

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Chandra et al., (2013) melakukan penelitian tentang pemanfaatan biji buah nyamplung sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Pada penelitian ini minyak biji nyamplung (*C.Inophyllum*) berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku produksi biodiesel, di mana meliputi tentang kandungan pada buah nyamplung (*C.Inophyllum*). Mengandung lipid (63,1%), fiber (16,64%), abu (3,22%), protein (3,42%), kelembaban (4,15%), nitrogen free extract (13.62%), dan memiliki nilai kalori 6092 kal/gr. Pada lipid mengandung asam lemak bebas (8,23%), *monogliserida* (3,93%), *digliserida* (3,37%), *trigliserida* (81,06%), dan *bioactive* (3,4%). Hasil penelitian menyimpulkan bahwa minyak biji Nyamplung berpotensi sebagai bahan baku biodiesel.

Setyaningsih et al., (2004) melakukan penelitian tentang *blending of jatropha oil with other vegetable oils to improve cold flow properties and oxidative stability of its biodiesel*. Pada penelitian ini bahwa minyak jarak kaya akan asam lemak tidak jenuh dibandingkan dengan minyak nabati lainya seperti minyak sawit dan kelapa yang kaya akan asam lemak jenuh. Penelitian ini menggunakan 2 metode yakni metode 1 adalah pencampuran dalam bentuk biodiesel dan metode 2 adalah bentuk minyak sebelum proses biodiesel. Pencampuran metode 2 menghasilkan titik awan yang lebih tinggi dan titik tuang yang lebih rendah dibanding metode 1 dan nilainya relatif konstan. Sifat dari tiap senyawa murni lebih baik dibandingkan dengan biodiesel murni, misal: *Jatropha* biodiesel konsentrasi 50-70% campuran *jatropha*-kelapa memiliki titik uap yang lebih baik dan titik tuang (9°C dan -6°C, masing-masing), dibandingkan dengan jarak pagar biodiesel (12°C, 0°C) dan kelapa biodiesel (15°C, 9°C).

(Kartika et all., (2008), Melakukan penelitian tentang pemurnian minyak nyamplung dan aplikasinya sebagai bahan bakar nabati. Penelitian ini menggunakan proses degumming dan netralisasi pada pemurnian minyak

nyamplung dengan penambahan larutan asam fosfat 20% sebesar 0,2% dan netralisasi dengan larutan NaOH pada konsentrasi 18<sup>o</sup>Be. Perlakuan ini menghasilkan *loss* minyak 36,8% bilangan asam 0,23 mg NaOH/g bilangan peroksida 7 meq/kg kadar abu 0,003% viskositas 32,5 cP dan nilai kalor 9088,08 cal/g. Parameter yang digunakan adalah standar BNN.

Rizkita A A et all, (2016) Melakukan penelitian tentang pengaruh suhu dan waktu proses terhadap mutu biodiesel dari minyak nabati dengan katalis basa. penelitian ini menunjukkan bahwa semakin bertambahnya suhu proses dan semakin lama waktu proses maka densitas yang dihasilkan semakin kecil, hal ini disebabkan karena semakin lama waktu reaksi maka akan memberikan banyak kesempatan untuk partikel-partikel reaktan dapat bertumbukan. Selain itu, dengan meningkatnya suhu reaksi maka partikel reaktan akan bergerak lebih cepat sehingga intensitas tumbukan antar partikel reaktan akan semakin intens dan semakin efektif sehingga dihasilkan densitas yang rendah. densitas terkait dengan viskositas, semakin besar densitasnya maka semakin besar pula viskositasnya.

Pencampuran minyak Jarak dengan jenis minyak lain pernah dilakukan oleh (Hastono & Prasetyo, 2010) melakukan penelitian tentang pengukuran nilai kalor berbagai campuran bahan bakar minyak nabati, dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa minyak Jarak Pagar (CJO) memiliki viskositas, densitas, indeks bias, bilangan asam, dan bilangan iod yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan minyak Kelapa Sawit dan minyak goreng bekas, serta nilai kalor yang lebih rendah dari minyak Kelapa Sawit dan minyak goreng bekas, sehingga semakin besarnya kuantitas minyak Jarak Pagar maka semakin tinggi nilai *viskositas*, *densitas*, indeks bias, bilangan asam, dan bilangan iod. Namun pada penelitian tersebut menggunakan parameter viskositas, densitas dan nilai kalor, sedangkan untuk angka *flash point* dan kandungan asam lemak belum dilakukan.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Minyak Nabati

Minyak nabati merupakan cairan kental yang berasal dari ekstrak tumbuh-tumbuhan. Minyak nabati termasuk dalam lipid, yaitu senyawa organik alam yang tidak larut dalam air, namun dapat larut pada pelarut organik non polar seperti senyawa hidrokarbon. Minyak nabati memiliki komposisi utama yaitu senyawa gliserida dan asam lemak dengan rantai C yang panjang. Asam lemak merupakan asam karboksilat yang dihasilkan dari proses hidrolisis lemak, biasanya berantai karbon panjang dan tidak bercabang (Wijayanti, 2008).

Gliserida merupakan ester dari gliserol, yang terdiri dari monogliserida, digliserida, dan trigliserida. Secara umum penyusun utama minyak nabati merupakan trigliserida sebesar 90-98%. Trigliserida merupakan tiga molekul asam lemak yang terikat pada gliserol. Secara umum trigliserida minyak dan lemak alam merupakan trigliserida campuran, dan biasanya ketiga bagian asam lemak trigliserida tidak sama. Jika terdapat ikatan tak jenuh, maka asam lemak dengan panjang rantai yang sama akan memiliki titik cair yang lebih kecil. Apabila titik cair tinggi, berarti rantai atom C semakin panjang (Wijayanti, 2008). Kandungan asam lemak pada minyak nabati dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Kandungan asam lemak pada minyak nabati (Wijayanti, 2008).

Jenis Asam Lemak	Nama Sistematis	Struktur	Formula
Asam Laurat	Dodekanoat	12:0	$C_{12}H_{24}O_2$
Asam Miristat	Tetradekanoat	14:0	$C_{14}H_{28}O_2$
Asam Palmiat	Heksadekanoat	16:0	$C_{16}H_{32}O_2$
Asam Stearat	Oktadekanoat	18:0	$C_{18}H_{36}O_2$
Asam Arakidat	Eikosanoat	20:0	$C_{20}H_{40}O_2$
Asam Behenat	Dokosanoat	22:0	$C_{22}H_{44}O_2$
Asam Lignoserat	Tetrakosanoat	24:0	$C_{24}H_{48}O_2$
Asam Oleat	cis-9-Oktadekenoat	18:1	$C_{18}H_{34}O_2$
Asam Linoleat	cis-9,cis-12-Oktadekadienoat	18:2	$C_{18}H_{32}O_2$
Asam Linolenat	cis-9,cis-12-15-Oktadekatrienoat	18:3	$C_{18}H_{30}O_2$
Asam Erukat	cis-13-Dokosenoat	22:1	$C_{22}H_{42}O_2$

### 2.2.2 Bahan Bakar Nabati

Bahan bakar nabati (BBN) merupakan segala jenis bahan bakar yang dihasilkan dari minyak nabati. Beberapa bahan bakar yang termasuk dalam BBN adalah biodiesel, bioetanol, dan bio-oil (minyak nabati murni). Bio-oil adalah minyak nabati murni atau *pure plant oil* (PPO) yang tidak mengalami perubahan kimia (Prastowo, 2007). *Pure plant oil* dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar untuk meminimalisir konsumsi minyak bakar, solar industri, ataupun minyak diesel dengan standar tertentu (Sugiyono, 2008). Standar bahan bakar nabati murni dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Standar dan Mutu Bahan Bakar Nabati Murni Untuk Bahan Bakar Motor diesel. (Direktorat Jenderal Energi Terbarukan Kementerian ESDM, 2013)

NO	PARAMETER UJI	SATUAN, Min/Max	PERSYARATAN
1	Angka Asam	mg-KOH/g, maks	2,0
2	Kadar Fosfor	mg/kg, maks	10
3	Kadar Air dan Sedimen	%-vol.,maks	0,075
4	Kadar Bahan Tak Tersabunkan	%-berat.,maks	2,0
5	Viskositas Kinematik	mm <sup>2</sup> /s (cSt), maks	6
6	Kadar Abu Tersulfatkan	%-massa, maks	0,02
7	Angka Penyabunan	mg KOH/g	180-265
8	Angka Iodium	g-I <sub>2</sub> / 100 g, maks	115
9	Titik Nyala	°C, min	100
10	Kadar Residu Karbon	%-massa, maks	0,4
11	Densitas	kg / m <sup>3</sup> , maks	900
12	Angka Setana	Min	39
13	Kadar Belerang	%-massa, maks	0,01

### 2.2.3 Minyak Nyamplung

Tanaman nyamplung berpotensi untuk dikembangkan sebagai tanaman non pangan. Di hutan Indonesia tanaman nyamplung telah dibudidayakan sebagai tanaman pemecah angin (*wind breaker*) dan biasa tanaman ini ditanam di daerah tepi pantai atau lahan-lahan kritis. Tanaman nyamplung tersebar di Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi, Maluku dan NTT saat ini mencapai 255.350 ha

(Balitbang Kehutanan, 2008). Pemanfaatan terbesar tanaman nyamplung, selain kayu, adalah bijinya.

Biji nyamplung mempunyai rendemen yang tinggi, antara 40-73%, dan rendemen biodiesel 13-45%. Tingkat produksi biji nyamplung per tahun dapat mencapai 20 ton/ha jika dibandingkan dengan jarak. Potensi minyak nyamplung yang dihasilkan di Indonesia cukup besar, yaitu 39.405,6 ton/ tahun atau 43.784.000 kl/ tahun. Kandungan dari minyak biji nyamplung sangat tinggi yaitu 50-73% (Dweek dan Meadows, 2002; Kilham, 2003) dibandingkan sawit 46-54% dan jarak pagar 40-60% (Gubiz dkk., 1999).

Minyak nyamplung memiliki ciri fisik berwarna hijau gelap dan tergolong minyak dengan asam lemak tak jenuh sekitar 71 %, dan berantai karbon panjang. Komposisi asam lemak minyak Nyamplung dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Komposisi asam lemak minyak Nyamplung (Budiman dkk, 2014)

Asam Lemak	Komposisi (%)
Asam Palmitat	17,9 %
Asam Hydnocarpic	2,5 %
Asam Stearat	18,5 %
Asam Oleat	42,7 %
Asam Linoleat	13,7 %
Asam Linolenat	2,1 %
Asam Lignocerate	2,6 %

Karakteristik pada minyak nyamplung meliputi: *viskositas*, *densitas* dan titik nyala dapat dilihat pada tabe 2.4.

Tabel 2. 4 Karakteristik minyak Nyamplung (Budiman dkk, 2014)

Karakteristik	Nilai
<i>Viskositas</i> pada suhu 40°C	55,478 mm <sup>2</sup> /s
<i>Viskositas</i> pada suhu 100°C	9,5608 mm <sup>2</sup> /s
<i>Densitas</i> pada suhu 40°C	0,9249 kg/m <sup>3</sup>
Titik Nyala	236,5°C

Minyak Nyamplung tidak termasuk dalam tanaman pangan sehingga tidak mengganggu ketersediaan pangan, karena mengandung *saponins* yang beracun sehingga tidak dapat dikonsumsi. Minyak nyamplung yang telah diubah menjadi

biodiesel lalu dicampurkan dengan solar kuantitas minyak nyamplung yang lebih tinggi dapat mengurangi asap knalpot, akan tetapi sedikit meningkatkan emisi  $\text{NO}_x$  dan CO (Budiman dkk, 2014).



Gambar 2.1 Bunga, Buah, Biji dan Pohon Nyamplung

### 2.2.2 Minyak Jarak

Jarak pagar (*Jatropha curcas L*, *Euphorbiaceae*) merupakan tumbuhan semak berkayu yang banyak ditemukan di daerah tropik. Walaupun telah lama dikenal sebagai bahan pengobatan dan racun, saat ini telah mendapat perhatian sebagai sumber bahan bakar nabati. Jarak pagar memiliki kandungan minyak yang tinggi, minyak jarak juga tidak bersaing untuk pemanfaatan lain (contoh jika dibandingkan dengan minyak kelapa sawit dan minyak kelapa), dan juga memiliki karakteristik agronomi yang menarik.

Biji jarak pagar memiliki bentuk lonjong dan memiliki warna coklatkehitaman (Departemen Teknologi Pertanian USU, 2005) ditunjukkan gambar 2.2. Komposisi senyawa dari biji jarak terdiri dari minyak/lemak 38%, protein 18%, serat 15.5%, air 6.2%, abu 5.3% dan karbohidrat 17%. (Julianti, 2005)



Gambar 2.2 Biji, Buah dan Pohon Jarak Pagar

Minyak jarak merupakan cairan bening memiliki warna kuning dan berbau khas, minyak jarak tidak keruh meskipun disimpan dalam jangka waktu yang lama. Sifat fisik yang ada pada minyak jarak meliputi : Titik nyala  $236^{\circ}\text{C}$ , Berat jenis pada  $20^{\circ}\text{C}$   $0.9177\text{g/cm}^3$ , *Viskositas* pada  $30^{\circ}\text{C}$   $49.15\text{Mm}^{2/s}$ , Kandungan air 935 ppm, Kandungan sulfur  $<1$  ppm. (Hambali *et al.*, 2007). Asam lemak yang terkandung dalam minyak Jarak dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2. 5Kandungan asam lemak dalam minyak Jarak (Hambali *et al.*, 2007)

Asam Lemak	Komposisi (%)
Asam Palmitat	12-17
Asam Stearat	2-10
Asam Oleat	35-64
Asam Linoleat	19-42
Asam Ricinoleat	.....

Karakteristik pada minyak Jarak meliputi: *densitas*, *viskositas*, angka setana, angka iod, angka asam, titik nyala, *pour point* dan *cloud point* serta angka saponifikasi dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Karakteristik minyak Jarak (Budiman dkk, 2014)

Karakteristik	Nilai
<i>Densitas</i>	967,3 kg/m <sup>3</sup>
<i>Viskositas</i> pada 40°C	240,12 cSt
Angka Setana	42
Angka Iod	84,4 cg I/kg
Angka Asam	0,7 mg KOH/g
Titik Nyala	260°C
<i>Pour Point</i>	14°C
<i>Cloud Point</i>	1°C
Angka Saponifikasi	181,4 mg KOH/g

Kelebihan dari minyak Jarak ialah penggunaan minyak Jarak sebagai bahan bakar dapat mengurangi kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer, tanaman Jarak tidak termasuk dalam tanaman pangan sehingga tidak akan mengganggu ketersediaan pangan, minyak Jarak mengandung racun berupa *phorbol ester* sehingga tidak dapat dikonsumsi. Tetapi, minyak jarak memiliki *viskositas* sepuluh kali lebih besar dari bahan bakar diesel, hal ini disebabkan karena berat molekul dan struktur kimia yang besar. hal ini yang menyebabkan permasalahan minyak jarak saat digunakan sebagai bahan bakar.

Maka dari itu perlu dilakukan modifikasi agar *viskositas* pada minyak jarak turun sehingga dapat dipakai sebagai bahan bakar diesel. Kualitas biodiesel/bahan bakar nabati dari minyak jarak dengan berbagai metode, diantaranya proses *mikro-emulsifikasi*, pirolisis, transesterifikasi atau dengan mencampur minyak Jarak dengan Solar (Budiman dkk, 2014).

### 2.2.3. Sifat Fisika Kimia Bahan Bakar Cair

Bahan bakar sebelum digunakan pada mesin ataupun peralatan tertentu perlu diketahui karakteristiknya terlebih dahulu agar tercapai pembakaran yang optimal, karakteristik bahan bakar yang perlu diketahui meliputi:

### 2.2.3.1. *Densitas*

*Densitas* (kerapatan) merupakan massa minyak per satuan volume yang didapatkan pada suhu tertentu. *Densitas* minyak sangat dipengaruhi oleh tingkat asam lemak jenuh penyusun dari minyak itu sendiri. Nilai *densitas* akan semakin menurun seiring dengan makin kecilnya berat molekul pada komponen asam lemak.

*Densitas* dapat dituliskan dengan persamaan 2.1:

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :  $\rho$  = rapat massa (kg/m<sup>3</sup>)

m = massa (kg)

V = volume (m<sup>3</sup>)

### 2.2.3.2. *Viskositas*

*Viskositas* (kekentalan) merupakan sifat fluida untuk melawan tegangan geser ketika mengalir, tingkat kekentalan juga dapat didefinisikan sebagai besarnya tahanan fluida pada saat mengalir di bawah pengaruh tekanan yang dikenakan. Dapat dikatakan, besarnya nilai *viskositas* adalah perbandingan antara tegangan geser yang bekerja dengan gaya gesek (Tambun, 2009)

*Viskositas kinematik* dapat dituliskan dengan persamaan 2.2 :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan :  $\nu$  = *viskositas kinematik* (mm<sup>2</sup>/s)

$\mu$  = *viskositas dinamik* (Ns/m<sup>2</sup>)

$\rho$  = rapat massa (kg/m<sup>3</sup>)

### 2.2.3.3. *Flash Point (Titik Nyala)*

*Flash Point* (Titik Nyala) merupakan suhu terendah pada suatu bahan bakar cair mulai terbakar ketika bereaksi dengan udara. Apabila nyala terjadi terus menerus, maka suhu tersebut dinamakan titik bakar (*fire point*). Ketika titik nyala terlalu tinggi akan berakibat semakin lama waktu titik nyala, sedangkan pada saat titik nyala terlalu rendah akan menyebabkan timbulnya ledakan kecil yang terjadi

sebelum bahan bakar masuk ke ruang bakar atau di sebut dengan denotasi. Selain itu juga dapat menambah bahaya resiko kebakaran pada waktu penyimpanan (Tambun, 2009).

#### **2.2.3.4. Nilai Kalor**

Nilai kalor berpengaruh terhadap efisiensi bahan bakar, semakin besar nilai kalor maka semakin efektif bahan bakar yang digunakan sesuai dengan kebutuhan. Nilai kalor pada bahan bakar merupakan penentu jumlah konsumsi bahan bakar yang digunakan pada satuan waktu. Semakin tinggi nilai kalor maka pemakaian bahan bakar semakin sedikit. Dalam hal ini, belum ada parameter khusus untuk nilai kalor maksimal yang harus dimiliki oleh bahan bakar mesin diesel (Tambun, 2009).

#### **2.2.3.5. Angka Setana**

Angka setana merupakan seberapa cepat bahan bakar yang dapat diinjeksikan ke ruang bakar, sehingga dapat terbakar secara spontan. Semakin rendah angka setana maka semakin lama proses penyalaan bahan bakar karena memerlukan suhu penyalaan yang lebih tinggi (Tambun, 2009). Angka setana digunakan sebagai parameter untuk menunjukkan kualitas dari bahan bakar diesel. Besarnya angka setana menunjukkan kualitas bahan bakar diesel untuk terbakar dengan sendirinya dalam temperatur dan tekanan tertentu dalam ruang bakar mesin diesel. Pada sisi lain angka setana yang rendah mengakibatkan emisi gas buang yang tinggi (Budiman dkk, 2014).

#### **2.2.3.6. Angka Iodium**

Angka iod atau bilangan iodin merupakan banyaknya gram iod yang dapat diserap oleh 100 g minyak ataupun lemak. Ikatan rangkap pada asam lemak tidak jenuh akan bereaksi dengan iodin atau senyawa-senyawanya dalam jumlah yang besar (Carolina, 2009). Angka iodium juga menunjukkan jumlah ketidak jenuhan dalam asam lemak yang dinyatakan dengan gam iodium yang dapat bereaksi pada 100 gam biodiesel. Angka iodium ini dapat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui stabilitas oksidatif biodiesel (Budiman dkk, 2014)