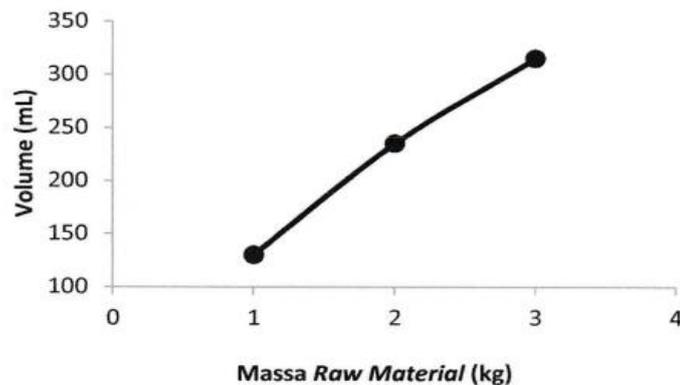


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Biofuel*

*Biofuel* merupakan bahan bakar alternatif sebagai pengganti minyak bumi yang dapat diproduksi dari bahan-bahan hayati yang sifatnya terbarukan (Ramadhas, 2004). Pengolahan *biofuel* menggunakan metode transesterifikasi, yaitu reaksi trigliserida dalam minyak nabati atau hewani dengan media alkohol dan katalis basa, kemudian menghasilkan ester asam lemak yang memiliki rantai pendek dan gliserol sebagai produk samping. Ester asam lemak (*biofuel*) adalah produk potensial pengganti bahan bakar minyak diesel (Sahubawa dan Ningtyas, 2012).

*Biofuel* dapat diperoleh dari berbagai jenis biji-bijian yang memiliki kandungan minyak/lipid di dalamnya, termasuk biji karet. Bagian utama yang mengandung minyak pada biji karet ialah bagian daging biji karet itu sendiri atau dapat disebut kernel. *Biofuel* yang dihasilkan dari daging biji karet juga memiliki rendemen yang cukup banyak, seperti yang disajikan pada **Gambar 2.1** di bawah.



Sumber: Kasrianti, 2017

**Gambar 2.1** Grafik Volume *Biofuel* yang Dihasilkan Terhadap Massa *Raw Material* yang Divariasikan

Beberapa faktor utama yang perlu diperhatikan dalam memilih tanaman penghasil *biofuel* adalah sifat pembakarannya berupa titik bakar, kekentalan, dan nilai kalori. *Biofuel* yang baik mempunyai nilai karakteristik yang sama atau mendekati karakteristik minyak diesel, terutama pada parameter utama sifat pembakarannya (Kasrianti, 2017)

Titik bakar yang cukup tinggi dari minyak murni, memerlukan proses pembakaran tertentu untuk menghasilkan penyalaan yang baik. Oleh karena itu penggunaan minyak murni memerlukan peralatan khusus, yang sebenarnya tidak terlalu sulit untuk dibuat. Sifat fisika kimia yang berbeda menyebabkan peralatan semacam ini harus dimodifikasi agar dapat digunakan untuk Bahan Bakar Nabati dalam bentuk minyak bumi (Reksowardojo dkk, 2000).

Selain itu, beberapa parameter yang dihasilkan pada *biofuel* daging biji karet memiliki nilai yang cukup menjanjikan, seperti pada percobaan yang dilakukan Kartikasari (2009). Penggunaan *biofuel* sebagai bahan bakar memiliki beberapa keunggulan diantaranya dapat mereduksi kadar emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan, sumber bahan baku dapat dipengaruhi, emisi NO<sub>x</sub> yang dihasilkan sangat rendah, dan pada uji coba mesin rotorcraft dihasilkan tingkat kebisingan cukup rendah sebesar 10 dB (Kasrianti, 2017).

#### 2.1.1 Parameter Analisis *Biofuel*

*Biofuel* yang terbentuk harus memiliki standar mutu agar dapat diaplikasikan pada kompor minyak tanah atau lampu minyak tanah. Berikut adalah standar mutu kerosin berdasarkan SNI (Tabel 2.1)

**Tabel 2.1** Standar dan Mutu (Spesifikasi) *Biofuel* (Biodiesel)

No	Karakteristik	Satuan	Batasan <sup>1)</sup>		Metode Uji	
			Min	Maks	ASTM	LAIN
1	Densitas pada 15 °C	Kg/m <sup>3</sup>	820	845		EN3675
2	Viskositas pada 15 °C	mm <sup>2</sup> /s	1,9	6,0	D445	
3	Titik Asap	mm	15	-	D1322	
4	Titik Nyala	°C	52	-	D93	
5	Nilai Jelaga (Char Value)	mg/kg	-	40	D613	
	Distilasi :	% vol	90	-		
6	Perolehan pada 200°C				D86	
	Titik Akhir	°C	-	288		
7	Kandungan Belerang	% massa	-	0,050	D2622	
8	Korosi Bilah Tembaga (3 jam/50°C)		-	No.3	D130	
9	Kadar Air	% volume	-	0,05	D2709	
10	Bau dan Warna		Dapat dipasarkan			

Sumber : Jaaskelainen (2009)

### 2.1.2 Parameter-Parameter Analisis *Biofuel*

#### a. Titik Nyala (Flash Point)

Titik nyala adalah temperatur dimana uap bahan bakar tepat menyala jika berdekatan dengan api. Titik nyala diperlukan sehubungan dengan adanya pertimbangan-pertimbangan mengenai keamanan dari penimbunan minyak dan pengangkutan bahan bakar minyak terhadap bahaya kebakaran (Rama dkk, 2006).

#### b. Kalor Pembakaran

Pengukuran kalor pembakaran *Biofuel* adalah untuk memperoleh data tentang energi kalor yang dapat dilepaskan oleh suatu bahan bakar dengan terjadinya proses pembakaran (Sinarep dan Mirmanto, 2011). Nilai kalori adalah angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar dengan udara/oksigen. Nilai kalori bahan bakar minyak berkisar antara 10.160-11.000 Kkal/kg. Nilai kalori berbanding terbalik dengan berat jenis artinya semakin besar berat jenisnya maka semakin kecil nilai kalorinya (Suyanto dan Arifin, 2003).

#### c. Titik Asap

Titik asap (smoke point) adalah tinggi nyala yang dapat dihasilkan lampu standar tanpa lengas (jelaga). Asap terutama disebabkan oleh senyawa aromatik dalam bahan bakar minyak. Bahan bakar yang baik harus mempunyai titik asap yang tinggi, sehingga nyala api bahan bakardapat dibesarkan dengan kecenderungan untuk memberikan asap yang kecil.

Kepentingan smoke point dalam praktek ialah untuk menentukan kualitas *Biofuel* yang penggunaan utamanya adalah sebagai bahan bakar lampu penerangan. *Biofuel* yang baik harus mempunyai titik asap tinggi, sehingga nyala api bahan bakar *Biofuel* ini dapat dibesarkan dengan kecenderungan untuk memberikan asap yang kecil. Pada penentuan smoke point (titip asap) ini menggunakan metode smoke point ASTM D-1322.

#### d. Berat Jenis (Densitas)

Berat jenis adalah suatu angka yang menyatakan perbandingan massa bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama. Bahan bakar minyak mempunyai massa jenis antara 850-890 kg/m<sup>3</sup>, dengan kata lain massa jenis bahan bakar minyak lebih rendah daripada air

(Havendri, 2008). Berat jenis bergantung pada komposisi asam lemak dan kemurniannya. Berat jenis akan meningkat dengan menurunnya rantai panjang dan meningkatnya jumlah ikatan rangkap, hal ini menyatakan nilai yang tinggi untuk bahan bakar yang kaya akan senyawa tak jenuh. Sebaliknya berat jenis dapat dikurangi dengan keberadaan kontaminan berdensitas rendah seperti metanol.

e. Viskositas

Viskositas adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi. Jika viskositas semakin tinggi maka tahanan untuk mengalir akan semakin tinggi. Viskositas suatu fluida merupakan ukuran resistansi bahan terhadap aliran. Viskositas tergantung pada suhu dan nilainya menurun apabila terjadi peningkatan suhu. Jika minyak terlalu kental maka akan menyulitkan dalam pemompaan, sulit untuk menyalakan burner, dan sulit dialirkan (Knothe, 2005).

Menurut Kasim (2008), faktor – faktor yang mempengaruhi viskositas suatu bahan, ialah :

- Suhu

Viskositas dan suhu memiliki perbandingan lurus, dimana semakin tinggi suhu maka viskositas dari bahan tersebut akan semakin tinggi.

- Konsentrasi

Biasanya terjadi hubungan langsung non-linier antara konsentrasi dan viskositas suatu larutan pada suhu tertentu semakin besar konsentrasi suatu bahan maka viskositasnya semakin besar.

- Tekanan

Viskositas pada bahan pangan tidak terlalu dipengaruhi oleh tekanan.

## 2.2 Biji Karet (*Hevea brasiliensis*)

Biji karet berbentuk bulat dengan panjang 2,5-3 cm, beratnya 2-4 gram/biji. Biji karet terdiri dari 40-50 % kulit yang keras berwarna coklat dan 50-60 % kernel yang berwarna putih kekuningan (Setyawardhani, dkk, 2010). Biji karet segar terdiri atas 34,1% kulit, 41,2% isi dan 24,4% air, sedangkan biji karet yang telah dijemur dua hari terdiri atas 41,6% kulit, 8% kadar air, 15,3% minyak dan 35,1 % bahan kering (Setyawardhani dkk, 2010).



Sumber : Wordpress, 2019

**Gambar 2.2** Biji Karet

**Tabel 2.2** Komposisi Daging Biji dan Cangkang Karet yang dapat digunakan dalam Pembuatan *Biofuel*

Parameter	Biji Segar	Biji Kering	Cangkang
Kadar Air (%bb)	35,48	7,85	*
Kadar Minyak (%bk)	41,00	44,50	0,48
Kadar Protein (%bk)	16,49	17,86	*
Kadar Serat (%bk)	9,39	10,16	*
Kadar Abu (%bk)	3,25	2,96	*
pH	*	6,47	*

Sumber: Siahaan, 2017

Keterangan : \* = tidak dianalisis

Biji karet perlu dikeringkan terlebih dahulu sebelum diambil minyaknya, karena mengandung air yang cukup banyak. Hal ini dapat memicu terjadinya hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak (Ulya, 2017).

**Tabel 2.3** Komposisi Asam Lemak dalam Minyak Biji Karet

Komposisi	Jumlah (%)
Asam Palmitat	13,11
Asam Stearat	12,66
Asam Arachidat	0,54
Asam Oleat	39,45
Asam Linoleat	33,12

Sumber: Setyawardhani, dkk, 2010

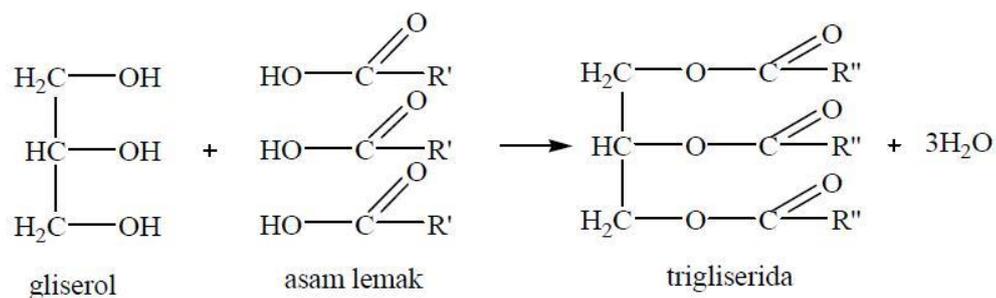
Kandungan minyak dalam daging biji karet atau inti biji karet 45-50% dengan komposisi 17-27% asam lemak jenuh yang terdiri atas asam palmitat, stearat, arakhnidat, serta asam lemak tidak jenuh sebesar 75-82% yang terdiri atas asam oleat, linoleat, dan linolenat (Setyawardhani dkk, 2010).

Minyak biji karet merupakan salah satu jenis minyak mengering (*drying oil*), yakni minyak yang mempunyai sifat dapat mengering jika terkena oksidasi dan akan berubah menjadi lapisan tebal, bersifat kental dan membentuk sejenis selaput jika dibiarkan di udara terbuka. Penggolongan minyak biji karet ke dalam kelompok minyak mengering berdasarkan jumlah bilangan iod yang dimiliki yaitu lebih dari 130 (Budiman, 2014).

Minyak adalah golongan lipid netral yang pada suhu kamar berbentuk cair karena minyak banyak mengandung asam lemak tidak jenuh, baik tunggal maupun poli tidak jenuh sehingga titik leburnya rendah (Hamamah, 2008).

Minyak merupakan trigliserida yang tersusun dari tiga unit asam lemak, berwujud cair pada suhu 25°C dan lebih banyak mengandung asam lemak tidak jenuh sehingga mudah mengalami oksidasi (Ketaren, 1986).

Reaksi pembentukan trigliserida dapat dilihat pada gambar 2.2



Sumber : Singarimbun, 2016

**Gambar 2.3** Reaksi Pembentukan Trigliserida

Mutu minyak yang diperoleh dari biji-bijian khususnya biji karet dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- Kualitas dan kemurnian bahan baku.

Adanya bahan asing atau biji yang berkualitas jelek yang tercampur dalam bahan baku pada proses, akan menyebabkan minyak cepat rusak dan berbau.

- Usia biji.

Biji karet yang usianya cukup tua akan menghasilkan minyak yang lebih baik kuantitas dan kualitasnya dibanding dengan biji karet yang lebih muda.

- Kadar air yang terkandung dalam biji karet.  
Biji karet yang terlalu lama disimpan akan mengandung kadar air yang tinggi, sehingga menghasilkan minyak dengan mutu yang kurang baik.
- Perlakuan terhadap bahan baku pada saat proses dan pasca-proses (misalnya: halusnya hasil pencacahan yang dilakukan, pemilihan jenis pelarut, penyimpanan minyak hasil proses, dan sebagainya).  
(Novia dkk, 2009).

## **2.3 Proses Pengambilan Minyak**

### **2.3.1 Ekstraksi Refluks**

Ekstraksi merupakan metode yang paling efektif untuk memperoleh minyak dari biji karet. Metode refluks digunakan untuk mengekstrak sampel yang relative tahan panas. Refluks merupakan proses yang harus dilalui agar reaksi yang terjadi dapat berjalan dengan lebih cepat dan sempurna, sehingga diperoleh hasil rendeman yang cukup banyak (Purwono dkk, 2013). Metode ini dilakukan dengan cara menggodok sampel dalam suatu pelarut yang diletakan dalam wadah dan dilengkapi dengan kondensor dengan jangka waktu lebih cepat, biasanya 3–7 jam (Kiswandono, 2011). Kelebihan metode ini adalah waktunya lebih singkat, terjadi kontak langsung dengan pelarut secara terus menerus, dan pelarut yang digunakan lebih sedikit sehingga efektif dan efisien (Kiswandono, 2011).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Krisyanti dan Sukandar (2011) rendeman minyak SBE dengan metode soxlet berkisar antara 19,07-14% dan mutunya rendah, sedangkan rendeman minyak dengan metode maserasi berkisar 13,09-21,92% dan mutunya baik. Permana (2009) telah melakukan penelitian metode soxhlet dengan waktu optimum sebesar 14 jam hasil rendeman maksimum untuk pelarut heksane 17,74%. Selain itu, Akbar (2012) juga telah melakukan penelitian menggunakan metode maserasi dengan waktu optimum 24 jam. Berdasarkan penelitian Kristanti (2008) juga menjelaskan keuntungan refluks dibandingkan maserasi adalah pelarut yang digunakan lebih sedikit sehingga lebih ekonomis dan dapat mengekstrak bahan lebih banyak. Oleh karena itu, dipilih metode ekstraksi refluks sebagai perbaikan dari kedua metode tersebut.

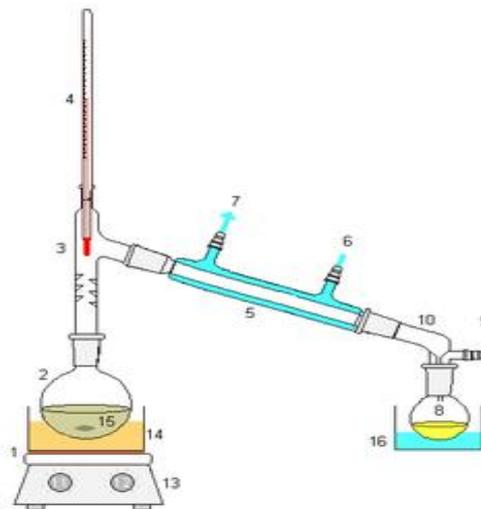


Sumber : Laboratorium Satuan Proses

**Gambar 2.4** Ekstraksi Refluks

### 2.3.2 Destilasi

Metode destilasi, Distilasi sederhana adalah teknik pemisahan untuk memisahkan dua atau lebih komponen zat cair yang memiliki perbedaan titik didih yang jauh. Selain perbedaan titik didih juga perbedaan kevolatilan, yaitu kecenderungan sebuah zat untuk menjadi gas. Distilasi ini dilakukan pada tekanan atmosfer yang normal (Wahyudi, 2017). Metode ini termasuk sebagai unit operasi kimia jenis perpindahan panas. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya. Model ideal distilasi didasarkan pada hukum raoult dan hukum dalton.



Sumber: Wahyudi dkk, 2017

**Gambar 2.5** Set Alat Destilasi

## 2.4 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Ekstraksi

### 2.4.1 Suhu

Kelarutan bahan yang diekstraksi dan difusitas biasanya akan meningkat dengan meningkatnya suhu, sehingga diperoleh laju ekstraksi yang tinggi. Pada beberapa kasus, batas atas untuk suhu operasi ditentukan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah perlunya menghindari reaksi samping yang tidak diinginkan (Kirk dan Othmer, 1998). Suhu ekstraksi tidak boleh melebihi titik didih pelarut karena akan menyebabkan pelarut menguap. Biasanya suhu ekstraksi yang paling baik adalah sedikit di bawah titik didih pelarut (Susiana dan Prima, 2009). Menggunakan pelarut dengan titik didih tinggi lebih menguntungkan karena difusi lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi dan membran sel lebih mudah pecah dan mengeluarkan minyak (Brian dan Farag, 2013). Pemilihan suhu juga disesuaikan dengan zat yang akan diekstraksi, ada beberapa zat yang sensitif terhadap suhu tinggi karena akan terdegradasi seperti pada klorofil dan antosianin (Susiana dan Prima, 2009).

### 2.4.2 Ukuran Partikel

Semakin kecil ukuran partikel, semakin besar luas bidang kontak antara padatan dan solvent, serta semakin pendek jalur difusinya, yang menjadikan laju transfer massa semakin tinggi (Perry dan Dow, 1997).

### 2.4.3 Faktor Solvent

Jika zat yang akan diekstraksi merupakan senyawa nonpolar (misalnya minyak) maka juga digunakan pelarut yang nonpolar (seperti heksana, heptana dan pelarut nonpolar lainnya). Solvent harus memenuhi kriteria sebagai berikut (Perry dan Dow 1997).

- Daya larut terhadap solute cukup besar
- Dapat diregenerasi
- Memiliki koefisien distribusi solute yang tinggi
- Dapat memuat solute dalam jumlah yang besar
- Sama sekali tidak melarutkan diluen atau hanya sedikit melarutkan diluen

- Memiliki kecocokan dengan solute yang akan diekstraksi
- Viskositas rendah
- Antara solven dengan diluen harus mempunyai perbedaan densitas yang cukup besar
- Memiliki tegangan antarmuka yang cukup
- Dapat mengurangi potensi terbentuknya fase ketiga
- Tidak korosif
- Tidak mudah terbakar
- Tidak beracun
- Tidak berbahaya bagi lingkungan
- Murah dan mudah didapat

Semakin banyak jumlah pelarut yang digunakan, maka semakin banyak pula hasil yang didapatkan, dikarenakan (Bustan, 2008):

- Distribusi partikel dalam pelarut semakin menyebar, sehingga memperluas permukaan kontak.
- Perbedaan konsentrasi solute dalam pelarut dan padatan semakin besar sehingga fraksi molar bertambah.

## 2.5 Pemurnian

*Pure Plant Oil* (PPO) atau *biofuel* adalah minyak nabati yang telah melalui proses pemurnian seperti proses *degumming* (penghilang gum). Pada proses pembuatan PPO tidak diperlukan proses *bleaching* (pemucatan) dan deodorisasi (penghilang bau) (Prihandana dkk, 2006).

### 2.5.1 *Degumming*

Tujuan proses *degumming* adalah untuk memisahkan minyak dari getah atau lendir yang terdiri dari fosfatida, protein, karbohidrat, residu, air dan resin (Prihandana dkk, 2006). Kotoran-kotoran yang tersuspensi tersebut sukar dipisahkan bila berada dalam kondisi anhydrous, sehingga dapat diendapkan dengan cara hidrasi. Proses *degumming* dilakukan dengan menambahkan asam fosfat untuk mengikat senyawa fosfatida yang mudah terpisah dari minyak.

Proses *degumming* dilakukan dengan menambahkan asam fosfat untuk mengikat senyawa fosfatida yang mudah terpisah dari minyak. Kemudian

senyawa tersebut dipisahkan berdasarkan pemisahan berat jenis yaitu senyawa fosfatida berada di bagian bawah dari minyak tersebut. Hasil dari *degumming* akan memperlihatkan perbedaan yang sangat jelas dari minyak asalnya, yaitu berwarna jernih (Prihandana dkk, 2006)

Asam fosfat merupakan cairan yang tidak berwarna dan tidak berbau. Asam fosfat lebih disukai penggunaannya oleh *refiner* minyak sawit di Malaysia karena biayanya yang lebih murah dan penanganannya lebih mudah. Penambahan asam fosfat sebelum netralisasi ke dalam minyak yang mengandung fosfatida yang bersifat *nonhydratable* umum dipraktikkan untuk menjamin bahwa semua gum telah hilang selama *deacidifikasi*. Hidrasi dilakukan untuk membuat fosfatida yang larut dalam minyak (tidak larut dalam air) menjadi tidak larut dalam minyak (larut air) dengan penambahan senyawa asam (Cendana, 2006).

Menurut Dijkstra dan Van Opstal (1990) asam yang biasa digunakan adalah asam fosfat. Proses *degumming* dilakukan dengan memanaskan minyak pada suhu 70-80°C setelah ditambahkan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) 0,3-0,4% (b/b) dengan konsentrasi 20-60% (b/b). Sementara menurut Akoh dan Min (2002) sebelum netralisasi minyak diberi perlakuan dengan 0,02-0,5% asam fosfat pada suhu 60-90°C selama 15-30 menit, membuat fosfatida yang kurang larut dalam minyak menjadi lebih mudah dihilangkan.

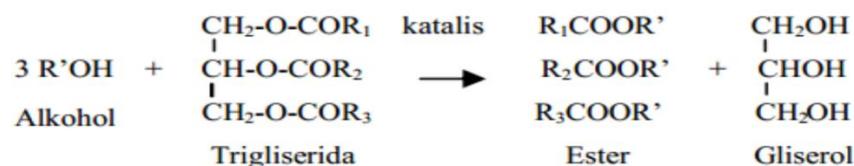
## 2.6 Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi (alkoholisis) adalah reaksi antara ester dengan alkohol yang menghasilkan ester baru dan alkohol baru. Reaksi transesterifikasi disebut juga reaksi alkoholisis dari ester, karena reaksi tersebut disertai dengan pertukaran bagian alkohol dari suatu ester. Reaksi transesterifikasi dapat berlangsung 2 arah, salah satu reaktan dapat dibuat berlebih agar diperoleh hasil yang optimal. Metanol yang berlebih dapat meningkatkan hasil metil ester yang optimal (Fessenden, 1986 dalam Sahubawa dan Ningtyas, 2011).

Proses produksi biodiesel umumnya melalui reaksi transesterifikasi senyawa trigliserida yang terkandung di dalam minyak atau lemak. Reaksi transesterifikasi bertujuan untuk menurunkan viskositas minyak atau lemak agar dapat memenuhi spesifikasi sebagai bahan bakar. Adapun metode reaksi transesterifikasi dapat

melalui berbagai variasi bahan baku, jenis alkohol, katalis, temperatur reaksi, waktu reaksi, jenis reaktor dan proses pemisahan (Speidel, 2000). Transesterifikasi adalah reaksi antara lemak atau minyak nabati dengan alkohol untuk membentuk ester dan gliserol. Biasanya dalam reaksi ini digunakan katalis untuk meningkatkan laju reaksi dan jumlah yield produk. Karena reaksi ini adalah reaksi reversible, maka digunakan alkohol berlebih untuk menggeser kesetimbangan ke arah produk (Hikmah, 2010).

Arrowsmith (1945) dalam Yoeswono dkk, (2007), mengatakan bahwa penggunaan katalis basa (alkali) harus seminimal mungkin karena pembentukan sabun akan meningkat sejalan dengan pertambahan jumlah katalis basa. Saponifikasi (hidrolisa basa) adalah hidrolisis suatu ester dengan sifat reaksi yang ireversibel. Hasil penyabunan adalah garam logam alkali (garam natrium) dari asam-asam lemak (Fessenden, 1986 dalam Sahubawa dan Ningtyas, 2011).



Sumber: Aziz, 2011 dalam Cahyati, 2017

**Gambar 2.6** Reaksi Transesterifikasi

Hasil yang diinginkan dari proses reaksi transesterifikasi adalah Produk ester metil asam-asam lemak. Beberapa cara agar kesetimbangan lebih ke arah produk, yaitu (Cahyati, 2017) :

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

Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi utama dalam pembuatan biodiesel. Pada reaksi transesterifikasi, trigliserida (minyak) bereaksi dengan metanol dalam katalis basa untuk menghasilkan biodiesel dan gliserol (gliserin). Sampai tahap ini, pembuatan biodiesel telah selesai dan dapat digunakan sebagai bahan bakar yang mengurangi pemakaian solar. Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi utama dalam pembuatan biodiesel (Cahyati, 2017).

## 2.7 Pelarut

Pemilihan bahan pelarut yang paling sesuai untuk ekstraksi lipida adalah dengan menentukan derajat polaritasnya. Karena polaritas lipida berbeda-beda maka tidak ada bahan pelarut umum (universal) untuk semua macam lipida. Contohnya, senyawa trigliserida yang bersifat non-polar akan mudah diekstraksi dengan pelarut-pelarut non-polar misalnya heksana atau petroleum eter (Ulya, 2017).

### 2.7.1 Heksana

Umumnya heksana digunakan untuk mengekstrak minyak dari bijinya seperti pada kacang-kacangan dan flax. Hal ini karena heksana tidak reaktif dan *inert* dalam reaksi organik karena bersifat sangat non-polar dan memiliki *narrow distillation range* dan *selective power*, sehingga tidak memerlukan tingkat pemanasan yang tinggi (titik didihnya 60-70°C) dan daya ekstraksinya tinggi, yang menjadikan heksana sebagai pelarut yang baik untuk mengekstrak minyak dari bijinya (Coniwanti dkk, 2010). Sifat fisika n- heptana dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2.4** Sifat Fisika N-Heksana

Rumus kimia	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>
Berat molekul	86,18 g/mol
Titik didih	69 °C
Titik leleh	-95 °C
Specific gravity	0,6591
Tekanan uap	16,5 kPa (@ 20°C)

Sumber : Sciencelab, 2013

### 2.7.2 Heptana

Merupakan cairan tidak berwarna yang mudah menguap dengan bau yang khas. N-heptana digunakan sebagai pelarut pengekstraksi, sebagai pelarut industri (untuk perekat, pernis dan tinta pada pencetakan etsa) dan juga digunakan dalam pembuatan plastik serta sintesis toluene dan alkilbenzen (Sciencelab, 2013). N-heptana merupakan senyawa yang mudah menyala namun stabil pada kondisi normal bahkan saat terjadi kebakaran dan tidak reaktif dengan air (Sciencelab, 2013). N-heptana sebagai pelarut pengekstraksi dianggap lebih aman penggunaannya dibandingkan dengan n-heksana mengingat penggunaannya yang mulai dibatasi karena menimbulkan masalah lingkungan dan kesehatan.

Heptana sama dengan heksana, hanya saja penggunaan heptana tidak dapat memberikan efek akut pada lingkungan dan kesehatan. Sifat fisika n-heptana dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2.5** Sifat Fisika N-Heptana

Rumus kimia	$C_7H_{16}$
Berat molekul	100,21 g/mol
Titik didih	98°C
Titik leleh	-90,7°C
Specific gravity	0,6838
Tekanan uap	5,3 kPa (@ 20°C)

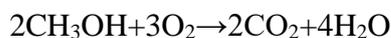
Sumber : Sciencelab, 2013

Ayers dan Dooley (1948) dalam Risyad dkk, (2016) mengekstraksi biji kapas pada skala laboratorium dengan berbagi macam pelarut termasuk pelarut heksana dan heptana. Jumlah minyak yang di ekstraksi oleh kedua pelarut tersebut sama, tetapi kehilangan akibat *refining* dan warna minyak bervariasi. Mereka juga mencatat bahwa perbedaan warna minyak tergantung pada kandungan asam lemak bebas (FFA) dari biji. Secara umum minyak yang diekstraksi dengan heksana memiliki warna yang lebih tajam dibanding dengan heptana dan juga fosfolipid yang diekstraksi dengan heptana lebih tinggi dibanding dengan heksana (Conkerton, 1995 dalam Risyad dkk, 2016). Mereka juga mencatat bahwa perbedaan warna minyak tergantung pada kandungan asam lemak bebas (FFA) dari biji. Secara umum minyak yang diekstraksi dengan heksana memiliki warna yang lebih tajam dibanding dengan heptana dan juga fosfolipid yang diekstraksi dengan heptana lebih tinggi dibanding dengan heksana (Conkerton, 1995).

## 2.8 Metanol

Metanol sering juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, merupakan senyawa kimia dengan rumus kimia  $CH_3OH$ . Metanol yaitu bentuk alkohol paling sederhana. Adapun sifat dari metanol berupa cairan yang ringan, serta mudah menguap, tidak memiliki berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan dari pada etanol) jika metanol dalam keadaan atmosfer. Kegunaan metanol yaitu sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakardan sebagai bahan additif bagi etanol industry. Produksi metanol secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Proses tersebut menghasilkan uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Uap metanol akan

teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbondioksida dan air jika metanol setelah beberapa hari. Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbon dioksida dan air adalah sebagai berikut (Hikmah, 2010) :



Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh sebab itu, kita harus berhati-hati bila berdekatan dengan metanol yang terbakar untuk mencegah cedera akibat api yang tak terlihat. Metanol memiliki sifat yang beracun dan metanol juga sering digunakan sebagai bahan additif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri. Penambahan racun ini akan menghindarkan industri daripajak yang dapat dikenakan karena etanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol). Metanol sering juga disebut sebagai wood alcohol karena ia dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Saat ini metanol dihasilkan melalui proses multi tahap. Gas alam dan uap air akan dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbon monoksida, yang 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 (Hikmah, 2010).

### 2.8.1 Sifat – Sifat Metanol

**Tabel 2.6** Sifat – Sifat Fisik dan Kimia Metanol

Karakteristik	Nilai
Massa Molar	32,04 g/mol
Wujud Cair	Tidak Berwarna
<i>Spesific Gravity</i>	0,7918
Titik Leleh	-79°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: Sciencelab, 2013

### 2.8.2 Kegunaan Metanol

Metanol organik berasal dari kayu atau bahan organik lainnya merupakan bahan bakar terbaru yang dapat menggantikan hidrokarbon. Namun pada mobil modern tidak bisa menggunakan BA100 (100% bioalkohol) sebagai bahan bakar tanpa modifikasi. Metanol dapat digunakan sebagai solven dan sebagai *antifreeze*,

dan fluida pencuci kaca depan mobil atau sebagai bahan pembuat bahan kimia lainnya. Sebesar 40% metanol akan diubah menjadi formaldehide, formaldehide ini diubah menjadi berbagai macam produk seperti plastik, plywood, cat, peledak, dan tekstil. Ada beberapa pabrik yang menggunakan metanol contohnya pada pabrik pengolahan air limbah, metanol akan digunakan ke air limbah sebagai bahan makanan karbon untuk denitrifikasi bakteri, yang mengubah nitrat menjadi nitrogen. Bahan bakar yang berupa direct- methanol sering digunakan karena suhunya yang rendah dan beroperasi pada tekanan atmosfer, ditambah lagi dengan penyimpanan dan penangaan yang mudah dan aman membuat methanol dapat digunakan dalam perlengkapan elektronik (Hikmah, 2010).

## 2.9 Katalis

Katalis merupakan suatu materi atau bahan/zat yang dapat meningkatkan laju reaksi kimia untuk mencapai kesetimbangan dimana katalis terlibat di dalam reaksi secara tidak permanen (Trisunaryanti, 2018).

Katalis memiliki beberapa kegunaan, diantaranya (Widi, 2018):

- Menurunkan penghalang (*barrier*) energi aktivasi ( $E_a$ ).
- Memperoleh/menghasilkan produk lebih cepat.
- Menurunkan suhu reaksi.
- Memperoleh produk metastabil (produk antara) dan bukan produk termodinamika yang disukai (produk akhir).
- Mempertahankan konstanta kesetimbangan ( $K_p$  atau  $K_c$ ) sehingga dapat mempercepat reaksi maju (ke kanan) maupun reaksi balik (ke kiri).

### 2.9.1 Klasifikasi Katalis

Material katalis sangat beragam jenisnya, tergantung dari proses reaksi kimia yang akan dikatalisasi, ukuran molekul reaktan, produk yang dikehendaki, dan kondisi reaksi katalisasi (Trisunaryanti, 2018).

Katalis diklasifikasikan menjadi beberapa kategori yaitu:

#### 1. Katalisis Homogen

Material yang digunakan pada katalisis homogen memiliki fase yang sama dengan reaktan dan produk (Widi, 2018). Menurut Trisunaryanti (2018), katalisis homogen adalah proses kimia yang melibatkan katalis dimana umpan dan katalis memiliki fase yang sama, berupa gas-gas atau cair-cair.

Kelebihan dari proses katalisis homogen yakni katalisis homogen terjadi melalui pembentukan senyawa kompleks dari molekul reaktan dan penataan ulang antar molekul sehingga reaksi ini berlangsung spesifik dan menghasilkan produk yang diinginkan dengan hasil yang tinggi. Namun katalisis homogen memiliki kelemahan, yakni sulit beroperasi secara komersial terutama dengan proses fase cair karena keterbatasan pengoperasian pada suhu dan tekanan, sehingga mengakibatkan rumitnya pengaturan peralatan atau reaktor untuk berlangsungnya proses kimia. Selain itu, katalis homogen sangat sulit dipisahkan dari produk karena berada pada fase yang sama (Widi, 2018).

#### 2. Katalis Heterogen

Material yang digunakan pada proses katalisis heterogen memiliki fase yang berbeda dengan reaktan dan produk, sehingga katalisis terjadi melalui difusi dan adsorpsi molekul reaktan pada permukaan katalis (Widi, 2018).

Katalis heterogen memiliki material yang tersusun atas dua atau lebih komponen. Katalis ini disebut juga sistem logam/pengemban, diantaranya (Trisunaryanti, 2018):

- Logam dan oksidanya/pengemban amorf:  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ /alumina-silika, Ni/alumina-silika, Pd/alumina-silika, dan lain-lain.
- Logam dan oksidanya/pengemban kristalin: Pt/zeolit, Pd/zeolit, Ni/MCM-41,  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ /alumina-silika,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ /clay, dan lain-lain.

Proses katalisis heterogen memiliki beberapa kelebihan, diantaranya memungkinkan pemisahan umpan (reaktan) dan produk dari katalis, pemahaman dan kontrol terhadap teknologi proses menjadi lebih mudah, katalis dapat diregenerasi maupun digunakan kembali, dan dapat dilakukan kontrol terhadap limbah dan komponen beracun (Widi, 2018).

### 2.9.2 Sifat-Sifat Katalis

Katalis bersifat spesifik, dimana katalis tertentu hanya mempercepat reaksi tertentu (Leach, 1983 dalam Tsani, 2011). Pada dasarnya, sifat-sifat katalis adalah:

#### 1. Aktifitas

Keaktifan katalis didefinisikan sebagai kemampuan dari katalis untuk dapat mengubah bahan baku menjadi produk yang dikehendaki. Keaktifan tersebut didapatkan dari kombinasi bahan kimia dan bahan mineralogi. Aktif atau tidaknya katalis tersebut dibuktikan dengan dihasilkannya produk baru yang dikehendaki (Leach, 1983 dalam Tsani, 2011). Aktivitas merupakan tingkat konversi yaitu jumlah mol yang diproduksi per satuan berat dan waktu (Widi, 2018).

#### 2. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan katalis untuk stabil menghadapi racun-racun yang mungkin dapat merusak kinerja dan bentuk dari katalis itu sendiri (Leach, 1983 dalam Tsani, 2011).

#### 3. Selektifitas

Selektifitas didefinisikan sebagai kemampuan katalis dalam menghasilkan produk yang dikehendaki. Hal ini dikarenakan suatu zat dalam suatu proses dapat berperan sebagai penghambat, termasuk katalis. Oleh karena itu, material yang akan digunakan sebagai katalis perlu diteliti (Leach, 1983 dalam Tsani, 2011). Selektifitas juga berarti kemampuan suatu katalis untuk mengarahkan konversi reaktan sepanjang jalur tertentu untuk mendapatkan produk tertentu (Widi, 2018).

#### 4. Umur Katalis

Umur katalis adalah rentang waktu bagi katalis untuk bertahan pada level yang mencukupi sesuai kinerja katalis yang diinginkan (Leach, 1983 dalam Tsani, 2011).

Masa pakai katalis pada umumnya bervariasi, mulai dari menit hingga beberapa tahun. Dengan kondisi aplikasi kimia tertentu, penting bahwa eksploitasi masa hidup katalis maksimum adalah untuk mengoperasikan katalis dalam kondisi stabil selama mungkin (Widi, 2018).

## 5. Regenerasi

Regenerasi merupakan sifat katalis yang dapat dibentuk kembali. Sifat mudah diregenerasi harus dimiliki katalis untuk meminimumkan gangguan yang terjadi saat katalis dioperasikan (Leach, 1983 dalam Tsani, 2011).

## 6. Luas Permukaan Katalis

Luas area permukaan katalis merupakan karakteristik utama katalis heterogen terhadap efektifitas katalitiknya. Secara umum, luas area permukaan katalis dibagi menjadi tiga kategori, yaitu (Widi, 2018):

- Luas area rendah:  $<10 \text{ m}^2/\text{g}$ .
- Luas area tinggi: antara  $10\text{-}100 \text{ m}^2/\text{g}$ .
- Luas area sangat tinggi:  $>200 \text{ m}^2/\text{g}$ .

Luas permukaan yang tinggi dicapai dengan salah satu dari dua cara, yaitu fase aktif dalam bentuk yang sangat berpori atau area luas permukaan inert yang tinggi dimana fase aktif terdispersi di atasnya dalam bentuk kristal kecil yang sangat banyak (Widi, 2018).

## 7. Kekuatan Mekanik

Kekuatan mekanik merupakan kondisi yang harus dimiliki katalis agar dapat digunakan pada proses dengan tekanan dan temperatur tinggi (Leach, 1983 dalam Tsani, 2011).

### 2.9.3 Komponen-Komponen Katalis

Beberapa bahan katalis pada umumnya tersusun dari zat tunggal, namun kebanyakan katalis memiliki tiga komponen yaitu:

#### 1. Komponen Aktif

Komponen aktif berperan untuk reaksi kimia yang utama (Widi, 2018). Komponen aktif merupakan inti katalis yang bertugas mempercepat dan mengarahkan reaksi sehingga komponen ini harus aktif mengkonversikan reaktan dan selektif dalam pembentukan produk (Cahyadi, 2000 dalam Tsani, 2011).

Ukuran pori (kristal) komponen aktif untuk katalis industri berada pada kisaran 50-500 Å. Luas permukaan menurun seiring dengan meningkatnya ukuran kristal. Maka untuk memperoleh aktivitas maksimum dimana membutuhkan luas permukaan maksimum, maka perlu memiliki kristal katalis sekecil mungkin (Widi, 2018).

## 2. Pengemban/Penyangga (*Support*)

Penyangga berfungsi sebagai tempat penebaran komponen aktif dengan tujuan memperluas kontak antara komponen aktif dengan reaktan tanpa mengurangi aktivitas komponen itu sendiri (Cahyadi, 2000 dalam Tsani, 2011).

Pada umumnya, katalis heterogen dapat mengalami *sintering* (penggabungan atau penggumpalan) sampai batas tertentu sehingga dapat menimbulkan penurunan luas permukaan dan mengurangi aktivitas katalis (Widi, 2018). Pengemban dapat memberi celah fisik antara kristal komponen aktif katalis sehingga menghambat terjadinya *sintering* (Widi, 2018).

Menurut Widi (2018), pengemban memiliki banyak fungsi, diantaranya:

- Mempertahankan luas permukaan komponen aktif tetap tinggi.
- Menciptakan permukaan yang stabil dimana komponen aktif terdispersi sedemikian rupa sehingga *sintering* tidak terjadi.
- Berdampak pada stabilitas termal dan kekuatan mekanik partikel katalis.
- Inert dan memberikan efek terhadap porositas

## 3. Promotor

Promotor merupakan zat yang dapat meningkatkan aktivitas katalis dengan peningkatan simultan dalam selektivitas atau efek stabilitas dan promotor dirancang untuk membantu pengemban dan komponen aktif (Widi, 2018). Promotor ditambahkan untuk meningkatkan kinerja katalis dalam jumlah kecil saat pembuatan katalis (Cahyadi, 2000 dalam Tsani, 2011).

Dengan adanya promotor, pengemban terlindungi dari segala gangguan dan perubahan jangka panjang, serta menghambat aktivitas yang tidak diinginkan seperti pembentukan kokas (Widi, 2018). Penambahan promotor direkomendasikan untuk menekan endapan coke pada permukaan katalis dan meningkatkan aktivitas katalis (Sangnikul *et.al*, 2019).