

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biodiesel

2.1.1 Tinjauan Umum Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkil ester dari rantai panjang asam lemak yang dipakai sebagai alternative bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbarui seperti minyak saur atau lemak hewan.

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

Biodiesel merupakan kandidat yang paling dekat untuk menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi transportasi utama dunia, karena biodiesel merupakan bahan bakar terbarui yang dapat menggantikan diesel petrol di mesin sekarang ini. Secara umum, pengembangan biodiesel termasuk teknologi menengah bahkan bisa dikatakan cukup sederhana, tidak memerlukan unit-unit operasi dengan tingkat kerumitan maupun resiko yang tinggi.

Penggunaan dan produksi biodiesel meningkat dengan cepat, terutama di Eropa, Amerika Serikat dan Asia meskipun pasar masih sebagian kecilsaja dari penjualan bahan bakar. Pertumbuhan SPBU membuat semakin banyaknya penyediaan biodiesel kepada konsumen dan juga pertumbuhan kendaraan yang menggunakan biodiesel sebagai bahan bakar.

Biodiesel dapat dicampur dengan bahan bakar diesel minyak bumi dalam berbagai rasio. Misalnya campuran 20% biodiesel dan 80% bahan bakar diesel minyak bumi (solar). Melalui pencampuran atau blending tersebut dapat meningkatkan daya

lumas, mengurangi emisi gas buang mesin diesel sehingga ramah lingkungan. (Syah, 2005)

Biodiesel dihasilkan dengan mereaksikan minyak tanaman dengan alkohol menggunakan zat basa sebagai katalis pada suhu dan komposisi tertentu, sehingga akan menghasilkan dua zat yang disebut alkil ester (umumnya *methyl* atau *ethyl* ester) dan gliserin. Proses reaksi di atas biasa disebut dengan proses “transesterifikasi”. *Methyl/ethyl* yang didapat perlu dimurnikan untuk dimanfaatkan dalam pembuatan sabun. (Susilo, 2006)

Biodiesel dapat dibuat dari minyak trigliserida. Trigliserida tersebut diubah menjadi alkil ester dengan mereaksikannya dengan alkohol. Pemakaian minyak nabati maupun hewani sebagai biodiesel tidak merusak komponen. Walaupun demikian, harus diakui ada penurunan performa mesin meskipun sangat kecil. Penurunan kinerja mesin dianggap sebagai *feed back* dari penggunaan minyak nabati yang ternyata mampu menekan polusi secara signifikan dibanding solar. Sedikitnya 50% emisi gas beracun CO (karbon monoksida) bisa ditekan. Bahkan gas karbondioksida (CO₂) dan gas asam hilang sama sekali. (Nopeananda, 2006)

Biodiesel merupakan turunan dari minyak/lemak tumbuhan atau hewan yang direkomendasikan untuk pengganti minyak diesel karena sifat biodiesel yang renewable (dapat diperbarui), sumber daya hayati dengan emisi yang ramah lingkungan dan biodegradable (dapat teruraikan). (Zhang, 2002)

Biodiesel dapat diperoleh dari minyak tumbuhan yang berasal dari sumber daya yang diperbaharui, minyak nabati atau lemak binatang atau minyak goreng bekas/jelantah, melalui metode esterifikasi dan transesterifikasi dengan alcohol dan bantuan katalis. Transesterifikasi tidak akan berlangsung jika kandungan *free fatty acid* (FFA) dalam minyak lebih besar dari 2% karena katalis basa tidak cocok untuk menghasilkan ester dari minyak mentah (*unrefined oil*) sehingga minyak mentah harus direfining untuk mengurangi bilangan asam (FFA). (Ramadhas et al, 2005)

2.1.2 Sumber Biodiesel

Terdapat berbagai macam minyak dapat diproduksi menjadi biodiesel, seperti :

- a. Bahan baku minyak nabati murni; biji kanola dan minyak kedelai paling banyak digunakan. Minyak kedelai paling banyak digunakan 90% sebagai stok bahan bakar di Amerika.
- b. Minyak jelantah.
- c. Lemak hewan termasuk produk turunan seperti asam lemak Omega-3 dari minyak ikan.
- d. Algae juga dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel yang dapat dibiakkan dengan menggunakan bahan limbah seperti air selokan tanpa menggantikan lahan untuk tanaman pangan.
- e. Lemak hewani sangat terbatas dalam persediaan dan tidak efisien meningkatkan kadar lemak dalam hewani tidak dapat diacuhkan dan dapat dijadikan sebagai pengganti penggunaan petrodiesel dalam jumlah kecil. Hingga sekarang, investasi senilai USD 5 juta sedang dibuat pabrik di Amerika direncanakan akan memproduksi 11.4 juta liter biodiesel dari perkiraan 1 milyar kg lemak ayam setiap tahun dari peternakan ayam lokal.

Minyak nabati sebagai sumber utama biodiesel dapat dipenuhi oleh berbagai macam jenis tumbuhan tergantung pada sumber daya utama yang banyak di suatu tempat/ negara. Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak sumber daya alam yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel.

Biodiesel dihasilkan dengan mereaksikan minyak tanaman dengan alcohol dengan menggunakan zat basa sebagai katalis pada suhu dan komposisi tertentu, sehingga akan menghasilkan dua zat yang disebut alkil ester dan gliserin. Etil ester asam lemak memiliki rumus molekul $C_{n-1}H_{2(n-r)-1}CO-OC_2H_5$ dengan nilai yang umum adalah angka genap antara 8 sampai dengan 24 dan nilai r yang umum 0,1,2 atau 3. Beberapa metal ester yang diketahui adalah :

- a. Etil Stearat, $C_{17}H_{35}COOC_2H_5$ [n = 8 ; r = 0]
- b. Etil Palmiat, $C_{15}H_{31}COOC_2H_5$ [n = 16 ; r = 0]

- c. Etil Laurat, $C_{11}H_{23}COOC_2H_5$ [n = 12 ; r = 0]
- d. Etil Oleat, $C_{17}H_{33}COOC_2H_5$ [n = 18 ; r = 1]
- e. Etil Linoleat , $C_{17}H_{31}COOC_2H_5$ [n = 18 ; r = 2]
- f. Etil Linoleanat, $C_{17}H_{29}COOC_2H_5$ [n = 18 ; r = 31]

2.2 Alpukat

Persea americana adalah salah satu genus dari kurang lebih 150 spesies dalam famili *Lauraceae*. Genus *Persea* dikelompokkan dalam 3 subgenera, yaitu: *Machilus*, *Mutisiopersa* dan *Beilschmiedia*. Secara taksonomi, *Persea* diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Laurales
 Famili : Lauraceae
 Genus : *Persea*
 Spesies : *Persea americana*

Menurut hasil analisis Alsuhendra, *et al.*, (2007) biji alpukat memiliki kandungan air 12,67 %, kadar abu 2,78 %, kandungan mineral 0,54 % lebih tinggi dari biji buah lainnya. Biji alpukat seperti yang ditunjukkan Gambar 1, kaya akan sumber campuran kompleks senyawa polifenolik mencakup dari yang sederhana katekin dan epikatekin dengan zat polimerik terbesar. Biji alpukat merupakan tempat penyimpanan cadangan makanan bagi tumbuhan, selain buah, batang, dan akar. Pati merupakan penyusun utama cadangan makanan tumbuh-tumbuhan. Pati adalah polimer D-glukosa dan ditemukan sebagai karbohidrat simpanan dalam tumbuhan. Pati terdapat sebagai butiran kecil dengan berbagai ukuran dan bentuk yang khas untuk setiap spesies tumbuhan. Pati terdiri atas dua polimer yang berlainan, senyawa rantai lurus, amilosa, dan komponen yang bercabang, amilopektin (deMan, 1997)



Gambar 1 : Biji Alpukat

Minyak biji alpukat adalah minyak nabati yang diperoleh dari biji buah alpukat (*Persea gratissima*). Menurut Widioko (2009), disamping daging buahnya biji alpukat juga memiliki potensi karena kandungan proteinnya tinggi bahkan kandungan minyaknya hampir sama dengan kedelai. Dari penelitiannya diketahui bahwa rendemen yang diperoleh melalui proses ekstraksi biji alpukat dengan menggunakan pelarut Iso Propil Alkohol dan n-hexane sebesar 17,868% dan 18,689%. Menurut Rachimoellah (2009), Biji alpukat dapat dijadikan sebagai sumber minyak nabati yang nantinya diolah untuk menghasilkan biodiesel dengan proses transesterifikasi karena mengandung trigliserida serta kandungan asam lemak bebas (FFA) yang rendah yakni 0,367% - 0,82%, seperti yang tercantum pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1 : Karakteristik Fisika Minyak Biji Apukat

Karakteristik	Jumlah
<i>Specific Gravity</i> (25 ^o C)	0,915-0,916
<i>Melting point</i>	10,50 °C
<i>Flash point</i>	245°C
<i>Refractive index</i>	1,462
<i>Viscosity</i>	0,357 poise

(sumber : Winarti dan Purnomo, 2006)

Biji alpukat mengandung 15% sampai dengan 20% minyak. Minyak biji alpukat belum dimanfaatkan secara maksimal, di Indonesia minyak biji alpukat sebagai biodiesel belum cukup populer, lain halnya dengan beberapa negara maju seperti Amerika. Di Amerika sudah dilakukan penelitian tentang bahan bakar biodiesel dari biji alpukat sejak tahun 1994 dan pada tahun 2004 telah dilakukan percobaan oleh serombongan ekolog yang dipimpin Zak Zaidman melakukan perjalanan dari California ke Costarica berkendara bus berbahan bakar biodiesel alpukat. Bus keluaran sebuah pabrik di Amerika Serikat tahun 1974 itu diisi dengan 130 liter minyak alpukat. Bus melintasi Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, dan terakhir Costarica dengan bahan bakar tersisa 55 liter. Hal itu karena kadar belerang dalam Persea americana kurang dari 15 ppm (kadar belerang solar umumnya 1500-4100 ppm) sehingga pembakaran berlangsung sempurna. Emisi CO dan CO₂ bisa ditekan sehingga polusi udara pun bisa dikurangi. Karakteristik kimia minyak biji alpukat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 : Karakteristik Kimia Minyak Biji Alpukat

Karakteristik	Jumlah
FFA	0,367%-0,82%
Bilangan Saponifikasi (mg KOH/g)	246,840
Bilangan Iodin (mg <i>iodine</i> /g)	42,664
Bilangan Asam (mg KOH/g)	5,200
Bilangan Ester	241,640
Bilangan Peroksida	3,3
Bahan yang tak tersabunkan	15,250 %

(sumber : Winarti dan Purnomo, 2006)

Minyak nabati yang memiliki kandungan FFA rendah dapat menghasilkan rendemen minyak yang besar. Pada percobaan dengan perlakuan kandungan FFA menunjukkan semakin besar kandungan asam lemak bebas maka semakin kecil konversi biodiesel yang dihasilkan. Adanya kandungan FFA yang tinggi akan menyebabkan

pembentukan sabun yang selanjutnya akan tercampur dengan bahan baku, sehingga menghambat proses transesterifikasi dan memperkecil produksi biodiesel (Susilo,2006).

Minyak biji alpukat memiliki komposisi asam lemak yang tersusun oleh 10 asam lemak dengan kandungan asam lemak terbesar adalah asam oleat ($C_{17}H_{33}COOH$) sebesar 70,54% dan asam palmitat ($C_{15}H_{31}COOH$) sebesar 11,85%. Komposisi asam lemak minyak biji alpukat selengkapnya dapat terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3 : Komponen Asam Lemak Minyak Biji Alpukat

Asam Lemak	Persentase (%)
<i>Palmitic Acid C16 : 1</i>	11,85
<i>Palmitoleic Acid C16 : 1</i>	3,98
<i>Stearic Acid C18 : 0</i>	0,87
<i>Oleic Acid C18 : 1 7</i>	70,54
<i>Linoleic Acid C18 : 2</i>	9,45
<i>Linolenic Acid C18 : 3</i>	0,87
<i>Arachidic Acid C20 : 0</i>	0,50
<i>Eliosenoic Acid C20 : 1</i>	0,39
<i>Behenic Acid C22 : 0</i>	0,61
<i>Lignoceric Acid C24 : 0</i>	0,34

(sumber : Pramudono, 2004)

2.3 Ekstraksi

Ekstraksi adalah pemisahan suatu zat dari campurannya dengan pembagian sebuah zat terlarut antara dua pelarut yang tidak dapat tercampur untuk mengambil zat terlarut tersebut dari satu pelarut ke pelarut yang lain. Seringkali campuran bahan padat dan cair (misalnyabahan alami)tidak dapat atau sukar sekali dipisahkan dengan metode pemisahan mekanis atau termis yang telah dibicarakan. Misalnya saja,karena komponennya saling bercampur secara sangat erat, peka terhadap panas,beda sifat-sifat fisiknya terlalu kecil, atau tersedia dalam konsentrasi yang terlalu rendah.

Dalam hal semacam itu, seringkali ekstraksi adalah satu-satunya proses yang dapat digunakan atau yang mungkin paling ekonomis. Sebagai contoh pembuatan ester (*essence*) untuk bau-bauan dalam pembuatan sirup atau minyak wangi, pengambilan kafein dari daun teh, biji kopi atau biji coklat dan yang dapat dilihat sehari-hari ialah pelarutan komponen-komponen kopi dengan menggunakan air panas dari biji kopi yang telah dibakar atau digiling.

Persiapan bahan yang akan diekstrak dan pelarut

a. Selektivitas

Pelarut hanya boleh melarutkan ekstrak yang diinginkan, bukan komponen-komponen lain dari bahan ekstraksi. Dalam praktikum, terutama pada ekstraksi bahan-bahan alami, sering juga bahan lain (misalnya lemak, resin) ikut dibebaskan bersama-sama dengan ekstrak yang diinginkan. Dalam hal ini, larutan ekstrak tercemar yang diperoleh harus dibersihkan, misalnya diekstraksi lagi dengan menggunakan pelarut kedua.

b. Kelarutan

Pelarut sedapat mungkin memiliki kemampuan melarutkan ekstrak yang besar (kebutuhan pelarut lebih sedikit).

c. Kemampuan tidak saling bercampur

Pada ekstraksi cair-cair, pelarut tidak boleh (atau hanya secara terbatas) larut dalam bahan ekstraksi.

d. Kerapatan

Pada ekstraksi cair-cair, sedapat mungkin terdapat perbedaan kerapatan yang besar antara pelarut dan bahan ekstraksi. Hal ini dimaksudkan agar kedua fasa dapat dengan mudah dipisahkan kembali setelah pencampuran (pemisahan dengan gaya berat). Apabila perbedaan kerapatannya kecil, seringkali pemisahan harus dilakukan dengan menggunakan gaya sentrifugal (misalnya dalam ekstraktor sentrifugal).

e. Reaktivitas

Pada umumnya pelarut tidak boleh menyebabkan perubahan secara kimia pada komponen-komponen bahan ekstraksi. Sebaliknya, dalam hal-hal tertentu diperlukan adanya reaksi kimia (misalnya pembentukan garam) untuk mendapatkan selektivitas yang tinggi. Seringkali Ekstraksi juga disertai dengan reaksi kimia. Dalam hal ini bahan yang akan dipisahkan mutlak harus berada dalam bentuk larutan.

f. Titik Didih

Karena ekstrak dan pelarut biasanya harus dipisahkan dengan cara penguapan, destilasi atau rektifikasi, maka titik didih kedua bahan itu tidak boleh terlalu dekat, dan keduanya tidak membentuk azeotrop. Ditinjau dari segi ekonomi, akan menguntungkan jika pada proses ekstraksi titik didih pelarut tidak terlalu tinggi (seperti juga halnya dengan panas penguapan yang rendah).

2.4 Pelarut

Sebagian besar reaksi kimia secara luas dilakukan di dalam larutan. Larutan terdiri dari pelarut (*solvent*) dan zat terlarut (*solute*). Pelarut (*solvent*) pada umumnya adalah zat yang berada pada larutan dalam jumlah yang besar, sedangkan zat lainnya dianggap sebagai zat terlarut (*solute*). Pelarut memenuhi beberapa fungsi dalam 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 merubah reaktan menjadi produk. Pelarut juga bertindak sebagai kontrol suhu, salah satunya untuk meningkatkan energi dari tumbukan partikel sehingga partikel-partikel tersebut dapat bereaksi lebih cepat, atau untuk menyerap panas yang dihasilkan selama reaksi eksotermik. Pada umumnya pelarut yang baik mempunyai kriteria sebagai berikut :

- a. Pelarut harus tidak reaktif (*inert*) terhadap kondisi reaksi.
- b. Pelarut harus dapat melarutkan reaktan dan reagen.
- c. Pelarut harus memiliki titik didih yang tepat.
- d. Pelarut harus mudah dihilangkan pada saat akhir dari reaksi.

Kriteria kedua adalah dengan menggunakan prinsip *like dissolves like*, dimana reaktan yang nonpolar akan larut dalam pelarut nonpolar sedangkan reaktan yang polar akan larut pada pelarut polar. Dalam hal ini juga terdapat tiga ukuran yang dapat menunjukkan kepolaran dari suatu pelarut yaitu :

- a. momen dipole
- b. konstanta dielektrik
- c. kelarutannya dengan air

Molekul dari pelarut dengan momen dipol yang besar dan konstanta dielektrik yang tinggi termasuk polar. Sedangkan molekul dari pelarut yang memiliki momen dipol yang kecil dan konstanta dielektrik rendah diklasifikasikan sebagai nonpolar. Sedangkan secara operasional, pelarut yang larut dengan air termasuk polar, sedangkan pelarut yang tidak larut dalam air termasuk nonpolar. Berdasarkan kepolaran pelarut, maka para ahli kimia mengklasifikasikan pelarut ke dalam tiga kategori yaitu :

a. Pelarut Protik Polar

Protik menunjukkan atom hidrogen yang menyerang atom elektronegatif yang dalam hal ini adalah oksigen. Dengan kata lain pelarut protik polar adalah senyawa yang memiliki rumus umum ROH. Contoh dari pelarut protik polar ini adalah air H₂O, metanol CH₃OH, dan asam asetat (CH₃COOH).

b. Pelarut Aprotik Dipolar

Aprotik menunjukkan molekul yang tidak mengandung ikatan O-H. Pelarut dalam kategori ini, semuanya memiliki ikatan yang memiliki ikatan dipol besar. Biasanya ikatannya merupakan ikatan ganda antara karbon dengan oksigen atau nitrogen. Contoh dari pelarut yang termasuk kategori ini adalah aseton [(CH₃)₂C=O] dan etil asetat (CH₃CO₂CH₂CH₃).

c. Pelarut Nonpolar

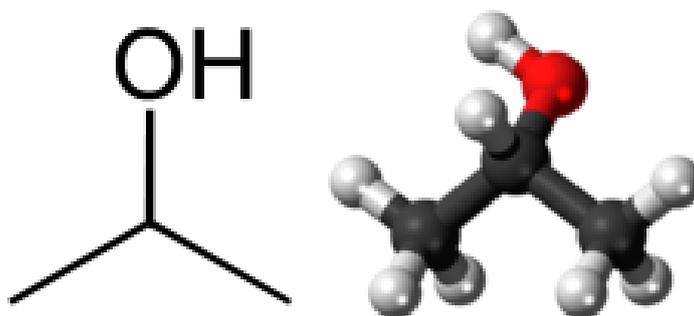
Pelarut nonpolar merupakan senyawa yang memiliki konstanta dielektrik yang rendah dan tidak larut dalam air. Contoh pelarut dari kategori ini adalah benzena (C_6H_6), karbon tetraklorida (CCl_4) dan dietil eter ($CH_3CH_2OCH_2CH_3$).

2.4.1 Iso Propil Alkohol

Isopropil alkohol (IPA) merupakan zat kimia dengan rumus bangun C_3H_8O yang merupakan larutan yang tidak berwarna, mudah terbakar dan berbau menyengat. IPA merupakan contoh ringkas dari bagian alkohol sekunder, dimana karbon alkohol terikat dengan dua karbon lainnya yaitu $(CH_3)_2CHOH$ yang merupakan isomer struktur dari propanol.

Isopropil alkohol memiliki daya serap maximum pada 204 nm pada spectrum ultra violet. Tidak seperti etanol ataupun metanol, isopropil alkohol bisa dipisahkan dari larutan dengan menambahkan garam seperti sodium klorida, sodium sulfat atau jenis-jenis garam anorganik yang lain karena alkohol akan lebih sedikit larut dalam larutan yang memiliki kadar salinitas dibandingkan *salt-free-water*. Karakteristik dari IPA bisa dilihat pada Tabel 4.

Sebagai alkohol sekunder, isopropil alkohol bisa dioksidasi menjadi aseton. Ini bisa didapat engan menggunakan agen oksidasi seperti *chromic acid* atau dengan cara dehidrogenisasi isopropil alkohol dengan menggunakan katalis tembaga. Rumus molekul Iso Propil Alkohol dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 : Rumus Molekul Iso Propil Alkohol

Tabel 4 : Karakteristik Iso Propil Alkohol

Rumus Molekul	C ₃ H ₈ O
Massa Molar	60.1 g mol ⁻¹
Penampilan	cairan tak berwarna
Densitas	0.786 g/cm ³ (20 °C)
Titik Lebur	-89 °C, 184 K, -128 °F
Titik Didih	82.5 °C, 356 K, 181 °F
Kelarutan dalam air	miscible
Momen dipol	1.66 D (gas)

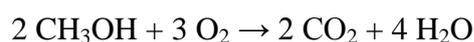
(sumber : http://en.wikipedia.org/wiki/Isopropyl_alcohol)

2.4.1 Metanol

Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol atau *wood alcohol* adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH₃OH dimana rumus molekulnya dapat dilihat pada Gambar 3. Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" ia berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Ia 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:



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. Karakteristik dari metanol ditabulasikan pada Tabel 5.

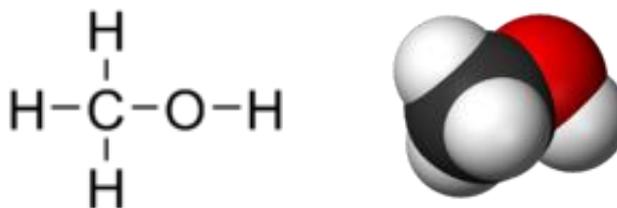
Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan sebagai bahan additif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri; Penambahan "racun" ini akan menghindarkan industri dari pajak yang dapat dikenakan karena etanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol).

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.

Tabel 5 : Karakteristik Metanol

<u>Rumus molekul</u>	CH ₃ OH
<u>Massa molar</u>	32.04 g/mol
Penampilan	colorless liquid
<u>Densitas</u>	0.7918 g/cm ³ , liquid
<u>Titik lebur</u>	-97 °C, -142.9 °F (176 K)
<u>Titik didih</u>	64.7 °C, 148.4 °F (337.8 K)
<u>Kelarutan</u> dalam <u>air</u>	Fully <u>miscible</u>
<u>Keasaman</u> (pK _a)	~ 15.5
<u>Viskositas</u>	0.59 <u>mPa·s</u> at 20 °C
<u>Momen dipol</u>	1.69 <u>D</u> (gas)

(Sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/Metanol>)



Gambar 3 : Rumus Molekul Metanol

2.5 Katalis

Katalis memegang peranan yang sangat penting pada perkembangan industry kimia. Dewasa ini, hampir setiap produk industry kimia dihasilkan melalui proses yang memanfaatkan jasa katalis.

Katalis dapat didefinisikan sebagai zat yang dapat mempercepat dan mengendalikan reaksi. 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 efisiensi waktu, bahan baku, energy dan upaya pelestarian lingkungan.

Berdasarkan fasa katalis, reaktan dan produk reaksinya, katalis dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :

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

Katalis homogen pada umumnya memiliki aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis heterogen karena setiap molekul katalis aktif sebagai katalis. Katalis heterogen, yang biasanya berupa padatan, memiliki pusat aktif yang tidak seragam. Tidak semua bagian permukaan padatan dapat berfungsi sebagai pusat aktif dan tidak semua pusat aktif memiliki keaktifan yang sama. Bahkan pada keadaan yang terburuk, bagian permukaan yang satu dapat meracuni bagian yang lainnya.

Heterogenitas permukaan ini menyebabkan katalis heterogen menjadi kurang efektif dibandingkan dengan katalis homogen. 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 temperature tinggi. (Subagio, 1992)

Katalisator yang digunakan bisa berupa asam, garam atau penukaran ion. Katalisator asam yang biasa digunakan untuk proses alkoholisis diantaranya adalah asam sulfat, asam fosfat dan asam klorida. Sedangkan untuk basa digunakan katalisator kalium hidroksida. Pada reaksi alkoholisis, pemilihan katalis berhubungan pula dengan

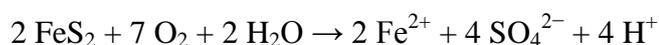
suhu reaksinya. Katalis basa tidak memerlukan suhu yang tinggi, sementara katalis asam umum digunakan untuk suhu sekitar 100°C. (Groggins, 1958)

2.5.1 Asam Sulfat

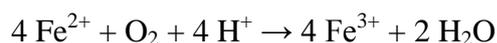
Asam sulfat, H_2SO_4 , seperti yang ditunjukkan Gambar 4 merupakan [asam mineral](#) (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam [air](#) pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan dan merupakan salah satu produk utama [industri kimia](#). Produksi dunia asam sulfat pada tahun 2001 adalah 165 juta ton, dengan nilai perdagangan seharga US\$8 juta. Kegunaan utamanya termasuk pemrosesan bijih [mineral](#), sintesis kimia, pemrosesan air [limbah](#) dan pengilangan minyak. Karakteristik asam sulfat dapat dilihat pada Tabel 6.

Asam sulfat murni yang tidak diencerkan tidak dapat ditemukan secara alami di bumi oleh karena sifatnya yang higroskopis. Walaupun demikian, asam sulfat merupakan komponen utama hujan asam, yang terjadi karena oksidasi sulfur dioksida di atmosfer dengan keberadaan air (oksidasi asam sulfit). Sulfur dioksida adalah produk sampingan utama dari pembakaran bahan bakar seperti batu bara dan minyak yang mengandung sulfur (belerang).

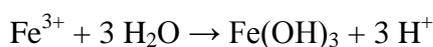
Asam sulfat terbentuk secara alami melalui oksidasi mineral sulfida, misalnya besi sulfida. Air yang dihasilkan dari oksidasi ini sangat asam dan disebut sebagai air asam tambang. Air asam ini mampu melarutkan logam-logam yang ada dalam bijih sulfida, yang akan menghasilkan uap berwarna cerah yang beracun. Oksidasi besi sulfida pirit oleh oksigen molekuler menghasilkan besi(II), atau Fe^{2+} :



Fe^{2+} dapat kemudian dioksidasi lebih lanjut menjadi Fe^{3+} :



Fe^{3+} yang dihasilkan dapat diendapkan sebagai hidroksida:

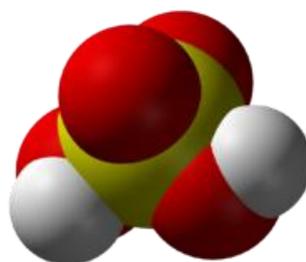


Besi (III) atau ion feri juga dapat mengoksidasi pirit. Ketika oksidasi pirit besi (III) terjadi, proses ini akan berjalan dengan cepat. Nilai pH yang lebih rendah dari nol telah terukur pada air asam tambang yang dihasilkan oleh proses ini.

Tabel 6 : Karakteristik Asam Sulfat

Sifat	
Rumus molekul	H ₂ SO ₄
Massa molar	98,08 g/mol
Penampilan	cairan bening, tak berwarna, tak berbau
Densitas	1,84 g/cm ³ , cair
Kelarutan dalam air	tercampur penuh
Keasaman (pK _a)	-3
Viskositas	26,7 cP (20 °C)

(Sumber : http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_sulfat)



Gambar 4 : Molekul Asam Sulfat

2.5.2 Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida ([NaOH](#)), seperti yang ditunjukkan Gambar 5 juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida, adalah sejenis [basa](#) logam kaustik. Natrium Hidroksida terbentuk dari [oksida basa](#) Natrium Oksida dilarutkan dalam air. Natrium hidroksida membentuk larutan [alkalin](#) yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Ia digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa

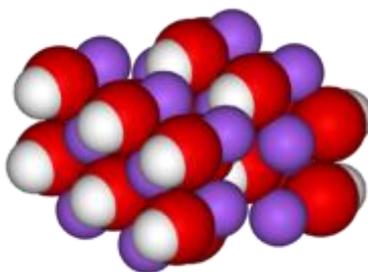
dalam proses produksi [bubur kayu](#) dan [kertas](#), [tekstil](#), [air minum](#), [sabun](#) dan [deterjen](#). Natrium hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia.

Natrium hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. Ia bersifat lembap cair dan secara spontan menyerap [karbon dioksida](#) dari udara bebas. Ia sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan. Ia juga larut dalam [etanol](#) dan [metanol](#), walaupun kelarutan NaOH dalam kedua cairan ini lebih kecil daripada kelarutan [KOH](#). Ia tidak larut dalam [dietil eter](#) dan pelarut non-polar lainnya. [Larutan](#) natrium hidroksida akan meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas. Karakteristik Sodium Hidroksida adalah seperti berikut.

Tabel 7 : Karakteristik Sodium Hidroksida

Sifat	
Rumus molekul	NaOH
Massa molar	39,9971 g/mol
Penampilan	zat padat putih
Densitas	2,1 g/cm ³ , padat
Titik lebur	318 °C (591 K)
Titik didih	1390 °C (1663 K)
Kelarutan dalam air	111 g/100 ml (20 °C)
Kebasaan (pK _b)	-2,43

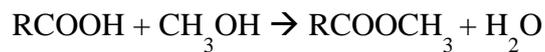
(Sumber : http://id.wikipedia.org/wiki/Natrium_hidroksida)



Gambar 5 : Molekul Sodium Hidroksida

2.6 Esterifikasi

Esterifikasi adalah tahap 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. Untuk mendorong agar reaksi bisa berlangsung ke konversi yang sempurna pada temperatur rendah (misalnya paling tinggi 120° C), reaktan metanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebih (biasanya lebih besar dari 10 kali nisbah stoikhiometrik) 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 sampai beberapa jam.



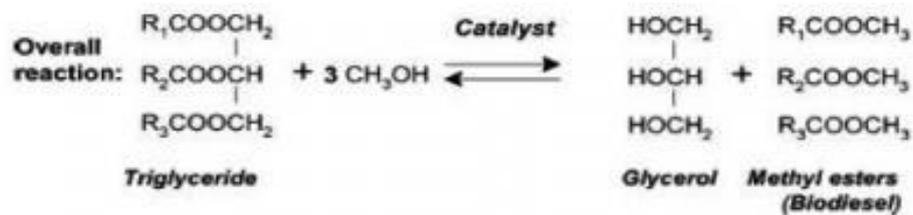
Reaksi esterifikasi dari asam lemak menjadi metil ester

Esterifikasi biasa dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak bebas tinggi (berangka-asam ≥ 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.

2.7 Transesterifikasi

Transesterifikasi (biasa disebut dengan alkoholisis) adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi alkil ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. 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*, FAME). Reaksi Transesterifikasi dari Trigliserida menjadi ester metil asam-asam lemak :



Transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat. 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:

- Trigliserida (TG) + CH₃OH \rightleftharpoons Digliserida (DG) + R₁COOCH₃
- Digliserida (DG) + CH₃OH \rightleftharpoons Monogliserida (MG) + R₂COOCH₃
- Monogliserida (MG) + CH₃OH \rightleftharpoons Gliserol (GL) + R₃COOCH₃

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

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

Transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Selain mempercepat reaksi katalis juga berfungsi sebagai penetral dari asam lemak yang terkandung dalam minyak biji karet. Katalis basa yang dapat digunakan untuk reaksi

biodiesel adalah NaOH dan KOH. Biodiesel adalah senyawa mono alkil yang diproduksi melalui reaksi transesterifikasi antara trigliserida (minyak nabati, seperti minyak sawit, minyak jarak dll) dengan metanol menjadi metal ester dan gliserol dengan bantuan katalis basa. Biodiesel mempunyai rantai karbon antara 12 sampai dengan 20 serta mengandung oksigen. Adanya oksigen pada biodiesel membedakannya dengan petroleum diesel (solar) yang komponen utamanya hanya terdiri dari hidrokarbon. Jadi komposisi biodiesel dan petroleum diesel sangat berbeda.

2.8 Kualitas Biodiesel Berdasarkan Standar nasional Indonesia

Berdasarkan Badan Standar Nasional Indonesia, produk biodiesel yang dihasilkan haruslah memenuhi karakteristik tertentu agar bisa digunakan. Spesifikasi produk biodiesel dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 : Spesifikasi Biodiesel

Properti	Satuan	Batas Maksimum/Minimum	Metode ASTM
Titik bakar	°C	130 min.	D93
Air & Sedimen	% volume	0,50 maks	D2709
Viskositas (40 oC)	mm ^o /detik	1,9 – 6,0	D445
Abu sulfat Sulfur	%mass	0,020 maks	D874
S 15 Grade	Ppm	15 maks	
<i>Copper Strip Corrosion</i>		No.3 maks	D130
Cetane		47 min.	D613
Residu Karbon	%mass	0,50 maks	D4530
pH	mgKOH/grm	0,80 maks	D664
Gliserin bebas	%mass	0,020 maks	D6584
Total Gliserin	%mass	0,240 maks	D6584
Kandungan Phospat	%mass	0,001 maks	D4951
Temperatur Distilasi	°C	360 maks	D1160

(sumber : <http://www.bsn.go.id/>)

2.9 Keuntungan Penggunaan Biodiesel

Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, berbagai keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan biodiesel, antaranya adalah :

- a. Dihasilkan dari sumber daya energy terbarukan dan ketersediaan baan bakunya terjamin.
- b. Angka setana tinggi (bilangan yang menunjukkan ukuran baik tidaknya kualitas solar berdasarkan sifat kecepatan bakar dalam ruang bakar mesin).
- c. Viskositas tinggi sehingga mempunyai sifat pelumasan yang lebih baik daripada solar sehingga dapat memperpanjang umur pakai mesin.
- d. Dapat diproduksi secara lokal.
- e. Mempunyai kandungan sulfur rendah.
- f. Menurunkan emisi gas buang.
- g. Pencampuran biodiesel dengan petroleum diesel dapat meningkatkan dapat meningkatkan *biodegradability* petroleum diesel sampai 500%.
- h. Dapat diperbarui.
- i. Menurunkan emisi.
- j. Menghilangkan asap hitam.