BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Bahan bakar minyak adalah suatu senyawa organik yang dibutuhkan dalam suatu pembakaran dengan tujuan untuk mendapatkan energi (tenaga). Bahan bakar minyak merupakan hasil dari proses distilasi minyak bumi (*crude oil*) dari hasil penambangan menjadi fraksi-fraksi yang diinginkan. Jenis - jenis bahan bakar minyak antara lain yaitu: Premix, Premium, Minyak Tanah *(kerosene*), Minyak Solar, Minyak Bakar dan Biodesel (Paradila. Y. UNSRI 2005).

Konsumsi minyak mentah pertahunnya semangkin meningkat, bahkan pada awal tahun 2013 konsumsi BBM nasional mencapai angka 1,4 juta barel ekuivalen per hari sehingga ada selisih 900 ribu barel ekuivalen per harinya (Satya yudha. Sloops 2013). Untuk memperlambat dan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi tersebut salah satunya adalah dengan bahan bakar biodiesel yang bahan bakunya sangat besar untuk dikembangkan.

2.1 Biodiesel

Biodiesel didefinisikan sebagai metil ester yang diproduksi dari minyak nabati atau hewan dan memenuhi kualitas untuk digunakan sebagai bahan bakar di dalam mesin diesel. Keunggulan dari bahan bakar ini adalah dalam melakukan kendali kontrol polusi, dimana biodiesel lebih mudah dari pada bahan bakar diesel fosil karena tidak mengandung sulfur bebas dan memiliki gas buangan dengan kadar pengotor yang rendah dan dapat didegredasi (Wirawan dan Tambunan, 2006).

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang diformulasikan khusus untuk mesin diesel dengan berbagai kelebihan antara lain tidak perlu modifikasi mesin, mudah digunakan, ramah lingkungan, tercampurkan dengan minyak diesel (solar), memiliki angka setana tinggi, memiliki daya pelumas yang tinggi, *biodegradable*, titik nyala tinggi sehingga aman dari kebakaran pada suhu kamar, non toksik, serta bebas dari sulfur dan bahan *aromatic* (Soerawidjaja, 2005; Nasional Biodiesel Board - NBB, 2003).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

2.1.1 Proses Pembuatan Biodiesel

Proses pembuatan biodiesel adalah proses pereaksian asam lemak dengan alkohol yang membentuk metil ester. Alkohol yang biasa digunakan untuk pereaksi adalah metanol karena metanol merupakan alkohol yang murah, sehingga cocok untuk pembuatan biodiesel komersial. Pembuatan biodiesel dapat menggunakan katalis asam maupun katalis basa. Proses pembuatan biodiesel dari minyak dengan kandungan FFA rendah secara keseluruhan terdiri dari reaksi transesterifikasi, pemisahan gliserol dari metil ester, pemurnian metil ester (pemisahan methanol, pencucian dan dehidrasi), pengambilan gliserol sebagai produk samping dan pemurnian metanol yang tidak bereaksi secara destilasi/rectification.

Proses esterifikasi dengan katalis asam diperlukan jika minyak nabati mengandung FFA di atas 5%. Jika minyak berkadar FFA tinggi (>5%) langsung ditransesterifikasi dengan katalis basa maka FFA akan bereaksi dengan katalis membentuk sabun. Terbentuknya sabun dalam jumlah yang cukup besar dapat menghambat pemisahan gliserol dari metil ester dan berakibat terbentuknya emulsi selama proses pencucian. Jadi esterifikasi digunakan sebagai proses pendahuluan untuk mengkonversikan FFA menjadi metil ester sehingga mengurangi kadar FFA dalam minyak nabati dan selanjutnya ditransesterifikasi dengan katalis basa untuk mengkonversikan trigliserida menjadi metil ester.

Berdasarkan kandungan FFA dalam minyak nabati maka proses pembuatan biodiesel secara komersial dibedakan menjadi tiga yaitu esterifikasi, transesterifikasi serta campuran dari keduanya yaitu transesterifikasi *in situ.* Berikut penjelasan tentang ketiga prosesnya:

a. Esterifikasi

Esterifikasi adalah proses yang mereaksikan asam lemak bebas (FFA) dengan alkohol rantai pendek (metanol atau etanol) menghasilkan metil ester asam lemak (*Fatty Acids Methyl Esters* / FAME) dan air. Katalis yang digunakan untuk reaksi esterifikasi adalah asam, biasanya asam sulfat (H_2SO_4) atau asam fosfat (H_3PO_4) untuk minyak nabati dengan kandungan FFA tinggi dilanjutkan dengan proses transesterifikasi dengan katalis basa (Pinto *et al*. 2005).

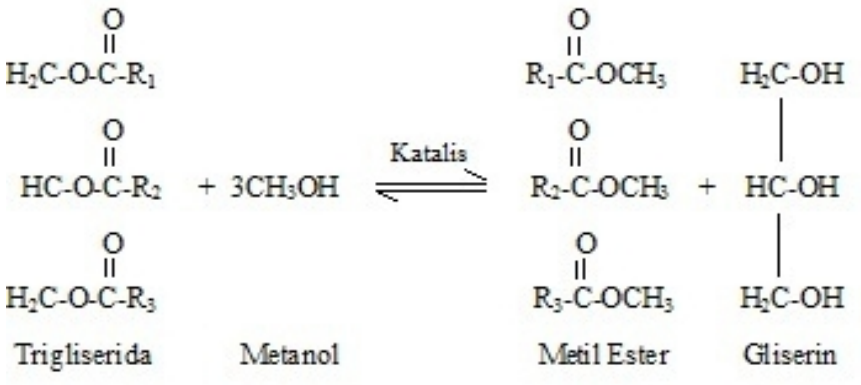
This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Untuk mendorong agar reaksi bisa berlangsung ke konversi yang sempurna pada temperatur rendah (misalnya paling tinggi 120^0C), 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 1 sampai beberapa jam.

b. Transesterifikasi

Transesterifikasi (biasa disebut dengan alkoholisis) adalah proses yang mereaksikan trigliserida dalam minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek seperti methanol atau etanol yang reaktifitasnya paling tinggi (sehingga reaksi disebut metanolisis). Proses ini menghasilkan metil ester asam lemak (*Fatty Acids Methyl Esters* / FAME) atau biodiesel dan gliserol (gliserin) sebagai produk samping. Transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat. Katalis yang digunakan pada proses transeterifikasi adalah basa/alkali, biasanya digunakan natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH) untuk bahan baku refined oil atau minyak nabati dengan kandungan FFA rendah.

Reaksi transesterifikasi dari trigliserida menjadi ester metil asam-asam lemak yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Reaksi transesterifikasi molekul minyak

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

c. Transesterifikasi *In Situ*

Proses transesterifikasi yang selama ini dilakukan di industri-industri besar adalah transesterifikasi konvensional. Pada pembuatan biodiesel secara konvensional, transesterifikasi dilakukan setelah proses ekstraksi dan pemurnian minyak. Transesterifikasi konvensional memerlukan waktu yang lama dan proses yang panjang. Transesterifikasi *in situ* merupakan langkah sederhana dalam menghasilkan biodiesel yaitu dengan cara mengeliminasi proses ekstraksi dan pemurnian minyak sehingga dapat menghemat biaya produksi (Haas *et al*., 2004).

Trigliserida yang digunakan dalam proses transesterifikasi *in situ* adalah trigliserida yang berasal dari sumber bahan baku dan bukan dari minyak hasil ekstraksi dan pemurnian. Mekanisme proses transesterifikasi *in situ* adalah kontak langsung antara bahan baku sumber minyak dengan larutan alkohol dan katalis asam atau basa. Fungsi dari alkohol adalah untuk menghancurkan sel-sel yang mengandung minyak dan melarutkan minyak tersebut. Selain itu transesterifikasi *in situ* menggunakan alkohol yang dapat berperan ganda yaitu sebagai pelarut pada proses ekstraksi minyak dan sebagai reaktan pada proses transesterifikasi. (Georgogianni *et al.*, 2008)

2.1.2 Karakteristik Produk Biodiesel

Karakteristik bahan bakar minyak yang akan dipakai pada suatu penggunaan tertentu untuk mesin atau peralatan lainnya perlu diketahui terlebih dahulu dengan maksud agar hasil pembakaran dapat tercapai secara optimal. Secara umum karakteristik bahan bakar minyak khususnya minyak biodiesel yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

a. Berat Jenis (Density)

Berat jenis adalah suatu angka yang menyatakan perbandingan berat dari bahan bakar minyak pada temperatur yang sama. Bahan bakar minyak pada umumnya mempunyai densitas antara 0,86 – 0,90 gr/ml dengan kata lain bahan bakar minyak lebih ringan dari pada air. Selain itu minyak juga tidak dapat larut dalam air pada semua perbandingan.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

b. Viskositas

Viskositas adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi. Atomisasi bahan bakar sangat tergantung pada viskositas, tekanan injeksi, serta ukuran lubang injektor. Viskositas yang lebih tinggi akan membuat bahan bakar teratomisasi menjadi tetesan yang lebih besar dengan momentum tinggi dan memiliki kecenderungan bertumbukan dengan dinding silinder yang relatif lebih dingin. Hal ini menyebabkan pemadaman *flame* dan peningkatan deposit, penetrasi semprot bahan bakar, dan emisi mesin. Sebaliknya viskositas yang terlalu rendah akan memproduksi *spray* yang terlalu halus dan tidak dapat masuk lebih jauh ke dalam silinder pembakaran sehingga terbentuk daerah *fuel rich zone* yang menyebabkan pembentukan jelaga. (Prihandana *et al*., 2006).

c. Kandungan air (*Water Content*)

Kandungan air adalah jumlah air yang terkandung dalam minyak dimana kandungan air ini berpengaruh terhadap nilai bakar. Terdapat tiga cara untuk menentukan kandungan (kadar) air dalam suatu sampel, yaitu cara hot plate, cara oven terbuka, dan cara oven hampa udara (Taufik, M., Jaksen M.Amin, 2011).

d. Titik Nyala (*Flash Point*)

Titik nyala adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul penyalaan api sesaat, apabila pada permukaan minyak tersebut didekatkan pada nyala api. Titik nyala diperlukan sehubungan adanya pertimbangan - pertimbangan mengenai keamanan dari penimbunan minyak dan pengangkutan bahan bakar minyak terhadap bahaya kebakaran, titik nyala ini tidak mempunyai pengaruh besar dalam persyaratan pemakaian bahan bakar minyak untuk mesin diesel. Untuk keselamatan selama penanganan dan penyimpanan, titik nyala harus cukup tinggi agar terhindar dari bahaya kebakaran pada suhu kamar.

e. Bilangan Asam

Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah miligram basa yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam satu gram minyak atau lemak. Bilangan asam yang besar menunjukkan jumlah asam lemak bebas yang

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

besar pula. Semakin tinggi bilangan asam, semakin rendah kualitas minyak atau lemak tersebut (Sudarmadji, 2003).

Bilangan asam merupakan salah satu parameter yang diuji untuk mengetahui kualitas minyak atau lemak baik yang berasal dari hasil ekstraksi, transesterifikasi dan transesterifikasi *in situ*. Lemak diartikan sebagai suatu bahan makanan yang pada suhu ruang terdapat dalam bentuk padat, sedangkan minyak adalah suatu bahan makanan yang dalam suhu ruang berbentuk cairan. Lemak dan minyak terdapat pada hampir semua bahan pangan dengan kandungan yang berbeda-beda, fungsi lemak dan minyak yaitu sebagai media penghantar panas, seperti minyak goreng (Winarno, 1992).

f. Nilai Kalori (*Calorific Value*)

Nilai kalori adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas atau kalori yang dihasilkan pada proses pembakaran sejumlah bahan bakar tertentu dengan udara/oksigen. Nilai kalor berbanding terbalik terhadap berat jenis. Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak akan semakin rendah nilai kalor, demikian sebaliknya semakin rendah berat jenis suatu minyak akan semakin besar nilai kalornya. Sebagai contoh berat jenis solar lebih rendah dari pada premium akan tetapi nilai kalor minyak solar lebih rendah dari pada premium. Nilai kalor diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan untuk suatu mesin dalam suatu periode.

g. Angka Setana (*Cetane Number*)

Angka setana adalah ukuran dari kinerja pembakaran *fuel* dibandingkan dengan *reference fuel* yang telah diketahui *cetane number*-nya dengan mesin standar. Pemeriksaan angka setana ini juga bertujuan untuk menentukan kualitas penyalaan atau untuk mengetahui mudah tidaknya mesin di start pada suhu rendah, tekanan mesin yang rendah pada operasi mesin yang halus. Metode ini digunakan untuk menentukan nilai atau skala *cetane number* dari *diesel fuel* dengan menggunakan diesel standar satu silinder empat langkah dengan perbandingan kompresi yang diubah-ubah. Skala *cetane number* ini dimulai dari 0 sampai 100 tetapi tesnya dimulai dari range 30 sampai 65 *cetane number*.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Standar mutu biodiesel telah dikeluarkan dalam bentuk SNI No.04-7182-2006, melalui keputusan Kepala Badan Standardisasi Nasional (BSN) Nomor 73/KEP/BSN/2/2006 tanggal 15 Maret 2006. Syarat mutu biodiesel dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Biodesel Berdasarkan Analisa SNI 04-7182-2006

Parameter	Satuan	Nilai	Metode Uji
Massa jenis pada 40 ^{o}C	Kg/m^{3}	850-890	ASTM D 1298
Viskositas Kinematik pada 40 ^{o}C	Mm^{2}/s (cSt)	2,3-6,0	ASTM D 445
Angka Setana		Min. 51	ASTM D 613
Titik Nyala	^{o}C	Mim. 100	ASTM D 93
Angka Asam	Mg.KOH/kg	Maks. 0,8	ASTM D 664
Titik Kabut	(^{o}C)	Maks. 18	ASTM D 2500
Korosi Bilah tembaga	(^{o}C)	Maks. 3	ASTM D 130
Air dan Sendimen	(%V)	Max 0,05	ASTM D 2709
Gliserol Bebas	(%wt)	Maks. 0,02	AOCS Ca 14-56
Gliserol Total	(%wt)	Maks. 0,24	AOCS Ca 14-56

Sumber : Soerawidjaja, 2006

Parameter yang menunjukkan keberhasilan pembuatan biodiesel dapat dilihat dari kandungan gliserol total dan gliserol bebas (maksimal 0,24%-b dan 0,02%-b) serta angka asam (maksimal 0,8) dari biodiesel hasil produksi. Terpenuhinya semua persyaratan SNI-04-7182-2006 oleh suatu biodiesel menunjukkan bahwa biodiesel tersebut tidak hanya telah dibuat dari bahan mentah yang baik, melainkan juga dengan tata cara pemrosesan serta pengolahan yang baik pula.

2.2 Pelarut

Sebagian besar reaksi kimia secara luas dilakukan di dalam larutan. Larutan terdiri dari pelarut (*solvent*) dan zat terlarut (*solute*) pada umumnya pelarut adalah zat yang berada pada larutan dalam jumlah yang besar, sedangkan zat lainnya dianggap sebagai zat terlarut (*solute*). Pelarut memenuhi beberapa fungsi dalam

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

reaksi kimia, dimana pelarut melarutkan reaktan dan reagen agar keduanya bercampur, sehingga hal ini akan memudahkan penggabungan antara reaktan dan reagen yang seharusnya terjadi agar dapat berubah menjadi produk. Pelarut juga bertindak sebagai kontrol suhu, salah satunya untuk meningkatkan energy dari tubrukan partikel sehingga partikel-partikel tersebut dapat beraksi lebih cepat, atau untuk menyerap panas yang dihasilkan selama reaksi eksoterm. Pada umunya pelarut yang baik mempunyai kriteria sebagai berikut :

1. Pelarut harus dapat melarutkan reaktan dan reagen.
2. Pelarut harus mudah dihilangkan pada saat akhir dari reaksi

2.2.1 Metanol

Metanol yang dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH. Metanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" 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, bahan bakar dan sebagai bahan aditif bagi etanol industri (Agung, 2014).

Berikut ini merupakan sifat-sifat fisika dan kimia metanol dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Sifat – sifat Fisika dan Kimia Metanol

Parameter	Keterangan
Massa molar	32,04 g/mol
Wujud cairan	Tidak berwarna
Specific gravity	0,7918
Titik leleh	-97^{o}C, -142,9^{o}F (176 K)
Titik didih	64,7^{o}C, 148,4^{o}F (337,8 k)
Kelarutan dalam air	Sangat larut
Keasaman	(pKa ~ 15,5)

Sumber : Perry, 1984

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Metanol kadang juga disebut sebagai *wood alcohol* karena 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. Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap *methanol* (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 :

$$2\ CH_3OH + 3\ O_2 \longrightarrow 2\ CO_2 + 4\ H_2O$$

Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh karena itu, berhati-hatilah 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 metanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol)

a. Kegunaan Metanol

Metanol digunakan secara terbatas dalam mesin pembakaran dalam, dikarenakan metanol tidak mudah terbakar dibandingkan dengan bensin. 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:

$$6\ CH_3OH + Al_2O_3 \rightarrow 2\ Al(OCH_3)_3 + 3\ H_2O$$

Ketika diproduksi dari kayu atau bahan oganik lainnya, metanol organik tersebut merupakan bahan bakar terbaharui yang dapat menggantikan hidrokarbon. Namun mobil modern pun masih tidak bisa menggunakan BA100

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

(100% bioalkohol) sebagai bahan bakar tanpa modifikasi. Metanol juga digunakan sebagai *solvent* dan sebagai *antifreeze*, dan fluida pencuci kaca depan mobil.

Penggunaan metanol terbanyak adalah sebagai bahan pembuat bahan kimia lainnya. Sekitar 40% metanol diubah menjadi *formaldehyde*, dan dari sana menjadi berbagai macam produk seperti plastik, *plywood*, cat, peledak, dan tekstil. 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 membuat metanol dapat digunakan dalam perlengkapan elektronik.

2.3 Katalis

Katalis memegang peranan yang sangat penting pada perkembangan industri kimia. Dewasa ini hampir setiap produk industri kimia dihasilkan melalui proses yang memanfaatkan jasa katalis (Biodiesel, html). Katalis dapat didefinisikan sebagai zat yang dapat mempercepat dan mengendalikan rekasi. Dengan katalis, reaksi dapat berjalan pada kondisi yang lebih lunak (temperatur dan tekanan rendah) dengan laju dan aktivitas yang tinggi. Kemampuan inilah yang kini menjadi tumpuan harapan manusia untuk memenuhi tuntutan efisiensi waktu, bahan baku, energi dan upaya pelestarian lingkungan. Berdasarkan fase katalis, reaktan dan produk reaksinya, katalis dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu sebagai berikut :

a. Katalis homogen adalah katalis yang berfasa sama dengan fasa campuran reaksinya.
b. Katalis heterogen adalah katalis yang berbeda fasa reaktan dan produk reaksinya.

Katalis homogen pada umumnya memiliki aktivitas dan selektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis heterogen karena setiap molekul katalis aktif sebagai katalis. Katalis heterogen biasanya berupa padatan, tidak semua bagian permukaan padatan dapat berfungsi sebagai pusat aktif dan tidak semua

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

pusat aktif memiliki keaktifan yang sama. Bahkan pada keadaan yang terburuk, bagian permukaan yang satu dapat meracuni bagian yang lainnya tetapi katalis homogen tidak mudah teracuni oleh adanya sedikit kotoran. Walaupun demikian, katalis heterogen tetap digunakan dalam industri karena mudah dipisahkan dari campuran reaksinya. Selain itu, katalis heterogen lebih stabil terhadap perlakuan panas sehingga reaksi dan regenerasi katalis dapat dilakukan pada temperatur tinggi tetapi katalis homogen kurang efektif pada temperatur tinggi (Subagio, 1992).

2.3.1 Natrium Hidroksida (Katalis Homogen)

Natrium hidroksida (NaOH) juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik berbentuk padatan berwarna putih yang jika ditambah asam akan bersifat netral dan bersifat korosif. Natrium hidroksida terbentuk dari oksida basa yang dilarutkan dalam air. NaOH membentuk larutan alkali yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. NaOH digunakan diberbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun, dan deterjen. Karakteristik Natrium Hidroksida dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Natrium Hidroksida

Parameter	Keterangan
Rumus molekul	NaOH
Massa molar	39,9971 g/mol
Penampilan	Zat padat putih
Densitas	2,1 g/cm^3, padat
Titik lebur	318^{o}C (519 K)
Titik didih	1390^{o}C (1663 K)
Kelarutan dalam air	111 g/100 ml (20 ^{o}C)
Kebasaan (pKb)	-2,43

Sumber : Agung, 2012

Natrium Hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. NaOH murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pellet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. NaOH bersifat lembap cair dan secara spontan menyerap karbon dioksida dari udara bebas. NaOH sangat

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan. NaOH juga larut dalam etanol dan metanol, walaupun kelarutan NaOH dalam kedua cairan ini lebih kecil daripada kelarutan KOH. NaOH tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non-polar lainnya. Larutan natrium hidroksida akan meniggalkan noda kuning pada kain dan kertas.

2.3.2 Kalium Hidroksida (Katalis Heterogen)

Kalium Hidroksida (KOH) adalah senyawa alkali yang larut dalam air dan bersifat basa kuat. Kalium hidroksida (KOH) mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan katalis lainnya, pada akhir sebuah proses sisa katalis KOH dapat dinetralkan dengan asam fosfat menjadi pupuk (K_3PO_4) sehingga proses produksi biodisel dengan katalis KOH tidak menghasilkan limbah cair yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu, KOH dapat dibuat dari abu pembakaran limbah padat pembuatan minyak nabati. Karakteristik kalium hidroksida dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik Kalium Hidroksida

Parameter	Keterangan
Rumus molekul	KOH
Massa molar	56,11 g/mol
Penampilan	padat putih, lembab cair
Densitas	56,11 g/cm^3, padat
Titik lebur	406^{o}C
Titik didih	1320^{o}C
Kelarutan dalam air	1100 g/100 ml (25 ^{o}C)
Kebasaan (pKb)	0

Sumber : Agung, 2012

2.4 Kelapa sawit

Kelapa sawit termasuk tumbuhan pohon yang tingginya dapat mencapai 24meter. Mulai menghasilkan pada umur 3 tahun (belajar berbuah/buah pasir) dan 4 tahun (berbuah). Bunga dan buahnya berupa tandan, bercabang banyak. Buahnya kecil, bila masak berwarna merah kehitaman, daging dan kulit buahnya mengandung minyak. Minyaknya digunakan sebagai bahan minyak goreng, mentega, minyak kering/padat untuk makanan ringan dan cepat saji, *shortening*,

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

vanaspati (minyak samin), sabun, kosmetik, lilin dan sebagainya.

Ampasnya dimanfaatkan untuk makanan ternak. Ampas yang disebut bungkil itu digunakan sebagai salah satu bahan pembuatan makanan ayam. Tempurung atau cangkangnya digunakan sebagai bahan bakar. Serat atau serabut kelapa sawit digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar untuk pembangkit listrik tenaga uap. Kelapa sawit tergolong pada suku palmae seperti juga pohon kelapa, pinang, salak dan sejenisnya. Seperti yang terlihat pada gambar berikut ini:

Sumber : Aries Satrio 2011

Gambar 2. Kelapa sawit

2.4.1 Ampas segar kelapa sawit

Produk samping dari pengolahan kelapa sawit salah satunya adalah ampas segar kelapa sawit yang merupakan limbah padat yang berasal dari daging buah kelapa sawit. Ampas segar kelapa sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, yaitu mencapai 50% dari produksi minyak. Saat ini pemanfaatan ampas segar sawit di berbagai industri pengolahan minyak CPO belum begitu maksimal. Ditinjau dari karakteristik bahan baku, jika dibandingkan dengan ampas kelapa biasa, ampas segar kelapa sawit memiliki banyak kemiripan dan kelebihannya. (F. Hero dan K. Purba, 2012).

Oleh karena itu untuk mengangkat mutu dan kualitas pada ampas segar kelapa sawit dijadikan sebagai bahan campuran alternatif pada pembuatan

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

biodiesel, dimana ampas segar yang digunakan merupakan ampas segar hasil pengepresan yang masih baru. Karena proses pengepresan yang cepat memungkinkan kandungan minyak masih terdapat didalam ampas segar kelapa sawit tersebut.

Sumber : Aries Satriyo, 2011

Gambar 3. Ampas segar kelapa sawit

2.4.2 Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan buah sawit adalah wadah bagi buah sawit selama pertumbuhan buah dari sejak sebelum terjadi penyerbukan hingga buah menjadi matang. Selama proses perontokan buah pada pabrik minyak sawit, buah pada tandan ini dipisahkan. Tandan yang telah terpisah dari buah menjadi limbah padat dari pabrik minyak sawit kasar tersebut. Satu ton tandan buah segar kelapa sawit mengandung 230–250 kg tandan kosong kelapa sawit (TKKS), 130-150 kg serat, 65-65 kg cangkang, 55-60 kg biji, dan 160-200 kg minyak mentah (Fauzi, 2005).

Menurut keterangan dari Direktorat Jenderal Perkebunan seperti yang dikutip oleh Aulia (2000), limbah abu tandan kosong sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bangunan, bahan baku industri kertas, sumber selulosa, pupuk, dan lainnya. Berdasarkan analisis kadar logam total dalam abu tandan kosong sawit (TKKS) dengan AAS, ternyata abu tandan kosong kelapa sawit memiliki komposisi 30-40% K_2O, 7% P_2O_5, 9% CaO, 3% MgO dan unsur logam lainnya (Fauzi, 2005). Logam kalium merupakan kandungan logam terbesar yang terdapat dalam abu TKKS yaitu 30-40%. Dengan temperatur pengabuan yang kurang dari 900 °C dimungkinkan kalium tersebut

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

sebagai kalium karbonat. Kalium karbonat mempunyai kelarutan dalam metanol sebesar 16,500 ppm (Anonim, 2006). Dengan melarutkan sejumlah tertentu abu kedalam alkohol sehingga logam kalium akan terestrak dan membentuk garam metoksida. Garam inilah yang akan membantu mempercepat proses reaksi transesterifikasi *in situ* minyak nabati.

Sumber: Frans Hero, 2013

Gambar 4. Tandan kosong kelapa sawit

a. Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Katalis

Katalis pertama kali dikemukakan oleh Joris Jacob Berzelius pada tahun 1835, yang menerangkan suatu fenomena adanya sejumlah zat asing yang ditambahkan pada suatu campuran reaksi membuat reaksi berjalan cepat. Sifat dari katalis abu tandan kosong kelapa sawit yaitu:

1. Katalis tidak berubah selama reaksi. Ada kemungkinan katalis ikut dalam reaksi tetapi setelah reaksi berakhir katalis tersebut diperoleh kembali (kembali seperti semula).
2. Katalis tidak mempengaruhi kesetimbangan reaksi. Katalis hanya mempercepat reaksi dalam mencapai kesetimbangan sebab semua reaksi berakhir dengann kesetimbangan.

Dengan sifat basa yang dimiliki kalium karbonat maka abu TKKS mempunyai potensi untuk digunakan sebagai sumber katalis basa dalam pembuatan biodiesel. Berdasarkan hasil data pengujian uji alkalinitas dengan metode titrasi indikator dapat diambil kesimpulan bahwa anion karbonat (CO_3)

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

merupakan anion yang paling dominan yang terdapat pada abu TKKS dengan kadar sebesar 375,86 g/kg berat abu. Dengan demikian dapat dipastikan bahwa kalium yang terdapat dalam abu TKKS berada dalam bentuk persenyawaan K_2CO_3.

Sumber: Frans Hero, 2013

Gambar 5. Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit

Untuk melihat kadar kalium dalam abu tandan kosong kelapa sawit masing-masing (5, 10, 15, 20, dan 25) yang diekstrak dengan metanol jumlah kalium yang terestrak dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Kadar kalium ekstrak abu TKKS dengan 75 ml metanol teknis

Berat abu, (gram)	Kalium terekstrasi, (mg)
5	238,60
10	377,09
15	510,04
20	543,19
25	601,95

Sumber : Yoeswono, dkk., 2003

Pada penentuan berat abu maksimum, dilakukan variasi berat abu yang direndam ke dalam 75 mL metanol selama 48 jam pada temperatur kamar, berat abu yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20 dan 25 g dengan rasio metanol dengan minyak kelapa sawit (6:1). Pengukuran *Specific gravity* menggunakan alat uji standar ASTM D 1298. *Specific gravity* digunakan sebagai indikator untuk melihat berat abu terbaik dapat dilihat pada table 6.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tabel 6. *Specific gravity* biodiesel transesterifikasi dengan variasi berat abu

No	Berat Abu (gram)	Rasio Mol	Sp. gr. Obsd.	Tempt. Obsd °F	Sp. Gr. 60/60°F
1	5	6:01			
2	10	6:01	0,895	84,5	0,904
3	15	6:01	0,893	83,5	0,901
4	20	6:01	0,890	84,0	0,898
5	25	6:01	0,888	84,5	0,897

Sumber : Yoeswono, dkk., 2003

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa biodiesel hasil transesterifikasi dengan menggunakan katalis abu tandan kosong kelapa sawit sebanyak 10 gram memberikan *specific gravity* yang paling tinggi diantara abu dengan berat 15, 20, dan 25 gram. Pada saat berat abu sebesar 5 gram, biodiesel tidak terbentuk dalam waktu reaksi selama 2 jam karena jumlah kalium yang terekstraksi untuk 5 gram berat abu TKKS terlalu sedikit, sehingga katalis tersebut belum efektif digunakan sebagai katalis dalam reaksi transesterifikasi.

2.4.3 Minyak Kelapa Sawit

Minyak kelapa sawit tersusun atas bermacam komponen. Minyak kelapa sawit tersusun atas lemak dan minyak alam yang terdiri atas *trigleserida*, *digleserida*, dan *monogleserida*, asam lemak bebas, *moisture*, pengotor, dan komponen-komponen bukan minyak/lemak yang secara umum disusun oleh senyawa yang tidak dapat tersabunkan.

Terdapat dua jenis minyak sawit yang dapat dibuat dari kelapa sawit, yaitu *Crude Palm Oil* (CPO) yang didapat dari daging buah kelapa sawit atau *Crude palm Kernel Oil* (CPKO) yang didapat dari inti biji kelapa sawit. Namun CPO mempunyai komposisi asam lemak bebas yang cukup tinggi sehingga apabila digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel, sebelum tahap teransesterifikasi perlu dilakukan tahap konversi FFA terlebih dahulu yang dinamakan dengan tahap esterifikasi. Selain dari dua jenis minyak sawit yang telah disebutkan diatas, terdapat juga fraksi minyak sawit turunan CPO yang sudah dimurnikan yaitu *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Perbedaanya adalah pada kandungan asam lemak bebas sudah sangat kecil sehingga tidak diperlukan lagai tahap pre-esterifikasi.

Pembuatan biodiesel dari minyak serabut kelapa sawit dengan katalis abu tandan kosongnya, diharapkan mampu mengatasi berbagai permasalahan, di antaranya meningkatkan nilai jual minyak kelapa sawit ketika produk kelapa sawit membanjir di pasaran, menambah khasanah penelitian bahan bakar alternatif, juga mengoptimalkan penggunaan kelapa sawit tidak hanya produk minyak tetapi juga limbah yang dihasilkan industri tersebut.

Asam-asam lemak penyusun minyak/lemak terdiri atas :

a. Asam Lemak Jenuh (*Saturated Fatty Acid / SFA*) Merupakan asam lemak jenuh yang tidak mengandung ikatan rangkap, dan secara umum penyusun lemak berasal dari sumber hewani.
b. Asam Lemak tak Jenuh (*Unsaturated Fatty Acid / UFA*) Merupakan asam lemak tak jenuh yang mengandung ikatan rangkap, secara umum penyusun lemak berasal dari sumber nabati dan terdiri dari *Mono - Unsaturated Fatty Acid / MUFA* dan *Poly - Unsaturated Fatty Acid / PUFA*.

Berikut komposisi yang terkandung dalam minyak kelapa sawit ditunjukkan dalam tabel 7.

Tabel 7. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Sawit

No	Asam Lemak	Persen Komposisi	Berat Molekul	Titik Didih
1	Asam Laurat (C_{12})	0,0 – 0,4	200,32	180˚C
2	Asam Miristat (C_{14})	0,6 – 1,7	228,38	250˚C
3	Asam Palmitat (C_{16})	41,1 – 47,0	256,43	271˚C
4	Asam Stearat (C_{18})	3,7 – 5,6	284,49	232˚C
5	Asam Oleat (C_{18-1})	38,2 – 43,6	282,47	260˚C
6	Asam Linoleat (C_{18-2})	6,6 – 11,9	280,45	176˚C
7	Asam Linoleat (C_{18-3})	0,0 – 0,6	278,44	180˚C

Sumber : Erliza Hambali, 2007

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Berikut sifat fisik dan kimia yang terdapat dalam minyak kelapa sawit berdasarkan komposisi asam lemak dalam minyak tersebut yang ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Karakteristik Minyak kelapa Sawit

Karakteristik	Nilai
Indeks Refraksi (50°C)	1,445 - 1,456
Bilangan Iod	50,6 – 55,1
Bilangan Penyabunan	190,1 – 201,7
Titik Leleh (°C)	31,1 – 37,6

Sumber : Erliza Hambali, 2007

2.5 Minyak Jelantah

Minyak jelantah (*waste cooking oil*) adalah minyak goreng bekas yang berasal dari jenis-jenis minyak goreng seperti halnya minyak jagung, minyak goreng dan minyak bekas pemakaian kebutuhan rumah tangga yang umumnya dapat digunakan kembali untuk keperluaran kuliner. Tapi 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 yang 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.

Sumber : Salimon, dkk., 2002

Gambar 6. Minyak jelantah

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Minyak bekas penggorengan bisa diolah kembali menjadi energi baru sebagai energi biodiesel dengan melalui tahapan proses kimiawi dan pemanasan. Minyak jelantah mempunyai kandungan asam lemak bebas yang tinggi hingga 5-30% b/b (Gerpen 2005) 3-40% b/b (Srivastava dan Prasad: 2000). Kadar asam lemak bebas ini akan menimbulkan reaksi penyabunan apabila bereaksi dengan KOH dan NaOH, oleh karena itu untuk mengatasinya perlu dilakukan transesterifikasi *in situ* terhadap minyak jelantah agar asam lemak bebas dapat berubah menjadi alkil ester (biodisel) (Yan, *et al.,* 2009; Salimon, *et al*., 2002). Keuntungan energi biodiesel yang berasal dari minyak jelantah adalah sebagai berikut :

1. Bisa disimpan dan ditangani persis seperti solar biasa
2. Memiliki titik nyala lebih tinggi (minimal 130 ° C) dan karena itu lebih aman dibandingkan solar biasa (minimal 52 ° C)
3. Biodiesel bersifat biodegradable (tidak mencemari lingkungan dan aman)
4. Menjaga sistem bahan bakar bersih bagi mesin yang memakai.
5. Peningkatan pelumasan mesin.
6. Mempunyai nilai setana yang tinggi.
7. Bagi emisi Mesin :
   - Karbon monoksida lebih rendah (CO)
   - Partikulat yang lebih rendah (PM)
   - Rendah hidrokarbon dan tidak terbakar (HC)
   - Menambah atau mengurangi emisi polutan.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com