

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lemak Sapi

Lemak dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu lemak jenuh dan lemak tak jenuh. Lemak yang tersusun oleh asam lemak tak jenuh akan bersifat cair pada suhu kamar, sedangkan asam lemak jenuh pada suhu kamar akan bersifat padat. Asam lemak jenuh akan memiliki titik cair lebih tinggi daripada asam lemak tak jenuh. Susilawati (2011) menyebutkan bahwa asam lemak jenuh sapi 45,34% lebih besar dibandingkan asam lemak jenuh kambing 26,23%. Pada lemak sapi 50% kandungan asam lemak berupa lemak jenuh (Dumont, 2014).

Lemak Sapi merupakan jenis lemak hewani yang sering biasa disebut *Tallow* yang belum banyak diolah dan dimanfaatkan. Lemak sapi atau *tallow* merupakan produk samping dari rumah potong hewan (RPH) dan biasanya digunakan sebagai bahan baku proses pembuatan sabun (Handarini, 2016). Produksi lemak sapi yang berlebih dapat meningkatkan pencemaran lingkungan terutama pencemaran air. Lemak sapi mengandung asam stearat dan palmitat yang tinggi sehingga meningkatkan titik leleh dan viskositas serta menjadi padat ketika berada pada suhu ruang. Kandungan asam lemak jenuh pada *beef tallow* dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Kandungan Asam Lemak Jenuh pada Lemak Sapi

Asam Lemak	Struktur	% berat
Asam Kaprilat	C 10	0,0958
Asam Laurat	C 12	0,5516
Asam Miristat	C 14	8,7588
Asam Miristoleinat	C 14 : 1	0,8933
Asam Palmitat	C 16	33,8750
Asam Palmitoleat	C 16 : 1	2,3073
Asam Heptadekanoat	C 17	1,2651

Asam Lemak	Struktur	% berat
Asam Stearat	C 18	21,4603
Asam Oleat	C 18 : 1	29,5983
Asam Linoleat	C 18 : 2	0,8967
Asam α Linolenat	C 18 : 3	0,1163
Asam Arasidat	C 20	0,1754

(Sumber: Affandi, 2013)

2.2 Pirolisis

Pirolisis adalah proses konversi dari suatu bahan organik pada suhu yang tinggi dan teturai menjadi ikatan molekul yang lebih kecil. Pirolisis sering disebut juga sebagai termolisis secara definisi adalah proses terhadap suatu materi dengan menambahkan aksi suhu tinggi tanpa kehadiran udara (khususnya oksigen). Secara singkat pirolisis dapat diartikan sebagai pembakaran tanpa oksigen (Yuliarti dan Widya, 2017).

Pirolisis merupakan proses pengeringan dengan cara pembakaran tidak sempurna bahan-bahan yang mengandung karbon pada suhu tinggi. Kebanyakan proses pirolisis menggunakan reactor tertutup yang terbuat dari baja, sehingga bahan tidak terjadi kontak langsung dengan oksigen. Kondisi operasi dalam proses pirolisis sangat bergantung pada bahan baku dan cara pembuatannya. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses pirolisis adalah (Basu, 2010) :

1. Temperatur

Temperatur memiliki pengaruh yang besar dalam proses pirolisis. Semakin tinggi temperatur maka semakin banyak gas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan bahan baku padatan akan menguap dan berubah menjadi gas sehingga berat dari padatan bahan baku akan berkurang. Namun, semakin tinggi temperatur akan membuat produk yang dihasilkan semakin berkurang. Hal ini dikarenakan temperatur yang tinggi dapat merubah hidrokarbon rantai panjang dan sedang menjadi hidrokarbon

rantai pendek. Jika rantai hidrokarbon sangat pendek maka diperoleh hasil gas yang tidak dapat dikondensasi. Berdasarkan penelitian Riyadhi dan Syahrullah (2016), temperatur reaksi yang digunakan untuk proses pirolisis metode *catalytic cracking* lemak sapi yaitu pada 250°C - 350°C. Sedangkan pada penelitian Yuliarti dan Widya (2017) temperatur pirolisis berlangsung pada suhu diatas 300°C

2. Waktu reaksi

Waktu memiliki pengaruh pada proses pirolisis. Dalam kondisi vakum, waktu reaksi yang lama akan menyebabkan produk pirolisis menjadi gas karena semakin lama waktunya maka akan membuat hidrokarbon rantai panjang menjadi hidrokarbon rantai pendek. Produk padatan juga akan semakin berkurang karena menguap jika waktu reaksinya semakin lama. Oleh karena itu dibutuhkan waktu yang sesuai dalam proses pirolisis metode *catalytic cracking* menurut bahan baku serta proses pengoperasiannya. Berdasarkan penelitian Tambun (2016), waktu reaksi yang digunakan untuk pirolisis metode *catalytic cracking* lemak sapi yaitu pada range 60 - 150 menit.

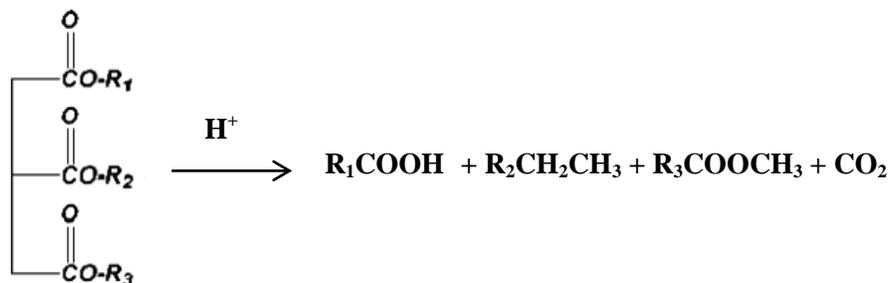
2.2.1 *Catalytic Cracking* (Perengkahan Katalitik)

Catalytic cracking atau perengkahan katalitik merupakan suatu cara untuk memecahkan suatu rantai karbon yang panjang menjadi suatu rantai karbon yang lebih sederhana dengan bantuan katalis sebagai substansi mempercepat laju reaksi kimia, meningkatkan kualitas dan kuantitas produk. Keberadaan katalis dapat memperbesar puncak selektivitas dan menggesernya ke atom karbon yang lebih kecil.

2.2.1.1 Mekanisme Perengkahan Katalitik

Pada perengkahan katalitik digunakan katalis asam yang akan menyebabkan pembentukan karbokation, yaitu atom karbon yang bermuatan positif pada suatu rantai hidrokarbon. Karbokation ini kemudian akan membentuk senyawa yang lebih stabil. Proses pembentukan karbokation selama reaksi perengkahan katalitik berlangsung melalui mekanisme sebagai berikut:

Secara umum, proses perengkahan katalitik terjadi melalui 2 tahapan. Tahapan pertama ditandai dengan pembentukan *oxygenated component* (senyawa dengan atom oksigen di rumus molekulnya) yang disebabkan oleh dekomposisi termokimia molekul trigliserida. Selanjutnya tahap kedua yaitu perengkahan *oxygenated component* untuk membentuk hidrokarbon dengan sifat- sifat yang mirip dengan produk minyak bumi (Da Mota *et al.*, 2014). Reaksinya dapat dilihat pada Gambar 2.1

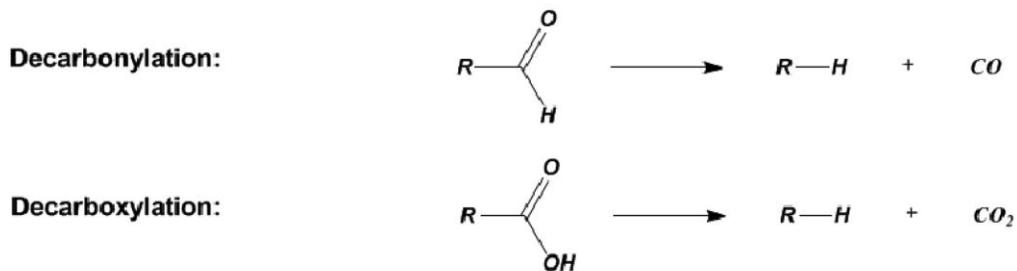


(sumber: Yolanda, 2018)

Gambar 2.1 Mekanisme *Catalytic Cracking*

Molekul trigliserida akan terdekomposisi akibat suhu yang sangat tinggi sehingga akan terbentuk *oxygenated component*. Proses pemecahan molekul trigliserida ini dipercepat karena adanya katalis, dimana H^+ akan menyerang ikatan $\text{C}=\text{C}$ yang ada pada trigliserida sehingga akan terbentuk ion karbonium. Setelah ion karbonium terbentuk, maka akan terjadi pemutusan sehingga terbentuk hidrokarbon dengan rantai yang lebih pendek dan senyawa ester.

Senyawa yang terdapat atom oksigen di rumus molekulnya (*oxygenated component*) ini akan mengalami pemecahan ikatan $\text{C}-\text{O}$ dan $\text{C}-\text{C}$ melalui reaksi pemutusan rantai karbon. Pemutusan ikatan $\text{C}-\text{O}$ dan $\text{C}-\text{C}$ ini melalui 2 rute reaksi yaitu reaksi dekarboksilasi dan reaksi dekarbonilasi. Reaksi dekarboksilasi merupakan reaksi pemutusan ikatan karboksilat sehingga menghasilkan gas CO_2 dan Hidrokarbon (Zhao *et al.*, 2015). Sedangkan reaksi dekarbonilasi merupakan reaksi yang mengindikasikan pelepasan gugus ester sehingga menghasilkan hidrokarbon, CO , dan H_2O (Zhao *et al.*, 2015).



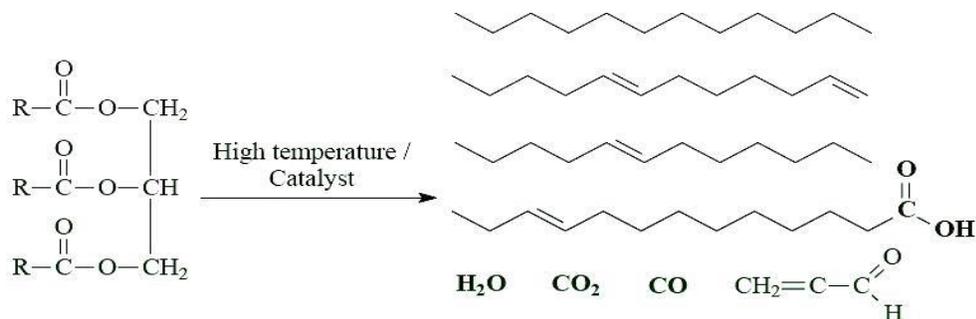
(sumber: Al-Sabawi et al., 2012)

Gambar 2.2 Reaksi Dekarbonilasi dan Dekarboksilasi

2.2.1.2 Perengkahan Katalitik Lemak Sapi Menggunakan Katalis Zeolit Alam

Berdasarkan penelitian lain perengkahan katalitik dari Lemak Sapi terdiri dari beberapa tahap yaitu:

1. Penghilangan gugus CO_2 pada trigliserida dan pembentukan hidrokarbon dengan katalis asam.



Gambar 2. 3 Reaksi *primary cracking* (Suarez, 2006)

Pada Gambar 2.3 katalis akan menyerang atom O pada $C=O$ sehingga terbentuk karbokation (senyawa karbon bermuatan positif) dan memutuskan rantai ikatan CO_2-C pada ester sehingga menghasilkan CO_2 , H_2O , CO dan senyawa hidrokarbon yang berasal dari asam lemak. Setelah penghilangan CO_2 , jenis hidrokarbon yang dihasilkan dari berbagai asam lemak diberikan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Asam lemak dan hidrokarbon yang terbentuk pada penghilangan CO₂

Asam Lemak	Hidrokarbon
CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH Asam palmitat	CH ₃ (CH ₂) ₁₃ CH ₃ Pentadekana
CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH Asam stearat	CH ₃ (CH ₂) ₁₅ CH ₃ Heksadekana
CH ₃ (CH ₂) ₇ CH = CH(CH ₂) ₆ COOH Asam oleat	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH = CH(CH ₂) ₅ CH ₃ 5-Pentadekena
CH ₃ (CH ₂) ₄ CH = CH(CH ₂) ₇ COOH Asam linoleat	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH = CH(CH ₂) ₆ CH ₃ 4,7-Heksadekena
CH ₃ CH ₂ CH = CHCH ₂ CH = CHCH ₂ = CH(CH ₂) ₇ COOH Asam linolenat	CH ₃ CH ₂ CH = CHCH ₂ CH = CHCH ₂ = CH(CH ₂) ₆ CH ₃ 3,6,9-Oktadekatriena

(Sumber : Resita, 2009)

2. Reaksi Perengkahan dengan katalis asam

**Gambar 2.4** Reaksi Perengkahan Hidrokarbon (R₁)

Pada Gambar 2.4 ikatan pada hidrokarbon (R_b) yang terbentuk akan diserang oleh ion H⁺ pada katalis asam sehingga ikatan karbon terengkah membentuk rantai karbon yang lebih pendek. Perengkahan semacam ini dilakukan hingga dihasilkan rantai hidrokarbon dengan 3 – 4 atom karbon.

2.3 Reaktor

Reaktor kimia merupakan suatu alat atau bejana yang didesain sebagai tempat terjadinya proses reaksi kimia untuk mengubah bahan baku menjadi produk. Proses di dalam reaktor kimia dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :

a. Proses *batch*

Proses *Batch* merupakan sebuah proses dimana semua reaktan dimasukkan bersama-sama pada awal proses dan produk dikeluarkan pada akhir proses. Dalam proses ini, semua reagen ditambahkan di awal proses dan tidak ada penambahan atau pengeluaran ketika proses berlangsung.

b. Proses kontinyu

Proses kontinyu merupakan sebuah proses dimana reaktan yang diumpankan ke dalam reactor dan produk atau produk sampingan dikeluarkan ketika proses masih berlangsung secara berkelanjutan.

2.4 Pemanas (*Heater*)

Electrical Heating Element (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Elemen pemanas merupakan alat yang berfungsi sebagai salah satu kegiatan kerja untuk mendapatkan suhu dari suhu rendah suatu zat sampai ke suhu tinggi (Ariffudin, 2014). Panas yang dihasilkan dari elemen pemanas ini bersumber dari kawat ataupun pita ketahanan listrik (*resistance wire*). Bentuk dan tipe dari elemen pemanas listrik ini bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan dipanaskan.

Pada perancangan alat reaktor untuk konversi lemak sapi menjadi bahan bakar cair, pemanas yang digunakan adalah jenis *band heater*. *Band heater* adalah salah satu jenis elemen pemanas listrik / *heating element* yang penggunaannya harus menempel pada permukaan dari bidang yang ingin dipanaskan. *Band Heater* berbentuk seperti tabung berfungsi untuk memanaskan silinder dengan dimensi tertentu. Ukuran bisa menyesuaikan dengan silinder yang akan dipanaskan, serta dilengkapi dengan baut pengunci pada bagian plat sabuknya. Bentuk dari *Band Heater* dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber : Okatama, 2016

Gambar 2.5 Elemen Pemanas *Band Heater*

2.5 Katalis

Katalis adalah zat yang ditambahkan pada reaksi kimia dengan tujuan untuk mempercepat dan mengarahkan reaksi. Dengan katalis, reaksi dapat dilakukan pada kondisi yang lebih lunak (temperatur dan tekanan rendah) dengan laju selektifitas yang tinggi (Subagjo, 2018). Sifat-sifat katalis yang penting adalah sebagai berikut:

- a. Aktivasi : Kemampuan katalis untuk mengubah bahan mentah menjadi produk, misalnya dinyatakan dalam kg reaktan yang terkonversi per kg (atau per liter) katalis per jam, persen reaktan yang berubah (konversi), jumlah molekul yang bereaksi per detik.
- b. Selektivitas : Kemampuan katalis untuk menghasilkan produk yang diinginkan terhadap semua produk yang mungkin dihasilkan.
- c. Umur : Lama katalis dapat mempertahankan tingkat aktivitas dan/atau selektivitas yang cukup.

Secara umum, katalis dapat dibagi dalam 3 kelompok, yaitu: (Yolanda, 2018)

1. Katalis Homogen

Pada katalis homogen, reaksi kimia terjadi pada fasa yang sama antara reaktan dan katalis, yang pada umumnya berada pada fasa cair. Reaksi katalis jenis ini terjadi secara spesifik dan dapat menghasilkan selektivitas yang tinggi, mudah dioperasikan, dan mudah dipelajari. Namun, katalis homogen jarang digunakan dalam industri. Hal ini disebabkan karena fasa katalis dan pereaksinya sama sehingga diperlukan proses pemisahan untuk memperoleh kembali katalis di akhir proses dan perlunya peralatan tambahan untuk memurnikan produk dari katalis.

2. Katalis Heterogen

Katalis heterogen adalah katalis yang memiliki fasa berbeda dengan reaktan. Pada reaksi heterogen, pertama-pertama reaktan akan teradsorpsi pada permukaan aktif katalis, selanjutnya akan terjadi interaksi baik berupa reaksi sebenarnya pada permukaan katalis ataupun terjadi pelemahan ikatan dari molekul yang teradsorpsi. Setelah reaksi terjadi, molekul hasil reaksi (produk) dilepas dari permukaan katalis. Oleh karena itu, katalis yang baik perlu memiliki kemampuan mengadsorpsi dan mendesorpsi yang baik. Katalis heterogen merupakan jenis katalis yang digunakan dalam penelitian ini. Katalis heterogen banyak digunakan di industri karena mudah dipisahkan dari campuran reaksinya, lebih tahan terhadap asam lemak bebas yang terkandung didalam bahan baku tanpa melalui reaksi safonifikasi sehingga memungkinkan untuk melakukan reaksi esterifikasi dan transesterifikasi sekaligus dengan bahan baku yang mengandung kadar asam lemak bebas yang tinggi, baik bahan baku yang berasal dari hewan maupun yang berasal dari tumbuhan (Drelinkiewicz, 2014).

3. Katalis Enzim

Katalis enzim adalah molekul protein dalam ukuran koloid, di antara molekul homogen dan katalis makroskopik heterogen. Biasanya enzim ini merupakan pemicu reaksi biokimia. Katalis ini sangat selektif dan efisien untuk reaksi tertentu.

2.5.1 Zeolit Alam

Zeolit alam merupakan zeolit yang ditambang langsung dari alam, sehingga harganya jauh lebih murah daripada zeolit sintesis. Zeolit alam terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika yang kompleks dari batuan-batuan yang mengalami berbagai macam perubahan di alam.

Penggunaan katalis zeolit alam perlu diaktivasi dan modifikasi terlebih dahulu sehingga zeolit alam dapat digunakan sebagai katalis, adsorben, atau aplikasi lainnya (Lestari, 2010). Aktivasi secara fisika dilakukan dengan pengecilan ukuran butir, pengayakan, dan pemanasan pada suhu tinggi yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor-pengotor organik, memperbesar pori, dan memperluas permukaan. Sedangkan aktivasi secara kimia dapat dilakukan dengan cara pengasaman. Tujuan pengasaman ini sebagai proses dealuminasi. Pengasaman ini akan menyebabkan rasio Si/Al menjadi tinggi. Proses aktivasi dilakukan selain untuk menghilangkan pengotor juga bertujuan untuk memodifikasi sifat-sifat dari zeolit alam, seperti luas permukaan dan keasaman. Luas permukaan dan keasaman yang meningkat akan menyebabkan aktivitas katalitik dari zeolit meningkat (Yunita, 2010).

2.6 Biofuel

Biofuel merupakan bahan bakar yang sumbernya berasal dari bahan organik yang juga energi non-fossil (Yolanda, 2018). Bahan bakar ini dapat berasal dari hewan, tumbuhan, ataupun sisa-sisa hasil pertanian. Saat ini *biofuel* dapat ditemukan dalam bentuk padatan, cair, dan gas yang dihasilkan dari material organik baik langsung dari tanaman ataupun secara tidak langsung dari proses industrial, komersial, domestik atau sisa-sisa hasil pertanian (Supraniningsih, 2012).

Tabel 2.3 Komponen dan Fraksi Hasil Pengolahan Minyak Bumi

Komponen	Fraksi
Gas	C ₁ -C ₄
Petroleum Eter	C ₅ -C ₆
Gasoline	C ₇ -C ₁₁
Kerosin/Diesel/solar	C ₁₂ -C ₁₉
Minyak Berat	>C ₂₀

(Sumber : Riyadhi dan Syahrullah. 2016)

2.6.1 Biogasoline

Menurut Riyadhi dan Syahrullah (2016), gasoline merupakan suatu campuran yang kompleks yang tersusun atas hidrokarbon rantai lurus 6 sampai 11 atom C dengan rumus kimia C_nH_{2n+2} . Biogasoline merupakan jenis gasoline yang berasal dari sumber daya alam hayati seperti lemak sapi.

Kualitas suatu gasoline diukur dengan angka oktan. Angka oktan merupakan suatu parameter antiknocking yang terjadi pada mesin. Angka oktan merupakan perbandingan antara iso-oktana dengan n-oktana dalam suatu gasoline (saipulloh, 2008). Menurut Shamsul,*et al* (2017), komposisi hidrokarbon pada gasoline yakni terdiri dari 4-8% alkane, 2-5% alkena, 25-40% isoalkana, 3-7% sikloalkana, 1-4% sikloalkena, dan 20-50% aromatic total (0,5-2,5% benzene).

2.6.2 Biokerosin

Biokerosin merupakan minyak nabati sebagai pengganti minyak tanah atau kerosin. Kerosin merupakan produk minyak bumi yang mempunyai rantai atom karbon $C_{12}-C_{15}$ dan memiliki titik didih sekitar 302-554°F. Kerosin atau minyak tanah biasanya digunakan sebagai bahan bakar kompor atau minyak lampu didalam rumah tangga. Kerosin ini memiliki sifat diantaranya mudah terbakar, uapnya dalam udara akan mudah menguap pada suhu diatas 37°C, dan warnanya kuning pucat dengan mempunyai bau yang khas (Pratiwi, 2016).

Penggunaan biokerosin sebagai bahan bakar memiliki beberapa keunggulan diantaranya lebih mudah diperbaharui, dapat mereduksi gas rumah kaca serta ramah lingkungan. Akan tetapi, biokerosin juga memiliki kekurangan yaitu memiliki densitas dan viskositas yang lebih tinggi dari minyak tanah, minyak bersifat asam, dan nilai kalor lebih rendah dari pada minyak tanah (Pratiwi, 2016).

2.6.3 Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar cair yang berasal dari minyak nabati dan lemak yang memiliki sifat pembakaran yang mirip dengan bahan bakar diesel biasa

(dari minyak bumi). Biodiesel dapat diproduksi langsung dari minyak nabati dan minyak atau lemak hewan (Mahfud, 2018). Biodiesel memiliki berbagai kelebihan dibandingkan minyak diesel biasa yaitu dapat digunakan pada kebanyakan mesin diesel tanpa modifikasi, lebih ramah lingkungan karena dapat terurai di alam, emisi buang kecil, serta kandungan sulfur dan aromatic rendah (Murtiningrum dan Firdaus, 2016).

a. Standar Mutu Biodiesel

Persyaratan mutu biodiesel di Indonesia sudah terdapat dalam SNI 7182:2015 yang dapat dilihat dalam Tabel 2.4

Tabel 2.4 Standar Mutu Biodiesel SNI 7182:2015

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1	Massa jenis	kg/m ³	850 – 890
2	Viskositas kinematik	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Angka setana	-	min. 51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C	min. 100
5	Titik kabut	°C	maks. 18
6	Kerosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C)	-	maks. no 1
7	Residu karbon :	%-massa	
	- dalam contoh asli, atau	-	maks 0,05
	- dalam 10 % ampas distilasi	-	maks. 0,30
8	Air dan sedimen	%-vol.	maks. 0,05
9	Temperatur distilasi 90 %	°C	maks. 360
10	Abu tersulfatkan	%-massa	maks.0,02
11	Belerang	(mg/kg)	maks. 100
12	Fosfor	(mg/kg)	maks. 10
13	Angka asam	mg-KOH/g	maks.0,6
14	Gliserol bebas	%-massa	maks. 0,02
15	Gliserol total	%-massa	maks. 0,24
16	Kadar ester alkil	%-massa	min. 96,5
17	Angka iodium	% massa (g I ₂ /100 g)	maks. 115

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional. SNI 7182:2015)

b. Standar Mutu Solar

Spesifikasi bahan bakar jenis solar yang menjadi acuan di Indonesia terdapat dalam SNI 8220:2017 yang dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Standar Mutu Solar SNI 8220:2017

No.	Parameter	Satuan	Batasan		Metode Uji
			Min	Max	ASTM
1	Bilangan Setana	-	48	-	D 613
2	Berat Jenis	Kg/cm ³	815	870	D 4737
3	Viskositas	mm ² /s	2	4,5	D1298 / D4052
4	Distilasi 90% vol. Penguapan	C	-	370	D 445
5	Titik Nyala	°C	52	-	D 93
6	Titik Tuang	°C	-	18	D 97
7	Residu karbon	% m/m	-	0,1	D 4530 / D 189
8	Kandungan Air	mg/kg	-	500	D 6304
9	Kandungan FAME	% v/v	-	-	
10	Korosi Bilah Tembaga	menit	-	Kelas 1	D 130
11	Kandungan Abu	% v/v	-	0,01	D 482
12	Kandungan Sedimen	%m/m	-	0	D 473
13	Bilangan Asam Kuat	mgKOH/gr	-	0,6	D 664
14	Bilangan Asam Total	mgKOH/gr	-	0,6	D 664
15	Partikulat	mg/l	-	-	D 2270
16	Penampilan Visual	No. ASTM	Jernih dan Terang		
17	Warna	Micron	-	3	D 1500
18	<i>Lubricity</i>		-	400	

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional. SNI 8220:2017)

2.7 Karakteristik Bahan Bakar Cair

Karakteristik bahan bakar cair yang dianalisis pada penelitian ini adalah:

1. %Yield

Yield merupakan perbandingan antara jumlah produk yang dihasilkan dengan jumlah bahan baku yang digunakan. Menurut Wahyudi (2016) *Yield* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\%Yield = \frac{mp}{mb} \times 100\% \quad (\text{Sumber : Wahyudi 2016})$$

Keterangan :

Mp = massa produk (gr)

Mb = massa bahan baku (gr)

2. Densitas dengan menggunakan Metode ASTM D-1298

Densitas fluida didefinisikan sebagai massa per satuan volume (Qurratul'uyun, 2017). Densitas (ρ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{\text{massa sampel}}{\text{volume}} \quad (\text{Sumber: Qurratul'uyun, 2017})$$

Massa jenis atau yang biasa disebut densitas merupakan indikator banyaknya zat-zat pengotor hasil reaksi. Jika massa jenis suatu bahan bakar melebihi ketentuan, maka akan meningkatkan keausan mesin dan menyebabkan kerusakan mesin (Setiawati & Edwar, 2012).

3. Viskositas dengan Menggunakan Metode ASTM

Viskositas ialah suatu istilah ilmiah yang menggambarkan suatu resistensi terhadap suatu aliran fluida. Viskositas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

- Viskositas Dinamik

$$\mu = K (\rho_1 - \rho_2) t \quad (\text{Sumber : Sinaga, 2014})$$

Keterangan :

μ = viskositas dinamik (mPa.s)

K = konstantta bola (0,09 mPa.s.cm³/gr.s)

ρ_1 = densitas bola (2,2 gr/cm³)

ρ_2 = densitas cairan (gr/cm³)

t = lama bola jatuh (s)

- Viskositas Kinematik

$$v = \frac{\mu}{\rho} \quad (\text{Sumber : Sinaga, 2014})$$

Keterangan :

v = viskositas kinematik (mm²/s)

μ = viskositas dinamik (mPa.s)

ρ = densitas cairan (gr/cm³)

4. Titik Nyala dengan menggunakan Metode ASTM D-6550

Titik nyala merupakan temperature dimana timbul sejumlah uap dengan udara membentuk suatu campuran yang mudah menyala. Titik nyala suatu bahan bakar menandakan batas aman terhadap bahaya kebakaran selama penyimpanan, penanganan, dan transportasi. Titik nyala mengindikasikan tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan suatu bahan bakar untuk terbakar (Setiawati & Edwar, 2012).

5. Analisa Senyawa Kimia dengan *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS)

GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectroscopy*) merupakan suatu instrumen yang terdiri dari dua metode analisis. Kromatografi gas berfungsi sebagai pemisah komponen dalam suatu senyawa, sedangkan spektrometri massa berfungsi untuk mendeteksi masing-masing molekul komponen yang telah dipisahkan pada kromatografi gas (Qurratul'uyun, 2017). Gas kromatografi adalah pemisahan campuran menjadi konstituennya dalam fase gerak berupa gas yang melalui fase diam yang berupa sorben. Gas kromatografi dapat digunakan untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif.

