

BAB II TINJAU PUSTAKA

2.1 Kedelai

Kedelai adalah salah satu komoditi pangan utama setelah padi dan jagung di Indonesia. Kedelai (Gambar 1) merupakan jenis polong-polongan yang sudah lama dikenal didunia dimana berkhasiat bagi kesehatan dan kecantikan. Di indonesia kacang kedelai digunakan sebagai bahan dasar pembuatan tempe,tahu dan kecap. Di antara jenis kacang-kacangan, kedelai putih merupakan sumber protein paling baik karena mempunyai susunan asam amino esensial paling lengkap. Selain itu kedelai merupakan tanaman yang mudah tumbuh dengan produksi protein dan minyak yang besar dibandingkan dengan jenis kacang-kacangan lain (Martin, 1998). Data terakhir konsumsi kedelai pada tahun 2009 mencapai 2,3 juta ton per tahun. Dari jumlah ini, 50% dikonsumsi berupa tempe, 40% berupa tahu dan 10% berupa produk kedelai lainnya (Ekasari, 2009).



(1)



(2)

Gambar 1. Gambar (1) Tanaman Kacang Kedelai (2) Biji Kacang Kedelai

Komposisi kimia produk dari kacang kedelai dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Komposisi Kimia Produk-Produk dari Kacang Kedelai

Produk	Protein (gr/100gr)	Minyak (gr/100gr)	Serat (gr/100gr)	Kandungan air (%)
Uncooked whole/mentah	33	9,7	6,5	11,9
Cooked whole/masak	11	5,7	10,8	72
Soy milk/susu kedelai	2,7	1	0	96,2
Bean cake (residu)	24	15,2	14,5	76,8
Tofu/tahu	7,8	4,2	2,4	85

Sumber: Martin, 1988

2.2 Ampas kedelai

Konsumsi tahu di Indonesia mencapai 920.000 ton setiap tahunnya. Besarnya konsumsi masyarakat terhadap tahu menyebabkan produksi tahu mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, sehingga banyak pabrik tahu yang didirikan. Permasalahan yang dihadapi adalah limbah kedelai yang belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah pabrik tahu biasanya berupa padatan putih yang masih mengandung air. Air yang masih terkandung dalam ampas kedelai disebut dengan whey, atau lebih sering disebut limbah kedelai cair, sedangkan ampas putih disebut ampas kedelai padat.

Limbah cair kedelai memiliki sifat *degradable* atau mudah diuraikan oleh mikroorganisme secara alamiah, sehingga pembuangan langsung ke lingkungan tidak berdampak buruk bagi makhluk hidup. Limbah cair kedelai juga telah dimanfaatkan secara optimal seperti untuk pembuatan biogas, pembuatan bahan penggumpal lateks atau diolah secara anaerob dan aerob atau dengan menggunakan tumbuhan azolla dan bahan koagulasi alami.

2.2.1 Komposisi kimia ampas kedelai

Ampas kedelai (Gambar 2) berasal dari kedelai sehingga komposisi kimia yang dikandungnya hampir sama dengan kedelai. Ampas kedelai tersedia dalam

bentuk basah yang bercampur dengan whey, dengan komposisi ampas 88,96%. Komposisi ampas kedelai pada setiap pabrik tahu berbeda-beda tergantung dari cara pengolahan dan kualitas bahan baku.

Komposisi kimia pada ampas kedelai dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3. Komposisi Kimia Ampas Kedelai

Komponen	Kadar (%)
Bahan Kering	13.3
Protein Kasar	21,0
Serat	3.58
Lemak	10.49
NDF (Neutral Detergent Fiber)	25.63
ADF (Acid Detergent Fiber)	51,93
Abu	2.96
Ca (Kalsium)	0.53
P (Posfor)	0.24
Eb (Energi per bit) (Kkal/kg)	4730

Sumber : Tarmidi, 2003



Gambar 2. Ampas Kedelai

2.2.2 Lemak pada ampas kedelai

Ampas kedelai mengandung bahan organik maupun anorganik yang masih dapat dimanfaatkan. Bahan organik yang masih belum dimanfaatkan adalah lemak. Kadar lemak dalam ampas kedelai adalah 10.49% (Tarmidi, 2003). Lemak dan minyak adalah salah satu kelompok yang termasuk pada golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta memiliki sifat tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya dietil eter ($C_2H_5OC_2H_5$), Kloroform ($CHCl_3$), benzena (C_6H_6), n-heksan (C_6H_{14}) dan pelarut organik non-polar lainnya yang memiliki polaritas tidak jauh berbeda dengan zat terlarutnya.

Minyak dan lemak terdiri dari trigliserida campuran, yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang. Trigliserida dapat berwujud padat atau cair, bergantung pada komposisi asam lemak yang menyusunnya. Trigliserida pada ampas kedelai berbentuk cair karena mengandung asam lemak tak jenuh lebih banyak dari pada asam lemak jenuhnya. Lemak dan minyak merupakan nutrisi yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Sebagai sumber energi, lemak lebih efektif dibandingkan karbohidrat dan protein. Satu gram lemak/minyak dapat menghasilkan 9 Kal/g sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 Kal/g.

Kebutuhan lemak dan minyak di dunia meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan makin bertambahnya jumlah penduduk. Mengingat kebutuhan lemak yang terus meningkat maka perlu dicari suatu sumber lemak dan minyak alternatif yang mengandung senyawa-senyawa yang mendukung kesehatan yaitu senyawa asam lemak tidak jenuh jamak (*Polyunsaturated Fatty Acid* / PUFA). Salah satu sumber alternatif yang dapat digunakan adalah ampas kedelai.

2.2 Metanol

Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol atau wood alcohol adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Metanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Metanol digunakan sebagai

bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan aditif bagi etanol industri.



Gambar 3. Metanol

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.

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 3.

Tabel 4. Sifat – sifat Fisika dan Kimia Metanol

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

(Sumber : Perry, 1984)

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 endotermis dan tahap sintesisnya adalah eksotermis.

2.3 Katalis

Katalis memegang peranan 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 reaksi. Melalui penambahan katalis, reaksi dapat berjalan pada kondisi yang lebih lunak (temperature dan tekanan rendah) dengan laju dan aktivitas yang tinggi. Kemampuan tersebut 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 :

1. Katalis homogen adalah katalis yang berfasa sama dengan fasa campuran reaksinya.
2. Katalis heterogen adalah katalis yang berbeda fasa 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, 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.

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)

2.3.1 Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida (NaOH) juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium Hidroksida terbentuk dari oksida basa Natrium oksida dilarutkan dalam air. Senyawa NaOH membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Senyawa NaOH digunakan pada berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun, dan deterjen.



Gambar 4. Gambar NaOH

Natrium Hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. Senyawa NaOH murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pellet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. Senyawa NaOH bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbon dioksida dari udara bebas. Senyawa NaOH sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan. Senyawa NaOH juga larut dalam etanol dan methanol, walaupun kelarutan NaOH dalam kedua cairan ini lebih kecil daripada kelarutan KOH. Senyawa NaOH tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non-polar lainnya. Larutan natrium hidroksida akan meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas. Karakteristik sodium Hidroksida dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 5. 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 (519 K)
Titik didih	1390°C (1663 K)
Kelarutan dalam air	111 g/100 ml (20 °C)
Kebasaan (pKb)	-2,43

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

2.4 Biodiesel

2.4.1 Pengertian Biodiesel

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

Proses transesterifikasi dari lipida untuk mengubah minyak dasar menjadi ester yang diinginkan dan membuang asam lemak bebas. Setelah melewati proses ini, tidak seperti minyak goreng langsung, biodiesel memiliki sifat pembakaran yang mirip dengan diesel (solar) dari minyak bumi. Biodiesel sering digunakan

sebagai penambah diesel petroleum untuk meningkatkan kemampuan bahan bakar diesel.

Biodiesel merupakan solusi yang paling tepat menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi transportasi dunia, karena biodiesel sebagai bahan bakar terbarukan dan dapat diangkut serta dijual menggunakan infrastruktur saat ini.

Biodiesel mempunyai titik beku yang lebih rendah ketimbang minyak nabati, sehingga dapat digunakan di daerah-daerah bersuhu rendah. Lebih jauh, biodiesel ini mempunyai sifat fisis yang mirip dengan minyak diesel mineral sehingga langsung dapat digunakan sebagai bahan bakarpengganti minyak diesel.

Biodiesel bersifat biodegradable, hampir tidak mengandung sulfur, dan bahan bakar. Alternatif bahan bakar terdiri dari metil atau etil ester, hasil transesterifikasi baik dari trigliserida (TG) atau esterifikasi dari asam lemak bebas (FFA) (Ma *et al.*, 1999). Bahan bakar biodiesel menjadi lebih menarik karena manfaatnya terhadap lingkungan. Tanaman dan minyak nabati serta lemak hewani adalah sumber biomassa yang dapat diperbaharui (Zheng, S. *et al.*, 2006). Saat ini, sebagian besar biodiesel muncul dari transesterifikasi sumber daya yang dapat dimakan, seperti lemak hewan, minyak nabati, dan bahkan limbah minyak goreng, dengan proses katalis kondisi basa. Namun, konsumsi tinggi katalis, pembentukan sabun, dan rendahnya hasil panen membuat biodiesel saat ini lebih mahal daripada bahan bakar yang diturunkan dari minyak bumi (Haas, M.J., 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 metil 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 mereaksikan dengan alkohol. Pemakaian minyak nabati maupun hewani sebagai biodiesel tidak merusak komponen. Walaupun demikian, harus diakui ada penurunan performa meskipun sangat kecil.

Penurunan kinerja mesin dianggap sebagai umpan balik dari penggunaan minyak nabati yang ternyata mampu menekan polusi secara signifikan dibandingkan solar. Sedikitnya 50% emisi gas beracun CO (karbon monoksida) bisa ditekan. Bahkan karbon dioksida (CO₂) dan gas asam hilang sama sekali (Nopeananda, 2006).

2.4.2 Jenis-jenis Bahan Bakar Minyak

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. Adapun jenis bahan bakar minyak antara lain :

1. Premix

Premix adalah jenis motor gasoline dengan kandungan tambahan MTBE (*Metil Tertiary Butyl Eter*) sebagai oktan booster maksimum 15 % vol. MTBE adalah satu peningkat angka oktan.

2. Premium

Premium adalah bahan bakar minyak jenis destilat berwarna kekuningan yang jernih, karena zat tambahan berwarna (*dye*). Penggunaan premium umumnya untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin seperti mobil, sepeda motor dan lain-lain.

3. Minyak tanah (*kerosene*)

Minyak tanah adalah bahan bakar minyak jenis destilat tidak berwarna, jernih. Penggunaan minyak tanah pada rumah tangga adalah untuk keperluan bahan bakar, tetapi pada beberapa industri minyak tanah hanya digunakan untuk beberapa peralatan saja.

4. Minyak solar (*Gas Oil Automotive Diesel Oil atau Highspeed diesel*)

Minyak solar adalah bahan bakar jenis destilat yang digunakan mesin diesel yang dikompresi menimbulkan tekanan dan panas yang tinggi sehingga dapat membakar solar yang disemprotkan oleh injektor. Kualitas bakarnya ditunjukkan oleh angka oktan, makin tinggi angka oktan menunjukkan minyak solar tersebut makin mudah terbakar. Umumnya untuk bahan bakar pada semua

jenis mesin diesel dengan putaran tinggi diatas 100 rpm yang dapat digunakan sebagai bahan bakar langsung dalam dapur-dapur kecil terutama jika diinginkan pembakaran bersih.

5. Minyak diesel (*Industrial Diesel Oil atau Marine Diesel Oil*)

Minyak diesel adalah bahan bakar jenis distilat yang mengandung fraksi-fraksi berat atau merupakan campuran dari distilat fraksi ringan dan fraksi berat (*residu fuel oil*), berwarna hitam gelap, tetapi tetap cair pada suhu rendah. Umumnya untuk bahan bakar mesin diesel dengan putaran sedang atau lambat (300-1000 rpm) atau dapat juga digunakan sebagai bahan bakar untuk pembakaran langsung dalam dapur-dapur industri.

6. Minyak bakar (*Fuel Oil*)

Minyak bakar yang bukan dari jenis distilat tetapi dari jenis residu yang berwarna hitam gelap. Minyak bakar lebih kental dari minyak diesel dan mempunyai titik tuang (*pour point*) yang lebih tinggi dari minyak diesel. Penggunaan minyak bakar ini yaitu untuk bahan bakar pada pembakaran langsung dalam dapur-dapur industri besar, seperti pembangkit listrik tenaga uap dan lain sebagainya (Paradila. Y. UNSRI 2005).

2.4.3 Sumber Biodiesel

Terdapat berbagai macam minyak dapat diproduksi menjadi biodiesel, seperti :

1. 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.
2. Minyak jelantah.
3. Lemak hewan termasuk produk turunan seperti asam lemak Omega-3 dari minyak ikan.
4. Algae juga dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel yang dapat dibiakkan dengan menggunakan bahan limbah seperti air selokan tanpa menggantikan lahan untuk tanaman pangan.

5. Lemak hewani sangat terbatas dalam persediaan namun 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.

2.4.4 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 :

1. Berat Jenis

Berat jenis adalah suatu angka yang menyatakan perbandingan berat dari bahan bakar minyak terhadap pada temperature 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.

2. 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 (Prihandana, dkk., 2006).

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. Viskositas juga menunjukkan sifat pelumasan dari bahan bakar (Prihandana, dkk., 2006).

3. Kandungan air

Kandungan air adalah jumlah air yang terkandung dalam minyak dimana kandungan air ini berpengaruh terhadap nilai bakar. Terdapat 3 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).

4. 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 atau ketel uap.

5. Bilangan Asam

Angka asam dinyatakan sebagai jumlah milligram basa yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam satu gram minyak atau lemak. Angka asam yang besar menunjukkan jumlah asam lemak bebas yang besar pula. Asam lemak ini berasal dari hidrolisa minyak ataupun karena proses pengolahan yang kurang baik. Semakin tinggi angka asam, semakin rendah kualitas minyak atau lemak tersebut.

Bilangan asam merupakan salah satu parameter untuk mengetahui kualitas minyak atau lemak, pengujian bilangan asam juga dapat dilakukan untuk minyak atau lemak yang berasal dari hasil ekstraksi produk makanan seperti mie instan. Lemak diartikan sebagai suatu bahan makanan yang pada suhu ruang terdapat dalam bentuk padat, sedangkan minyak adalah suatu bahan makanan yang dalam suhu ruang terdapat dalam bentuk cair (Winarno, 1992). Lemak dan minyak

terdapat pada hampir semua bahan pangan dengan kandunga yang berbeda-beda, tetapi lemak dan minyak tersebut sering kali ditambahkan dengan sengaja ke dalam bahan makanan dengan berbagai tujuan.

Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah milligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak. Makin tinggi bilangan asam makin rendah kualitas minyak atau lemak (Sudarmadji, 2003).

6. 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 kalori berbanding terbalik terhadap berat jenis. Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak akan semakin rendah nilai kalori, 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.

7. Angka Setana (*Cetane Number*)

Cetane number adalah ukuran dari kinerja pembakaran *fuel* dibandingkan dengan *reference fuel* yang telah diketahui *cetane number*-nya dengan mesin standar. Pemeriksaan *cetane number* 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 testnya dimulai dari range 30 sampai 65 *cetane number*.

2.4.5 Spesifikasi Standar Mutu Biodiesel

Standar mutu biodiesel telah dikeluarkan dalam bentuk SNI No. 04-7182-2006, melalui keputusan Kepala Badan Standarisasi Nasional (BSN) nomor 73/KEP/BSN/2/2006 tanggal 15 maret 2006. Standar mutu biodiesel dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 6. Syarat Mutu Biodiesel Berdasarkan Analisa SNI 04-7182-2006

Parameter	Satuan	Nilai	Metode Uji
Massa jenis pada 40 °C	Kg/m ³	850-890	ASTM D 1298
Viskositas Kinematik pada 40 °C	Mm ² /s(cSt)	2,3-6,0	ASTM D 445
Angka Setana		Min. 51	ASTM D 613
Titik Nyala (mangkok tertutup)	°C	Mim. 100	ASTM D 93
Angka Asam	Mg.KOH/kg	Maks. 0,8	ASTM D 664

Sumber : Soerawidjaja, 2005; NBB, 2003

2.4.6 Keuntungan Penggunaan Biodiesel

Biodiesel merupakan sumber energi alternatif pengganti solar yang terbuat dari minyak tumbuhan, tidak mengandung sulfur dan tidak beraroma. Penelitian yang telah dilakukan tentang biodiesel dan telah ditemukan penggunaan langsung minyak tanaman murni sebagai pengganti solar. Dibanding bahan bakar solar, biodiesel memiliki beberapa keunggulan, meliputi:

1. Biodiesel diproduksi dari bahan pertanian, sehingga dapat terus diperbaharui;
2. Ramah lingkungan karena tidak ada emisi gas sulfur;
3. Aman dalam penyimpanan dan transportasi karena tidak mengandung racun;
4. Meningkatkan nilai produk pertanian Indonesia;
5. Memungkinkan diproduksi dalam skala kecil dan menengah sehingga bisa diproduksi di daerah pedesaan; dan
6. Menurunkan ketergantungan suplai minyak dari negara asing yang harganya selalu berfluktuasi dan terus meningkat

3.1 Proses Pembuatan Biodiesel

Proses pembuatan biodiesel adalah proses pereaksian asam lemak dan alkohol dengan bantuan katalis yang membentuk metil ester. Alkohol yang biasa digunakan untuk pereaksi adalah metanol. Metanol dominan digunakan karena

merupakan alkohol yang mudah dan murah, sehingga cocok untuk pembuatan biodiesel komersial. Pembuatan biodiesel dapat menggunakan katalis basa maupun katalis asam. Proses pembentukan metil ester menggunakan katalis asam disebut dengan esterifikasi, dan pembentukan metil ester menggunakan katalis basa disebut proses transesterifikasi.

3.1.1 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 temperature rendah (misalnya paling tinggi 120°C), reaktan methanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebihan 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 satu sampai beberapa jam.

3.1.2 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, methanol 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*).

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 fungsi katalis dapat mempercepat reaksi.

3.1.3 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 dkk., 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).