

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Tanaman jarak mempunyai potensi besar dijadikan biodiesel karena minyak jarak merupakan minyak nabati yang bersifat *non edible* atau bukan minyak nabati bahan pangan, sehingga penggunaannya menjadi bahan bakar tidak bersaing dengan minyak pangan (Sumangat, 2008). Minyak jarak sendiri memiliki sifat komposisi kimia tidak seperti pada minyak nabati lainnya, sehingga minyak ini mempunyai nilai tinggi. Kandungan asam lemak pada minyak kastor 90% yang terdiri dari risinoleat, hanya sedikit mengandung asam dihidroksi stearate, linoleat, oleat, dan stearate (Mardiyah, 2011). Komposisi asam lemak minyak jarak di tunjukan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Asam Lemak dari Minyak Jarak Pagar (Hambali dkk, 2007)

Asam Lemak	Komopsisi (% berat)
Myristic acid	0-0,1
Palmatic acid	14,1-15,3
Stearic acid	3,7-9,8
Arachidic acid	0-0,3
Behemic acid	0-0,2
Palmitoleic acid	0-1,3
Linoleic acid	29,0-44,2
Oleic acid	34,3-45,8
Linolenic acid	0-0,3

Minyak jarak memiliki sifat fisikokimia yang berbeda dengan minyak nabati lainnya, minyak jarak sendiri dibedakan dari trigliserida lainnya karena bobot jenis, kelarutan dalam alkohol, viskositasnya yang lebih tinggi dan bilangan asetilnya (Ketaren, 1986). Sifat fisik minyak jarak dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sifat fisik minyak jarak (Indrayati,2009)

Sifat	Satuan	Nilai
Titik nyala ( <i>flash point</i> )	°C	240
Viskositas	mm <sup>2</sup> /detik (30 °C)	17,1-52
Densitas	g/cm <sup>3</sup> (15 °C)	0,920
Kadar air	%	0,07

Selain dari karakteristik minyak jarak ini bahan baku lainnya yang dapat dijadikan biodiesel yaitu dari minyak nabati yaitu minyak jagung. Trigliserida yang terkandung dalam minyak jagung sekitar 98,6% sisanya yaitu bahan non minyak seperti zat warna, abu dan lilin (Sidabutar dkk, 2013). Komposisi asam lemak minyak jagung dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi Asam Lemak Minyak Jagung (Boulifi dkk ,2010)

Komposisi asam lemak	Presentase
Asam palmitat	12
Asam stearate	2,4
Asam linoleat	55,8
Asam oleat	27,3

Minyak jagung juga mempunyai karakteristik yang berbeda dengan minyak nabati lainnya. Selain mempunyai nilai asam lemak minyak jagung memiliki karakteristik yang dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Karakteristik Minyak Jagung (Boulifi dkk, 2010)

Karakteristik	Satuan	Nilai
Viskositas	cSt (40 °C)	39,28
Angka Iod	mg I <sub>2</sub> /g	125,4
Angka asam	mg KOH/g	0,23

Menurut penelitian Tazora (2011) pengaruh metode campuran terhadap mutu biodiesel. Sebelum melakukan pencampuran biodiesel biji karet mempunyai nilai viskositas 4,86 cSt sedangkan nilai setananya sebesar 46,35, sedangkan biodiesel minyak jarak viskositasnya 6,16 cSt dan nilai setananya 53,7. Pencampuran menggunakan dua metode yakni pencampuran minyak bijik karet dengan minyak jarak dan pencampuran biodiesel bijik karet dengan biodiesel jarak. Hasil perbandingan yang paling baik diperoleh pada pencampuran 80% minyak jarak dengan 20% minyak biji karet menghasilkan nilai viskositas sebesar 5,92 serta nilai setananya meningkat, untuk pencampuran biodiesel biji karet dan biodiesel minyak jarak perbandingannya 20% dengan 80% menghasilkan nilai viskositasnya 5,75 cSt dan nilai setannya 51,8 sehingga masuk kedalam SNI dan ASTM.

Menurut Sidabutar dkk (2013) pada penelitiannya pengaruh jumlah katalis dan reaktan pada pembuatan biodiesel dari minyak jagung. Konversi dari minyak jagung menjadi biodiesel meningkat dengan meningkatnya nilai reaktan dan jumlah katalis, konversi tertinggi diperoleh dari reaktan rasio 1:8, katalisnya (NaOH) sebesar 2% dengan waktu reaksi 120 menit maka diperoleh sebesar 96,41%.

Menurut penelitian Kusumaningsih dkk (2006) tentang pembuatan biodiesel minyak jarak dengan variasi suhu dan konsentrasi KOH pada reaksi proses transesterifikasi. Proses transesterifikasi minyak jarak menggunakan suhu optimal yaitu 65°C, sedangkan nilai KOH yang optimal sebesar 0,4 g (0,178 M). Untuk karakteristik biodiesel yang dihasilkan yaitu kadar air 0,204 % wt, dan viskositasnya sebesar 16,32

cSt. Menurut kusumaningsih karakteristik tersebut mendekati spesifikasi biodiesel ASTM.

Menurut penelitian Atmoko dkk (2014) tentang pengaruh temperatur proses transesterifikasi terhadap karakteristik biodiesel minyak goreng bekas. Pada variasi temperatur 30°C, 40°C, 50°C dan 60°C proses transesterifikasi biodiesel pada minyak goreng bekas tidak berpengaruh terhadap karakteristik biodiesel yang dihasilkan.

Sipahutar dkk (2013) melakukan pembuatan biodiesel dari minyak jarak tentang pengaruh waktu dan temperatur terhadap kuantitas biodiesel. Pada variasi waktu 30, 60, 90, dan 120 menit menghasilkan biodiesel dan gliserol dengan perbedaan tidak signifikan. Pada waktu 120 menit menghasilkan konversi reaksi produktivitas sangat baik, yaitu sebesar 99,2% rendemen dan hanya 14,3 g gliserol. Variasi dari waktu 30-120 menit akan menghasilkan kuantitas biodiesel semakin besar.

Sumangat dkk (2008) melakukan pembuatan biodiesel minyak jarak dengan proses transesterifikasi satu dan dua tahap. Proses satu tahap transesterifikasi pada suhu 30°C dengan perbandingan metanolnya 5:1 menghasilkan metil ester yang mempunyai karakteristik optimal dengan viskositasnya kinematik 3,89 cSt, densitasnya 0,88 g/cm<sup>3</sup> dan nilai asamnya sebesar 0,48 mg KOH/sampel. Kemudian nilai rendemen (yield) dihasilkan sebesar 77,99%, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan proses dua tahap yaitu sebesar 70,80%.

Berdasarkan dari tinjauan pustaka diatas penelitian ini akan mempelajari pengaruh waktu dan temperatur reaksi saat pencampuran minyak jarak dan minyak jagung dengan menggunakan tiga level variasi suhu dan tiga level waktu reaksi, lalu dilanjutkan dengan proses reaksi esterifikasi menggunakan campuran methanol dan katalis asam, terakhir dilakukan proses reaksi transesterifikasi mempergunakan campuran methanol dan katalis basa.

## **2.2 Landasan Teori**

Minyak nabati adalah minyak yang dihasilkan dari tumbuhan melalui proses ekstraksi biasanya digunakan dalam makanan dan digunakan buat memasak. Ada beberapa jenis minyak nabati yang dapat digunakan yaitu minyak jagung, minyak kedelai, minyak kelapa sawit, minyak zaitun, minyak bunga matahari dan minyak kemiri, minyak nabati sendiri dibagi menjadi dua golongan yaitu pertama minyak nabati digunakan dalam industri pengolahan makan (*edible oil*) atau dikenal sebagai minyak goreng, minyak kedelai, minyak kelapa sawit dan sebagainya. Kedua yaitu minyak nabati digunakan pengolahan industri non pangan (*non edible oil*) contohnya minyak jarak dan minyak kayu putih (Wijanarko, 2013).

### **2.2.1 Minyak Jarak**

Minyak jarak adalah minyak nabati yang dihasilkan oleh biji tanaman jarak melalui proses ekstraksi. Tanaman jarak termasuk jenis tanaman perdu dengan mempunyai tinggi 1-7 meter bercabang tidak teratur, tanaman ini juga memiliki batang kayu berbentuk silindris dan dapat mengeluarkan getah apabila batang tersebut tergores. Tanaman jarak memiliki daun yang lebar dan berbentuk jantung dengan panjang 5-15 cm, bunga tanaman jarak termasuk bunga majemuk berbentuk malai dan warnanya kuning kehijauan. Tanaman jarak juga memiliki buah yang berbentuk seperti telur dengan diameter 2-4 cm dan mempunyai 3 ruang, masing masing ruang hanya terdapat satu biji berwarna coklat kehitaman dan berbentuk bulat lonjong. Biji jarak juga mengandung minyak dengan rendemen 30-50% dan juga mengandung toksin sehingga tidak baik dikonsumsi oleh manusia (Said dkk, 2010).

### **2.2.2 Minyak Jagung**

Minyak jagung adalah minyak nabati dihasilkan melalui ekstraksi biji jagung, minyak jagung termasuk minyak kaya akan asam lemak tidak jenuh, ialah asam linolenat dan linoleat. Minyak jagung juga berpotensi menjadi bahan pembuatan

biodiesel karna memiliki nilai trigliserida 98,6%, sisanya yaitu merupakan bahan non minyak seperti abu, zat warna dan lilin (Sidabutar dkk, 2013). Minyak jagung termasuk golongan minyak nabati *edible* atau minyak digunakan industri makanan.

### **2.2.3 Biodiesel**

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang dihasilkan dari proses mereaksikan minyak tanaman dengan alkohol menggunakan zat basa yaitu katalis pada suhu dan temperatur tertentu dan menghasilkan dua zat yaitu alkil ester (metil atau etil ester) dan glyserin. Proses tadi biasa disebut proses transesterifikasi, metil ester yang didapat harus dimurnikan berguna untuk menghasilkan biodiesel yang bersih (Havendri, 2008). Biodiesel termasuk bahan bakar yang dapat diperbaharui karna bahan bakunya berasal dari bahan alami dan tidak memerlukan waktu yang sangat lama untuk memperbaharuinya (Dewi, 2015). Bahan baku pembuatan biodiesel diantaranya minyak jagung, minyak kelapa sawit, minyak kedelai, minyak zaitun, minyak nyamplung dan minyak jarak. Biodiesel juga memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan solar, berikut kelebihan biodiesel yaitu:

- a. Memiliki nilai bilangan setana yang tinggi
- b. Merupakan bahan bakar yang tidak beracun dan dapat dibiodegradasi
- c. Mengurangi emisi hidrokarbon, karbon monoksida, NO<sub>x</sub>
- d. Terdapat dalam bentuk cair

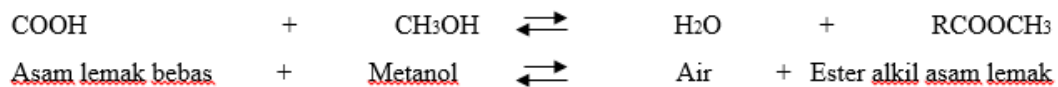
Pemanasan global yang diakibatkan biodiesel tidak seburuk bahan bakar fosil, biodiesel juga dapat langsung digunakan tanpa harus memodifikasi mesin diesel tersebut (Dewi, 2015).

### **2.2.4 Proses Pembuatan Biodiesel**

Proses pembuatan biodiesel mempunyai dua cara yaitu esterifikasi dan transesterifikasi.

### 2.2.4.1 Esterifikasi

Esterifikasi adalah reaksi asam lemak dengan alkohol dan menggunakan katalis asam. Esterifikasi menggunakan katalis asam akan mengkonversi asam lemak bebas (FFA) menjadi ester alkil. Pada umumnya katalis asam seperti asam sulfat dan klorida digunakan pada saat proses esterifikasi, berikut reaksi dari esterifikasi asam lemak menjadi metil ester.

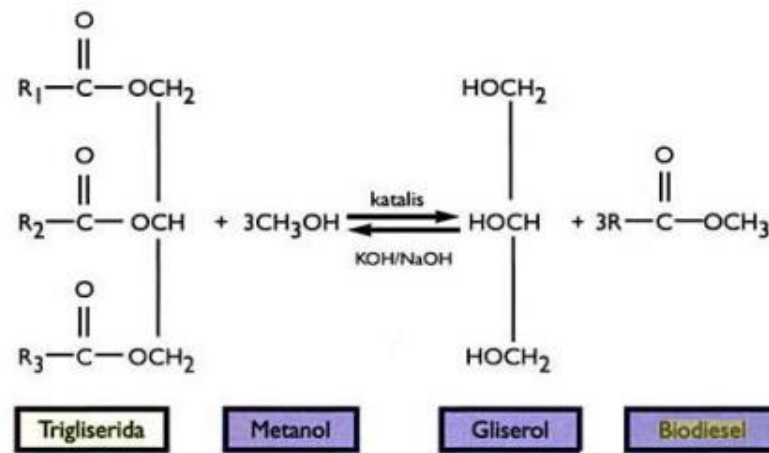


Gambar 2.1 Proses Reaksi Esterifikasi (Nurhayati, 2014)

Reaksi esterifikasi ini merupakan reaksi kesetimbangan endoterm, sehingga diperlukan pemanasan untuk mempercepat reaksi ini. Walaupun reaksi ini sudah dipercepat dengan katalis, namun masih merupakan reaksi kesetimbangan yang relatif lambat. Katalis yang cocok untuk reaksi esterifikasi adalah asam kuat, seperti asam sulfat, asam sulfonat organik, dan resin penukar kation asam kuat. Dalam pelaksanaannya, katalis yang kerap kali digunakan adalah asam sulfat, suhu optimal dalam proses esterifikasi yaitu 60°C (Nurhayati, 2014).

### 2.2.4.2 Transesterifikasi

Transesterifikasi merupakan proses reaksi trigliserida dengan alkohol akan terbentuk alkil ester dengan gliserol (Dewi, 2015). Proses transesterifikasi ini mengeluarkan gliserin dari minyak akan mereaksi asam lemak bebas dengan alkohol menjadi biodiesel. Berikut reaksi yang terjadi proses transesterifikasi pada gambar 2.1



Gambar 2.2 Proses Reaksi Transesterifikasi (Nurhayati, 2014)

Faktor utama yang mempengaruhi rendemen ester yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi adalah rasio molar antara trigliserida dan alkohol, jenis katalis yang digunakan, suhu reaksi, waktu reaksi, kandungan air dan kandungan asam lemak bebas pada bahan baku yang dapat menghambat reaksi. Faktor lain yang mempengaruhi kandungan ester pada biodiesel, diantaranya kandungan gliserol, jenis alkohol yang digunakan pada reaksi transesterifikasi, jumlah katalis sisa dan kandungan sabun. Pada proses transesterifikasi, selain menghasilkan biodiesel, hasil sampingannya adalah gliserin (gliserol). Gliserin dapat dimanfaatkan dalam pembuatan sabun, bahan baku sabun ini berperan sebagai pelembab (Nurhayati, 2014).

### 2.2.5 Metanol

Metanol adalah merupakan senyawa kimia dengan bentuk paling sederhana dengan memiliki rumus  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Metanol sendiri berwujud cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, ringan, tidak berwarna, serta beracun dengan mempunyai aroma yang khas. Metanol ini sangat diperlukan pada pembuatan biodiesel. Dalam proses reaksi esterifikasi dan proses reaksi transesterifikasi menggunakan metanol untuk mengubah keseimbangan reaksi menuju kearah produk. Maka dari itu metanol



sangat diperlukan dalam proses reaksi transesterifikasi dan proses reaksi esterifikasi. (Budiman dkk, 2014).

metanol memiliki reaktivitas sangat tinggi dari alkohol jenis lain. Sifat dari metanol ini berkaitan dengan rantai atom C yang pendek, karna semakin pendek atom C dapat memperkecil hambatan sterik pada saat penyerangan gugus karbonil trigliserida berlangsung. Metanol memiliki nilai densitas 0,792g/ml, nilai titik didihnya yaitu 64,5°C dan memiliki nilai titik lelehnya sebesar -104°C, metanol yang murni sangat mudah terbakar karna memiliki face cair pada suhu 330°C dan memiliki tekanan 1atm. Kelebihan lain yang dimiliki metanol yaitu harganya yang murah , memiliki kelarutan yang sangat baik dibandingkan alkohol lainnya. Metanol juga memiliki kekurangan adalah sifatnya yang sangat beracun (Budiman dkk, 2014).

#### **2.2.6 Katalis**

Katalis merupakan zat kimia yang memiliki fungsi mempercepat laju suatu reaksi serta menurunkan kondisi operasi. Karna proses reaksi transesterifikasi dan reaksi esterifikasi termasuk proses reaksi yang lambat, oleh karena itu memerlukan katalis untuk mempercepat laju proses reaksinya. Katalis pada umumnya memiliki 2 macam yang digunakan pada saat proses reaksi esterifikasi dan transesterifikasi.

##### **2.2.6.1 Katalis Basa**

Katalis basa merupakan katalis yang biasa digunakan dalam proses reaksi transesterifikasi karna katalis basa lebih unggul dengan menghasilkan metil ester yang sangat tinggi konversinya dan sangat lebih cepat rekasinya (Laksono, 2013). NaOH dan KOH merupakan katalis basa yang pada umumnya sering digunakan. Katalis basa KOH yang paling sering digunakan karena kualitas performannya sangat baik dan sangat mudah pemisahannya dibandingkan dengan katalis basa NaOH (Budiman dkk, 2014). Pembuatan biodiesel pada saat ini sangat sering menggunakan katalis basa KOH, karena reaksi dilakukan pada suhu ruang, tingkat nilai konversinya sebesar 80-90% tercapai dalam 5 menit (Knothe dkk, 2002).

### **2.2.6.2 Katalis Asam**

Katalis asam merupakan zat kimia yang digunakan untuk memproduksi biodiesel dari minyak dengan kadar nilai FFA yang sangat tinggi melewati tahap reaksi esterifikasi. Katalis asam yang sangat baik digunakan untuk proses reaksi esterifikasi seperti  $H_2SO_4$ ,  $H_3PO_4$ , dan HCL (Budiman dkk, 2014). Katalis asam ini memiliki sifat korosif sehingga sangat diperlukannya reaktor yang bisa menahan dari sifat katalis asam ini.

### **2.2.7 Sifat Biodiesel**

Pada umumnya biodiesel merupakan bahan bakar cair yang sangat berkaitannya dengan kualitasnya, baik dari segi kualitas pembakaran terhadap mesin diesel maupun kualitas terhadap lingkungan. Beberapa sifat dari biodiesel yaitu viskositas, densitas, nilai kalor, dan flash point.

#### **2.2.7.1 Viskositas**

Viskositas merupakan parameter ukur tingkat kekentalan fluida. Viskositas biodiesel merupakan permasalahan utama karena minyak nabati mempunyai viskositas lebih tinggi dari pada solar. Viskositas yang tinggi atau fluida masih lebih kental akan mengakibatkan kecepatan aliran akan lebih lambat sehingga proses derajat atomisasi bahan bakar akan terlambat pada ruang bakar. Untuk mengetahui nilai suatu viskositas dapat diukur dengan menggunakan alat yaitu viscometer. Maka dari itu bahan bakar harus mempunyai nilai viskositas yang relatif rendah tujuannya agar sangat mudah mengalir dan teratomisasi (Dewi, 2015). Standar viskositas dari biodiesel mengacu pada spesifikasi SNI 7182-2015 nilai viskositas biodiesel pada suhu  $40^{\circ}C$  adalah 2.3 – 6 cSt (Badan Standarisasi Nasional (BSN, 2015).

#### **2.2.7.2 Densitas**

Densitas merupakan berat jenis persatuan volume yang berhubungan dengan massa dan volume dari suatu zat, yang dimana semakin tinggi massa suatu benda

makan massa volumenya juga besar.. Densitas suatu bahan bakar dapat diukur dengan metode ASTM D 287 dan D 1298 dengan satuan  $\text{kg/m}^3$  (Indrayati, 2009). Densitas dapat terpengaruh oleh derajat ketidak jenuhan yang lebih besar ini menyebabkan nilai densitas sangat kecil, sedangkan besarnya nilai rata-rata molekul asam lemak penyusun trigliserida maka nilai densitas minyak tersebut semakin besar (Rahmani, 2008). Indonesia mempunyai standar spesifikasi densitas biodiesel berdasarkan dari SNI 7182-2015 dimana nilai yang diperbolehkan antara 850 sampai 890  $\text{kg/ m}^3$  Pada suhu  $40^\circ\text{C}$  (BSN, 2015).

### **2.2.7.3 Nilai Kalor**

Nilai kalor adalah jumlah energi yang dilepaskan oleh bahan bakar pada saat waktu proses oksidasi terhadap unsur unsur kimia yang ada dalam bahan bakar tersebut. Jika nilai kalor tersebut rendah maka nilai densitas minyak sangat tinggi, begitu pula sebaliknya. Nilai kalor tersebut pada umumnya memiliki satuan  $\text{kCal/kg}$ . Nilai kalor tersebut terbagi dua yaitu LHV (*lower heating value*) dan HHV (*highest heating value*). Nilai kalor bawah atau LHV merupakan nilai kalor yang didapat oleh pembakaran bahan bakar tanpa memperhatikan uap tersebut. Sedangkan nilai kalor atas atau disebut HHV merupakan nilai yang diperoleh dari pembakaran suatu bahan bakar yang memperhatikan kondensasi uap (Napitupulu, 2006).

### **2.2.7.4 Flash Point (Titik Nyala)**

Menurut Silitonga (2013) *flash point* merupakan temperatur dari bahan bakar tersebut akan menyala ketika terkena percikan api. Titik nyala tersebut berbandik terbalik dengan bahan bakar volatilitas. Pada umumnya biodiesel memiliki temperatur titik nyala yang tinggi dibandingkan bahan bakar fosil, untuk temperatur biodiesel tersebut biasanya berkisar  $110\text{-}180^\circ\text{C}$ . Sedangkan bahan bakar fosil memiliki temperatur titik nyala berkisar  $55\text{-}66^\circ\text{C}$ .