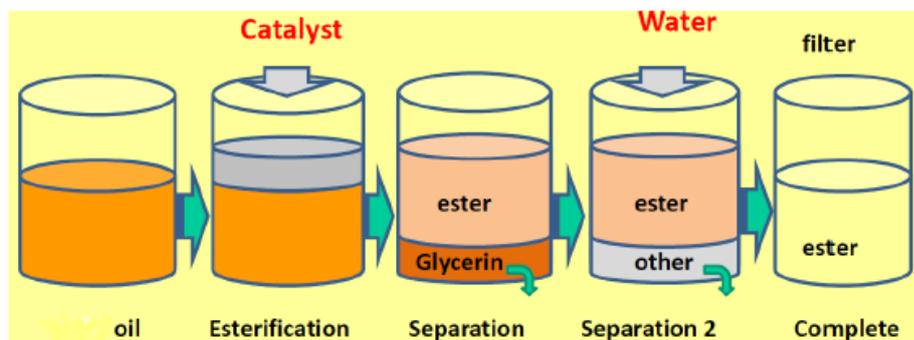
sebut alkoholis (pembelahan oleh alkohol). Dalam mekanisme transesterifikasi, karbon pada karbonil dari ester (RCOOR^1) yang pertama mengalami serangan nukleofilik dengan masuknya alkoksida (R^2O^-) untuk



memberikan spesies antara yang berbentuk tetrahedral, yang akan beralih ke bentuk semula atau menghasilkan produk transesterifikasi (RCOOR^2). Transesterifikasi terdiri dari tiga reaksi reversible. Langkah pertama adalah konversi trigliserida menjadi digliserida, diikuti oleh konversi digliserida menjadi monogliserida, dan akhirnya monogliserida menjadi gliserol, sehingga menghasilkan satu molekul ester dari masing-masing gliserida pada setiap langkah. Reaksi ini berlangsung dengan baik dengan adanya beberapa katalis homogen seperti kalium hidroksida (KOH)/Natrium hidroksida (NaOH).



Gambar 2.Reaksi Transesterifikasi (Mamilla dkk., 2012)

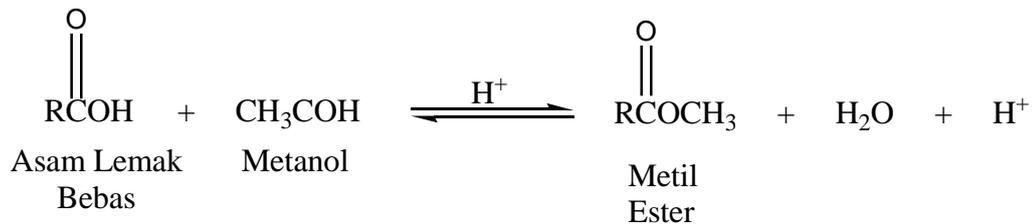


Gambar 3.Tahapan Ekstraksi Transesterifikasi (Shalaby, 2013)



Aziz dkk.(2011) mengatakan bahwa reaksi transesterifikasi memerlukan minyak dengan kemurnian tinggi (kandungan FFA <2%). Jika FFA tinggi akan mengakibatkan reaksi transesterifikasi terganggu akibat terjadinya reaksi penyabunan antara katalis dengan FFA. Kadar asam lemak bebas minyak nabati harus kecil dari 1%. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghilangkan asam lemak bebas adalah mereaksikan asam lemak bebas dengan alkohol dengan bantuan katalis asam sulfat. Reaksi ini dikenal dengan esterifikasi.

Esterifikasi merupakan reaksi antara asam karboksilat dengan alkohol menghasilkan ester dan air. Asam karboksilat yang digunakan dapat berasal dari asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak nabati atau berupa distilat asam lemak sawit (Rasyd, 2010). Reaksinya ditunjukkan pada gambar 4:



Gambar 4.Reaksi Esterifikasi (Aziz dkk., 2011)

Reaksi esterifikasi merupakan reaksi bolak balik yang relative lambat.Untuk mempercepat jalannya reaksi dan meningkatkan hasil, proses dilakukan dengan pengadukan yang baik, penambahan katalis dan pemberian reaktan berlebih agar reaksi bergeser ke kanan (Darnoko dan Cheriyan, 2000).

2.2 Produksi Biodiesel dengan Metode Ekstraksi Ultrasonik



Ultrasonik adalah gelombang akustik dengan frekuensi lebih besar dari 16- adalah satu sifat dari ultrasonik adalah *non-destructive* dan *non-invasive*, dengan mudah diadaptasikan ke berbagai aplikasi gelombang ultrasonik

dapat merambat dalam medium padat, cair, dan gas. Pengembangan proses ekstraksi untuk mendapat hasil yang lebih baik dan waktu yang lebih singkat terus dilakukan. Salah satunya adalah dengan metode ultrasonik. Hasil waktu uji rendemen pati jangung dengan menggunakan ekstraksi ultrasonik selama 2 menit adalah sekitar 55,2-67,8 % hampir sama dengan rendemen yang didapat dari pemanasan dengan air selama 1 jam yaitu 53,4%. Penggunaan ultrasonik pada proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut organik dapat lebih cepat, getaran ultrasonik dapat memecahkan dinding sel sehingga kandungan didalamnya dapat keluar dengan cepat (Sari dkk., 2012).

Penggunaan gelombang ultrasonik memberikan pengaruh positif untuk menaikkan produk metil ester. Pencampuran dengan menggunakan ultrasonik lebih baik dibandingkan dengan menggunakan pengadukan karena adanya efek kavitasi. Peningkatan laju reaksi akan menghasilkan konversi pembentukan biodiesel yang lebih tinggi dan proses berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan proses tanpa penggunaan ultrasonik. Kecepatan reaksi meningkat karena efek kavitasi, termal, dan mekanik yang dihasilkan gelombang ultrasnoik yang memberikan energi yang sangat besar. Kavitasi adalah suatu efek akibat adanya gelombang ultrasonik di dalam cairan. Jika pada cairan diradiasikan gelombang ultrasonik maka tekanan cairan tersebut akan bertambah pada saat gelombang ultrasonik mempunyai amplitude positif dan akan berkurang pada saat amplitude negatif. Akibat perubahan tekanan ini maka gelembung-gelembung gas yang biasanya ada dalam cairan akan terkompresi pada saat tekanan cairan naik dan terekspansi pada saat tekanan turun. Bila amplitudo gelombang ultrasonik cukup

ka gelembung tersebut akan pecah pada saat kompresi, yaitu pada saat
di luar gelembung besar untuk memecahkan gelembung yang sebelumnya



sudah berukuran maksimum (mengembang saat ekspansi). Pecahnya gelembung ini akan menghasilkan gelombang kejut (*Shock waves*) karena terjadi pada tekanan yang besar (Putri dkk., 2012).

2.3 Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Penghasil Biodiesel

Minyak jelantah adalah minyak goreng yang telah rusak akibat proses oksidasi, polimerisasi dan hidrolisis (Ketaren, 2008). Penggunaan minyak goreng berulang kali membuat minyak nabati yang dapat dimakan tidak lagi layak untuk dikonsumsi karena kandungan asam lemak bebasnya sangat tinggi (FFA) (Raqeeb dan Bhargavi, 2015). Kandungan asam lemak jenuh yang sangat tinggi pada minyak ini dapat menyebabkan kolestrol, hipertensi, penyumbatan peredaran darah, serta memicu kanker (Icon, 2011).

Minyak goreng yang digunakan di industri maupun rumah tangga akan menjadi minyak jelantah dalam jumlah tinggi dan adanya bahaya konsumsi minyak goreng bekas, maka perlu dilakukan upaya-upaya untuk memanfaatkan minyak goreng bekas tersebut agar tidak terbuang dan mencemari lingkungan (Harianja, 2010).

Limbah minyak goreng dan lemak menyebabkan masalah yang signifikan di banyak bagian dunia. Masalah yang mengancam lingkungan ini dapat diubah menjadi manfaat ekonomi dan lingkungan dengan pemanfaatan yang tepat dan pengelolaan minyak goreng limbah sebagai pengganti bahan bakar. Banyak negara maju telah menetapkan kebijakan yang menghukum pembuangan limbah minyak goreng ke drainase limbah. Limbah minyak goreng, sebagai bahan baku

untuk biodiesel, dipelajari dengan aspek yang berbeda seperti optimasi akan metanol superkritis (SCM), desain proses dan penilaian teknologi, properti bahan bakar dan pendekatan estimasi biaya (Patil dkk., 2012).



2.4 Katalis

Katalis adalah zat yang dapat mempengaruhi kecepatan reaksi tetapi zat tersebut tidak mengalami perubahan kimia pada akhir reaksi. Katalis tidak berpengaruh pada energi bebas ΔG , jadi juga tidak berpengaruh terhadap tetapan kesetimbangan K . Umumnya kenaikan konsentrasi katalis juga menaikkan kecepatan reaksi jadi katalis ini ikut dalam reaksi tetapi pada akhir reaksi diperoleh kembali (Sukardjo, 2002). Katalis berfungsi menurunkan energi aktivasi reaksi sehingga reaksi dapat berlangsung lebih cepat.

Katalis yang digunakan dalam pembuatan biodiesel dapat berupa katalis basa maupun katalis asam. Dengan katalis basa reaksi berlangsung pada suhu kamar sedangkan dengan katalis asam reaksi baru berjalan baik pada suhu sekitar 100°C . Bila tanpa katalis, reaksi membutuhkan suhu minimal 250°C (Kirk & Othmer, 1980). Berdasarkan fasanya, proses katalis basa dapat digolongkan menjadi katalisis homogen dan katalisis heterogen. Katalis homogen ialah katalis yang mempunyai fasa sama dengan fasa campuran reaksinya, sedangkan katalisis heterogen adalah katalis yang berbeda fasa dengan campuran reaksinya (Okvitarini, dkk., 2013). Katalis basa homogen seperti NaOH dan KOH merupakan katalis yang paling umum digunakan dalam proses pembuatan biodiesel karena dapat digunakan pada temperatur dan tekanan operasi yang relatif rendah serta memiliki kemampuan katalisator tinggi (Santoso, dkk., 2013). Disisi lain, katalis basa heterogen seperti CaO yang merupakan oksida basa kuat yang memiliki aktivitas katalitik yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai katalis (Padil, dkk., 2010).

Didalam industri pemakaian katalis sangat penting karena akan meningkatkan konversi produk dan mengurangi biaya produksi. Katalis mempunyai beberapa sifat yaitu (Sukardjo, 1985):



- a. Katalis tidak berubah selama reaksi. Ada kemungkinan katalis ikut dalam reaksi tetapi setelah reaksi berakhir katalis tersebut diperoleh kembali (kembali seperti semula).
- b. Katalis tidak mempengaruhi kesetimbangan reaksi. Katalis hanya mempercepat reaksi dalam mencapai kesetimbangan sebab semua reaksi berakhir dengan kesetimbangan.
- c. Katalis tidak mengawali suatu reaksi. Reaksi yang dikataliser harus sudah berjalan walaupun sangat lambat.

