

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Fajar dan Sudargana (2012) meneliti tentang pengukuran viskositas dan nilai kalor bio-diesel minyak bawang dengan variasi temperatur dan kadar minyak bawang. Pengujian viskositas dilakukan dengan suhu dari 7°C-10°C dengan rentang 1°C dan 10°C-90°C dengan rentang 5°C. Pengukuran nilai kalor dan viskositas pencampuran solar-minyak bawang dengan komposisi 0 sampai 30% minyak bawang dengan rentang 5%. Hasil pengujian viskositas biodiesel murni pada suhu 7°C memiliki nilai 664 cP, dengan suhu tersebut sudah membentuk gel. Hasil pengujian didapatkan bahwa biodiesel minyak bawang murni nilai kalor sebesar 9380 Cal/g, sedangkan solar sekitar 10900Cal/g. Pada pencampuran biodiesel-solar menghasilkan nilai kalor yang lebih rendah. Sedangkan untuk variasi campuran dengan rentang 5% pada suhu 7°C memiliki nilai viskositas sekitar 10 cP-11 cP.

Wahyuni dkk (2015) meneliti tentang pengaruh suhu proses dan lama pengendapan terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah. Metode yang digunakan yaitu variasi suhu 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, dan 80°C dan lama waktu penyelesaian selama 48 jam, 96 jam, 144 jam, 192 jam, dan 240 jam sebagai variabel bebas, variabel pengontrol adalah waktu pengadukan selama 5 menit, kecepatan pengaduk 1050 rpm, basis katalis (NaOH), cairan *methoxide* adalah 20%. Dengan hasil jika suhunya lebih besar viskositas dan densitasnya menurun. Sedangkan hasil tertinggi adalah 76% yang dihasilkan oleh variasi suhu 50, rata-rata titik nyala (*flash point*) >110°C. Variasi waktu pengendapan bukanlah pengaruh yang signifikan dalam pembuatan biodiesel dengan rata-rata untuk semua variasi viskositas antara 5,7-5,8 cSt, densitas yang didapat sekitar 861 kg/m<sup>3</sup>, titik nyala (*flash point*) >110°C.

Musadhaz (2012) meneliti tentang pembuatan biodiesel biji karet dan biodiesel sawit dengan instrument ultrasonik serta karakteristik campuran minyak. Pada penelitian ini menggunakan metode konvensional, mereaksikan minyak

dengan methanol dan katalis selama satu jam pada suhu 65°C menggunakan pengaduk mekanis. Waktu reaksi dari metode konvensional ini dapat dipersingkat dengan menerapkan energi ultrasonik. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa transesterifikasi ultrasonik minyak sawit memberikan hasil lebih besar dari metode konvensional yaitu rendemen berkisar antara 96,52% sampai 98,03% dan jumlah asam berkisar antara 0,50 sampai 0,63 mg KOH/g. Pada metode transesterifikasi ultrasonik berhasil menurunkan nilai asam minyak biji karet, lebih kecil dari nilai asam 30 menit dengan esterifikasi konvensional. Transesterifikasi ultrasonik hanya berhasil menghasilkan biodiesel dari minyak karet yang telah melalui esterifikasi ultrasonik 30 menit yaitu 78,84% dan melalui esterifikasi konvensional satu jam yaitu 91,55%. Dari campuran kedua biodiesel tersebut memenuhi standar SNI-04-7182-2006 mengenai karakteristik nilai asam, kerapatan, dan viskositas.

Sumarsono (2008) melakukan pengujian motor diesel dengan menggunakan campuran bahan bakar minyak jarak pagar diesel telah untuk menganalisis pengaruh komposisi campuran bahan bakar terhadap kinerja motor dan emisi gas buang. Metode pengujiannya adalah persentase minyak jarak dalam campuran bahan bakar adalah 0%, 10%, 30%, 50% dan 100%. Untuk setiap campuran bahan bakar komposisi dan putaran motor konstan 2000 rpm dengan beban tenaga listrik dari 0 dan 2 kW, data mengenai konsumsi bahan bakar, minyak pelumas suhu dan emisi gas buang diukur. Hasil tes ditunjukkan semakin tinggi persentase minyak jarak dalam campuran bahan bakar, semakin tinggi konsumsi bahan bakar dan emisi karbon dioksida dan nitrogen oksidasi pada gas buang. Namun semakin rendah emisi gas buang hidrokarbon, oksigen dan asap hitam gas buang.

Mahmud, dkk (2010) meneliti tentang pengukuran nilai kalor sebagai campuran bahan bakar minyak nabati dengan cara mencampurkan minyak jarak dengan jenis minyak lain. Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa minyak jarak pagar memiliki viskositas, densitas, bilangan asam, dan asam lemak tidak jenuh yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan minyak kelapa sawit dan minyak goreng bekas. Nilai kalor minyak jarak pagar lebih rendah dari minyak

kelapa sawit dan minyak goreng bekas. Hal ini menyebabkan semakin besarnya kuantitas minyak jarak pagar maka semakin tinggi nilai viskositas, densitas, bilangan asam, dan asam lemak tidak jenuh. Namun pada penelitian tersebut menggunakan parameter viskositas, densitas dan nilai kalor, sedangkan untuk angka *flash point* dan kandungan asam lemak belum dilakukan.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 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, 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).

Spesifikasi biodiesel yang akan melalui proses pencampuran harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Standar tersebut dapat memastikan bahwa biodiesel yang dihasilkan dari reaksi pemrosesan bahan baku minyak nabati sempurna yaitu bebas gliserol, katalis, alkohol, dan asam lemak bebas. Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) melalui Standar Nasional Indonesia (SNI) syarat mutu biodiesel di Indonesia yaitu SNI 7182-2015 seperti pada tabel berikut.

**Tabel 2.1 Syarat Mutu Biodiesel 7182-2015 (Badan Standarisasi Nasional, 2015)**

No	Parameter uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40°C	kg/m <sup>3</sup>	850 – 890
2	Viskositas kinematik pada 40°C	mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Angkasetana	Min	51
4	Titik nyala	°C, min	100

No	Parameter uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
5	Titik kabut	°C, maks	18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C)		nomor 1
7	Residu karbon dalam contoh asli/dalam 10% ampas distilasi	%-massa, maks	0,05
8	Air dan sedimen	%-volume, maks	0,05
9	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360
10	Abu tersulfatkan	%-massa, maks	0,02
11	Belerang	mg/kg, maks	50
12	Fosfor	mg/kg, maks	4
13	Angka asam	Mg-KOH/g, maks	0,5
14	Gliserol bebas	%-massa, maks	0,02
15	Gliserol total	%-massa, maks	0,24
16	Kadar ester metil	%-massa, min	96,5
17	Angka iodium	%-massa (g-I <sub>2</sub> /100g), maks	115
18	Kestabilan oksidasi Periode induksi metode rancimat atau Periode induksi metode petro oksidasi	menit	480 36
19	Monogliserida	%-massa, maks	0,8

### 2.2.2 Minyak Nabati

Minyak nabati merupakan cairan kental yang berasal dari ekstrak tumbuhan-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 panjang dan tidak bercabang (Wijayanti, 2008).

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).

### 2.2.3 Minyak Jarak

Jarak pagar (*Jatropha curcas L*, *Euphorbiaceae*) merupakan tumbuhan semak berkayu yang banyak ditemukan di daerah tropis. 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 berbentuk lonjong seperti pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Biji, dan Buah Jarak Pagar**

Minyak jarak merupakan cairan bening memiliki warna kuning dan berbau khas, minyak jarak tidak keruh meskipun disimpan dalam jangka waktu yang lama (Hambali, dkk, 2007). Asam lemak yang terkandung dalam minyak jarak dapat dilihat pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Kandungan asam lemak dalam minyak jarak (Hambali, dkk, 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 iodium, angka asam, titik nyala, *pour point* dan *cloud point* serta angka saponifikasi dapat dilihat pada tabel 2.3.

**Tabel 2.3**Karakteristik minyak jarak (Budiman, dkk, 2014)

Karakteristik	Nilai
Densitas	967,3 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas pada 40°C	240,12 cSt
Angka Setana	42
Angka Iodium	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).

#### **2.2.4 Minyak Kelapa Sawit**

Kelapa sawit termasuk tumbuhan pohon. Tingginya dapat mencapai 24 meter. Bunga dan buahnya berupa tandan, serta bercabang banyak. Buahnya kecil dan apabila masak, berwarna merah kehitaman. Daging buahnya padat, dimana daging dan kulit buahnya mengandung minyak. Minyak kelapa sawit tersebut digunakan sebagai bahan minyak goreng, sabun, lilin, maupun sebagai bahan bakar biodiesel. Ampasnya dapat dimanfaatkan untuk makanan ternak, khususnya sebagai salah satu bahan pembuatan makanan ayam. Tempurungnya dapat digunakan sebagai bahan bakar dan arang (Kementrian Perindustrian, 2007). Contoh buah kelapa sawit seperti ditunjukkan pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2 Buah kelapa sawit (Bernard, 2009)**

Minyak sawit diperoleh dari proses pengempaan daging buah kelapa sawit berbentuk kasar berwarna kuning kemerah merahan sampai warna merah tua. Minyak hasil pengempaan daging buah kelapa sawit dinamakan *crude palm oil* (wijayanti, 2008). Komposisi asam lemak minyak kelapa sawit sangat

menentukan sifat fisik dan kimia dari minyak kelapa sawit. Minyak kelapa sawit dan inti minyak kelapa sawit merupakan susunan dari *fatty acids, esterified*, serta gliserol yang masih banyak lemaknya (Kementrian Perindustrian, 2007). Komposisi asam lemak pada minyak sawit dapat dilihat pada tabel 2.4.

**Tabel 2.4 Komposisi asam lemak minyak sawit (CPO), fraksi olien, dan fraksi stearin, (Wijayanti, 2008)**

Jenis asam lemak	Persen komposisi		
	CPO	Olein	Stearin
Asan laurat	0-0,4	0,1-0,5	0,1-0,6
Asam Miristat	0,6-1,7	0,9-1,4	1,1-1,9
Asam palmitat	41,1-47,0	7,9-41,7	47,2-73,8
Asam Stearat	3,7-5,6	4,0-4,8	4,4-5,6
Asam Oleat	38,2-43,6	40,7-43,9	15,6-37,0
Asam Linoleat	6,6-11,9	10,5-14,3	3,2-9,8
Asam Linolenat	0-0,6	0,1-0,6	0,1-0,6
Asam Arakidat	-	0,2-0,5	0,1-0,6

### 2.2.5 Sifat Fisik Bahan Bakar Cair

Karakteristik bahan bakar cair yang akan dipakai pada penggunaan tertentu untuk mesin atau peralatan lainnya perlu diketahui terlebih dahulu,



dengan tujuan agar hasil pembakaran dapat tercapai secara optimal. Secara umum karakteristik bahan bakar cair yang perlu diketahui adalah sebagai berikut.

### 2.2.5.1 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar tertentu dengan oksigen. Nilai kalor berbanding terbalik dengan berat jenis (densitas). Pada volume yang semakin besar berat suatu minyak, semakin tinggi nilai kalornya (Kholidah, 2014).

Nilai kalor untuk bahan bakar cair ditentukan dengan pembakaran dengan oksigen bertekanan pada *bom calorimeter*. Peralatan ini terdiri dari *container stainless steel* yang dikelilingi bak air. Bak air tersebut bertujuan meyakinkan bahwa temperatur akhir produk akan berada sedikit diatas temperatur awal reaktan, yaitu 25°C. Nilai kalor diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan untuk suatu mesin dalam suatu periode. Nilai kalori umumnya dinyatakan dalam satuan Cal/kg atau Btu/lb (satuan *british*) (Kholidah, 2014).

### 2.2.5.2 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.

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

Keterangan:

$v$  = viskositas kinematik (cSt)

$\mu$  = viskositas dinamik (*Poise*)

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

### 2.2.5.3 Titik Nyala/*Flash Point*

Titik Nyala (*Flash Point*) 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).

### 2.2.5.4 Densitas

Massa jenis menunjukkan perbandingan massa persatuan volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel persatuan volume bahan bakar. Densitas merupakan perbandingan massa terhadap volume, semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin tinggi massa setiap volumenya. Minyak yang mempunyai berat jenis tinggi berarti minyak tersebut mempunyai kandungan panas (*heating valve*) yang rendah (Kholidah, 2014). Kenaikan temperatur menyebabkan volume suatu zat bertambah, sehingga massa jenis dan volume suatu zat yang memiliki hubungan berbanding terbalik (Anjarsari, 2015).

Secara matematika massa jenis dinyatakan dengan persamaan 2.1.

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

Keterangan:

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

$m$  = massa (kg)

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