

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Jarak Kepyar (*Ricinus communis L*) adalah tanaman sumber minyak nabati dari famili *Euphorbiaceae* yang dapat tumbuh dan berkembang baik pada lahan kering dan marginal. Saat ini Jarak Kepyar semakin populer karena tuntutan pemenuhan kebutuhan bahan bakar minyak. Selain sebagai penghasil biodiesel, minyak Jarak Kepyar (*Castor Oil*) juga merupakan sumber bahan kimia yang digunakan pada industri terbarukan (Santoso, 2014).

Pencampuran menggunakan dua metode yaitu metode dengan mencampurkan minyak dari biji Karet dan biji Jarak Pagar dan mencampurkan biodiesel biji Karet dengan biodiesel Jarak Pagar. Adapun hasil terbaik yang diperoleh yaitu pada pencampuran 20% biodiesel biji Karet berbanding 80% biodiesel Jarak Pagar yang menghasilkan nilai viskositas kinematik dan bilangan setana yang terbaik (Tazora, 2011).

Pencampuran antara minyak Jarak dan minyak Kelapa dilakukan dengan menggunakan dua metode yakni pencampuran dalam bentuk biodiesel dan dalam bentuk minyak sebelum proses biodiesel. Pencampuran sebelum proses biodiesel menghasilkan titik awan yang lebih tinggi dan titik tuang yang lebih rendah dibanding dalam keadaan telah menjadi biodiesel dan nilainya relatif konstan (Setyaningsih, 2010).

Minyak Jarak memiliki viskositas cenderung jauh lebih tinggi dari minyak sawit. Upaya peningkatan kualitas biodiesel dapat dilakukan dengan cara pencampuran minyak nabati baik itu dalam bentuk biodiesel maupun dalam bentuk minyak sebelum proses biodiesel (Indrayati, 2009).

Kecepatan pengadukan pada proses pencampuran berkaitan dengan kehomogenan campuran, agar pencampuran berlangsung sempurna. Semakin tinggi kecepatan pengadukan maka semakin cepat terjadinya reaksi. Kecepatan pengadukan optimum untuk proses pencampuran CPO adalah 150 rpm (Cho,2004)

Dari semua metode penelitian yang dilakukan metode pencampuran dua jenis minyak yang berbeda karakteristik serta perilaku pemanasan pada saat pencampuran diharapkan mampu mempengaruhi sifat dari campuran kedua minyak tersebut sehingga menjadi bahan baku biodiesel yang baik.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Sumber Energi Terbarukan

Sumber energi dapat dibedakan menjadi dua yaitu sumber energi yang tidak dapat diperbarui dan sumber energi yang dapat diperbarui. Sumber energi yang tidak dapat diperbarui adalah sumber energi yang sifatnya habis dalam sekali pakai dan membutuhkan waktu lama untuk membuatnya lagi. Contohnya, minyak bumi, gas alam dan batu bara. Sumber energi yang dapat diperbarui yaitu sumber energi yang dapat diperbarui dengan cepat oleh alam dalam proses yang selalu berkelanjutan. Antara lain, angin, sinar matahari, panas bumi, bioenergi dan lain-lain.

Akhir-akhir ini penggunaan sumber energi terbarukan (*renewal energy*) sudah banyak dikembangkan. Hal ini dilakukan karena harga minyak bumi dan gas bumi yang semakin meningkat dan jumlahnya yang semakin berkurang. Biodiesel merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang mulai dikembangkan di Indonesia. Biodiesel adalah salah satu sumber energi terbarukan yang dapat memberi andil dalam usaha memenuhi kebutuhan bahan bakar. Bahan baku sumber energi ini yaitu minyak nabati, yaitu hasil dari pengolahan tumbuhan yang dapat menghasilkan minyak. Untuk perbandingan yaitu gas alam yang tidak diperhitungkan sebagai *renewable energy*, gas alam yaitu bahan bakar yg bersal dari fosil yang pembentukannya memerlukan waktu jutaan tahun. (Departemen Petanian,2009)

Adapun alasan lain yang muncul dari perlunya membuat energi terbarukan yaitu

- (a) penurunan emisi CO₂ sesuai dengan protokol Kyoto,
- (b) produksi bahan bakar minyak dunia telah melampaui batas.
- (c) adanya peperangan untuk merebutkan daerah sumber penghasil minyak bumi,
- (d) semakin menipisnya persediaan minyak bumi.

2.2.2. Minyak Nabati

Minyak nabati adalah cairan viscous yang diekstrak yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Berbagai macam minyak nabati yang banyak digunakan antara lain minyak kelapa, minyak sawit, dan minyak jarak pagar. Minyak nabati terdiri dari trigliserida asam lemak, yang dapat mencapai 95%. Komposisi lainnya yang terdapat pada minyak nabati yaitu digliserida, fosfolipid, vitamin, asam lemak bebas (*Free Fatty Acid* atau FFA), monogliserida, dan mineral

Menurut Mittelbach, 2004 minyak nabati disusun oleh :

1. Trigliserida-trigliserida, adalah komponen pokok yang terdiri dari berbagai macam lemak dan minyak lemak, dan
2. Asam-asam lemak, yaitu produk lain yang dihasilkan dari industri pemulusan (refining) lemak dan minyak-lemak.

2.2.3. Solar

Minyak solar ialah fraksi minyak bumi berwarna kuning coklat yang jernih yang mendidih sekitar 175-370°C dan yang digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Umumnya, solar mengandung belerang dengan kadar yang cukup tinggi. Solar pada umumnya digunakan sebagai bahan bakar pada semua jenis mesin diesel yang putarannya di atas 1000 rpm, dan juga dapat digunakan sebagai bahan bakar pada pembakaran langsung dalam dapur-dapur kecil yang terutama diinginkan pembakaran yang bersih. Solar sering disebut juga High Speed Diesel, Gas Oil, Automotive Diesel Oil.

Kualitas bahan bakar solar dinyatakan dalam angka cetan, dan dapat diperoleh dengan jalan membandingkan kelambatan menyala bahan bakar solar dengan kelambatan menyala bahan bakar pembanding (reference fuels) dalam mesin uji baku CFR (ASTM D 613-86). Sebagaimana bahan bakar pembanding digunakan senyawa hidrokarbon cetan atau n-heksadekan ($C_{16}H_{34}$), yang mempunyai kelambatan penyalaan yang pendek dan heptamet ilnonan (isomer cetan) yang mempunyai kelambatan penyalaan relatif panjang.

2.2.3.1 Spesifikasi Mutu Bahan Bakar Minyak Solar

Bahan bakar minyak yang akan dipasarkan harus memenuhi persyaratan teknis tertentu sesuai dengan kebutuhan penggunaannya yang disebut dengan spesifikasi. Spesifikasi teknis bahan bakar sama di setiap Negara berbeda-beda, tergantung dari jenis dan tipe kendaraan. Spesifikasi nasional di setiap negara dapat sedikit berbeda. Perbedaan ini disebabkan oleh kondisi negara tersebut, seperti jenis dan populasi kendaraan, ketersediaan minyak bumi sebagai bahan baku, kemampuan kilang, sistem distribusi, faktor ekonomis dan peraturan keselamatan kerja dan lingkungan. Bahan bakar kendaraan bermotor yang dalam hal ini bahan bakar minyak solar untuk kendaraan bermesin penyalaan kompresi (compression ignition engine) yang beredar di pasaran di Indonesia diatur dan dibatasi dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh pemerintah (Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi). Bahan bakar minyak solar untuk kendaraan bermotor yang beredar dipasaran baik di Indonesia dan beberapa negara lain, sebagai berikut:

a. Solar 48

Bahan bakar solar 48 adalah bahan bakar yang mempunyai angka setana CN (Cetane Number) minimal 48. Mutu solar 48 ini dipasaran di Indonesia dibatasi dengan spesifikasi bahan bakar minyak solar jenis 48 sesuai dengan surat keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor 28K/10/DJM.T/2016 tanggal 24 Februari 2016. Spesifikasi Minyak solar 48 ditampilkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Jenis Solar 48

Karakteristik	Unit	Batasan		Metode Uji
		Minimum	Maksimum	ATSM/Lain
Angka Setana		48	-	D 613
Indeks Setana		45	-	D 4737
Berat jenis pada 15°C	Kg/m ³	815	870	D 1298/ D 4052
Viskositas pada 40°C	mm ² /s	2.0	4,5	D 445
Kandungan sulfur	% m/m	-	0,35 0,30 0,25 0,05 0,005	D 5453/ D 4249
Distilasi:				D 86
T 90	°C	-	370	
Titik Nyala	°C	52	-	D 93
Titik Kabut	°C	-	18	D2500
Titik Tuang	°C	-	18	D 97
Residu Karbon	% m/m	-	0.1	D 189
Kandungan Air	mg/kg	-	500	D 6304
Biological Growth	-	Nihil		
Kandungan FAME	% v/v	-	10	
Kandungan metanol dan etanol	% v/v	tak terdeteksi		D 4815
Korosi Bilah Tembaga	merit	-	Kelas 1	D 130
Kandungan Abu	% m/m	-	0,01	D 482
Kandungan Sedimen	% m/m	-	0,01	D 473
Bilangan Asam Kuat	mg KOH/g	-	0	D 664
Bilangan Asam Total	mg KOH/g	-	0,6	D 664
Pertikulat	mg/l	-	-	D 2276

Karakteristik	Unit	Batasan		Metode Uji ATSM/Lain
		Minimal	Maksimal	
Penampilan Visual	-	Jernih dan terang		
Warna	No. ATSM	-	3,0	D 1500
Lubricity (HFFR wear scar dia)	micron	-	460	D 6079
Kestabilan Oksidasi Metode Rancimat	Jam	35		

b.Solar 51

Bahan bakar minyak solar 51 adalah bahan bakar minyak solar yang mempunyai angka setana minimal 51 dengan kadar sulfur lebih sedikit dibanding solar 48. Kandungan sulfur solar 51 ini maksimal 0,05% m/m atau 500 ppm sedang solar 48 maksimal 0,35 %m/m atau 3500 ppm. Mutu minyak solar 51 di pasaran di Indonesia dibatasi dengan spesifikasi bahan bakar minyak solar jenis 51 sesuai dengan surat keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi No.3675K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006. Spesifikasi minyak solar 51 ditampilkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Jenis Solar 51

Karakteristik	Unit	Batasan		Metode Uji ATSM/Lain
		Minimum	Maksimum	
Angka Setana		51	-	D 613
Indeks Setana		48	-	D 4737
Berat jenis pada 15°C	Kg/m ³	820	860	D 1298/ D 4052
Viskositas pada 40°C	mm ² /s	2.0	4,5	D 445
Kandungan sulfur	% m/m	-	0,05	D 2622
Distilasi:				D 86

Karakteristik	Unit	Batasan		Metode Uji ATSM/Lain
		Minimal	Maksimal	
T 90	°C	-	340	
T95	°C	-	360	
Titik Didih Akhir	°C	-	370	
Titik Nyala	°C	55	-	D 93
Titik Tuang	°C	-	18	D 97
Residu Karbon	% m/m	-	0.30	D 4530
Kandungan Air	mg/kg	-	500	D 1744
Stabilitas Oksidasi	g/m	-	25	D 2274
Biological Growth	-	Nihil		
Kandungan FAME	% v/v	-	10	
Kandungan metanol dan etanol	% v/v	tak terdeteksi		D 4815
Korosi Bilah Tembaga	merit	-	Kelas 1	D 130
Kandungan Abu	% m/m	-	0,01	D 482
Kandungan Sedimen	% m/m	-	0,01	D 473
Bilangan Asam Kuat	mg KOH/g	-	0	D 664
Bilangan Asam Total	mg KOH/g	-	0,6	D 664
Pertikulat	mg/l	-	10	D 2276
Penampilan Visual	-	Jernih dan terang		
Warna	No. ATSM	-	3,0	D 1500
Lubricity (HFFR wear scar dia)	micron	-	460	D 6079

2.2.4. Biodiesel

Biodiesel adalah monoalkil ester yang berasal dari asam-asam lemak rantai panjang yang terkandung dalam minyak nabati atau lemak hewani yang digunakan untuk bahan bakar alternatif yang paling tepat untuk menggantikan bahan bakar mesin diesel. Sifat biodiesel yaitu *biodegradable*, dan hampir tidak

mengandung sulfur. Bahan bakar Alternatif ini terdiri dari metil atau etil ester, yaitu hasil dari transesterifikasi baik dari triakilgliserida (TG) atau esterifikasi dari asam lemak bebas (FFA) (Ma and Hanna, 1999).

Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati maupun lemak hewan, tetapi minyak nabati yang paling umum digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Minyak nabati dan biodiesel tergolong ke dalam kelas besar senyawa-senyawa organik yang sama, yaitu kelas ester asam-asam lemak. Akan tetapi, minyak nabati adalah triester asam-asam lemak dengan gliserol, atau trigliserida, sedangkan biodiesel adalah monoester asam-asam lemak dengan metanol.

Perbedaan wujud molekuler yang dimiliki pada minyak nabati dan biodiesel sangat berpengaruh pada penilaian keduanya adalah syarat bahan bakar mesin diesel. Perbedaan tersebut meliputi :

1. Minyak nabati atau trigliserida memiliki molekul yang jauh lebih besar dari biodiesel. Karena itu, trigliserida lebih mudah mengalami perengkahan (*cracking*) yaitu pemecahan menjadi aneka molekul kecil jika dipanaskan tanpa kontak dengan udara (oksigen).
2. Viskositas minyak nabati jauh lebih besar dari minyak diesel/solar maupun biodiesel, oleh karena itu pompa penginjeksi bahan bakar di dalam mesin diesel tak mampu menghasilkan pengkabutan (*atomization*) yang baik saat minyak nabati mulai disemprotkan ke dalam ruang pembakaran.
3. Minyak nabati memiliki molekul yang lebih bercabang dibanding ester metil asam-asam lemak. Akibatnya, *cetane number* minyak nabati lebih rendah dari pada *cetane number* ester metil. *Cetane number* adalah tolok ukur kemudahan menyala/terbakar dari suatu bahan bakar di dalam mesin diesel. Di luar perbedaan yang memiliki tiga konsekuensi penting di atas, minyak nabati dan biodiesel sama-sama berkomponen penyusun utama (≥ 90 %-berat) asam-asam lemak. Pada kenyataannya, proses transesterifikasi minyak nabati menjadi ester metil asam-asam

lemak, memang bertujuan memodifikasi minyak nabati menjadi produk biodiesel yang berkekentalan mirip solar, *cetane number* lebih tinggi, dan relatif lebih stabil terhadap perengkahan.

Semua minyak nabati dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar namun dengan proses-proses pengolahan tertentu. Macam-macam tanaman penghasil minyak nabati serta produktifitas yang dihasilkannya ditunjukkan pada Tabel 2.3. berikut.

Tabel 2.3. Tanaman penghasil minyak nabati

Nama Indo	Nama Inggris	Nama Latin
Sawit	oil palm	elaeis guineensis
Kelapa	coconut	cocos nucifera
Alpoket	Avocado	persea americana
K.Brazil	brazil nut	bhertholletia axcelsa
K. Makadam	macadamia nut	macadamia ternif
Jarak pagar	physic nut	Jatropha curcas
zaiutun	olive	olea eiuropea
Kanola	rapesed	Brassica napus
Opium	poopy	papaver somniferum
jojoba	jojoba	simmondsia califor
Kacang pekan	pekan nut	carya pekan

Soerawidjaja, 2006

2.2.5. Syarat Mutu Biodiesel

Standar mutu Biodiesel telah dikeluarkan dalam bentuk SNI No. 7182:2015 melalui keputusan Kepala Badan Standarisasi Nasional (BSN) yang sudah memperbaiki SNI 04-7182-2006 dan SNI 7182:2012- Biodiesel. Standar mutu biodiesel ditunjukkan pada tabel 2.4. sebagai berikut.

Tabel.2.4. Syarat Mutu Biodiesel
(Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia)

No	Parameter	Satuan	Nilai	Metoda Uji
1	Massa jenis pada suhu 40°C	kg/m ³	850-890	ASTM D 1298 atau ASTM D 4052
2	Viskositas Kinematik pada suhu 40°C	mm ² /s (cSt)	2,3-6,0	ASTM D 445
3	Angka Setana	min	51	ASTM D 613 atau ASTM D 6890
4	Titik Nyala	°C, min	100	ASTM D 93
5	Titik Kabut	°C, maks	18	ASTM D 2500
6	Korosi lempeng tembaga		1	ASTM D 130
7	Air dan Sedimen	%-vol maks	0,05	ASTM D 2709
8	Temperatur Destilasi 90%	°C, maks	360	ASTM D 1160
9	Abu tersulfatkan	%-massa maks	0,02	ASTM D 874
10	Belerang	mg/kg, maks	100	ASTM D 5453 atau ASTM D 1266 atau ASTM D 4249 atau ASTM D 2622
11	Fosfor	mg/kg, maks	10	AOCS Ca 12-55
12	Gliserol Bebas	%-massa, maks	0,02	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D 6584
13	Gliserol Total	%-massa, maks	0,24	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D 6584
14	Kadar estr metil	%-massa, min	115	

No	Parameter	Satuan	Nilai	Metoda Uji
15	Angka Asam	mg-KOH/g, maks	0,5	AOCS Cd 3d-53 atau ASTM D 664
16	Angka Iodium	%-massa (g- I ₂ /100g), maks	0,8	AOCS Cd 1-25

2.3. Sifat – sifat Bahan Bakar

2.3.1. Viskositas

Viskositas (kekentalan) adalah sifat intrinsik dari fluida yang menunjukkan resistensi fluida terhadap alirannya, karena gesekan di dalam bagian cairan yang berpindah dari suatu tempat ke tempat yang lain mempengaruhi pengatoman bahan bakar dengan injeksi kepada ruang pembakaran, akibatnya terbentuk pengendapan pada mesin. Fluida yang memiliki kekentalan yang tinggi akan mengakibatkan kecepatan aliran akan lebih lambat sehingga proses derajat atomisasi bahan bakar akan terlambat pada ruang bakar. Untuk mengatasi hal ini dilakukan proses kimia yaitu proses transesterifikasi untuk menurunkan nilai viskositas minyak nabati itu sampai mendekati viskositas biodiesel Standar Nasional Indonesia (SNI) dan standar Solar.

Minyak nabati memiliki viskositas jauh lebih tinggi dibandingkan viskositas solar, oleh karena itu biodiesel turunan dari minyak nabati masih mempunyai hambatan untuk dijadikan sebagai bahan bakar pengganti solar.

Viskositas dibedakan atas viskositas dinamik (μ) dan viskositas kinematik (ν). Viskositas kinematik yaitu perbandingan antara viskositas dinamik (*absolute*) dengan densitas (rapat massa) fluida.

Rumus dari viskositas kinematik ditunjukkan pada persamaan 2.1 berikut.

$$v = \frac{\mu}{\rho} \quad \dots\dots\dots \text{persamaan (2.1)}$$

Dengan:

v = Viskositas kinematik (cSt)

μ = Viskositas dinamik (poise)

ρ = Rapat massa (g/cm^3)

Viskositas kinematik dapat diukur dengan alat yang disebut *Viscometer Oswald*.

Persamaan untuk menentukan viskositas kinematik dengan menggunakan

Viscometer Oswald.

$$\mu = K \times t$$

dengan μ = viskositas kinematik (centi stokes atau cSt)

K = konstanta viscometer Oswald

t = waktu mengalir fluida didalam pipa viscometer (detik)

2.3.2 Densitas

Densitas yaitu massa jenis yang menunjukkan perbandingan dari massa persatuan volume, ini berkaitan erat dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel persatuan volume bahan bakar.

Kerapatan suatu fluida (ρ) dapat didefinisikan sebagai massa per satuan volume ditunjukkan pada persamaan 2.2 berikut ini.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \dots\dots\dots \text{persamaan (2.2)}$$

dengan:

ρ = rapat massa (kg/m^3)

m = massa (kg)

v = volume (m^3)

2.3.3. Kadar Air

Salah satu tolak ukur mutu minyak adalah kadar air. Semakin kecil kadar air yang terdapat pada minyak semakin baik juga mutu dari minyak tersebut, hal ini dibutuhkan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas. Bahan bakar yang mengandung banyak air didalamnya dapat menyebabkan penurunan panas dalam ruang pembakaran, berbusa dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam.

2.3.4. Titik Nyala (*Flash Point*)

Titik nyala (*flash point*) adalah titik di mana campuran senyawa dengan udara pada tekanan normal dapat menyala (terbakar sekejap) pada temperatur terendah setelah ada suatu inisiasi, yaitu adanya percikan api. Titik nyala dapat diukur dengan metoda wadah terbuka atau wadah tertutup. Nilai yang diukur pada wadah terbuka biasanya lebih tinggi dari yang diukur dengan metoda wadah tertutup. Titik nyala biodiesel lebih besar dari titik nyala solar karena biodiesel merupakan senyawa dengan jumlah atom C lebih banyak dan rantainya lebih panjang jika dibandingkan dengan solar sehingga titik nyalanya besar. Dengan demikian percobaan ini dilakukan dengan tujuan untuk melakukan pengujian titik nyala terhadap bahan bakar sehingga kita dapat mengetahui cara menentukan titik nyala suatu bahan bakar juga besarnya titik nyala bahan bakar tersebut.

2.3.5. Nilai Kalor

Nilai bakar adalah panas yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna kilogram atau satu satuan berat bahan bakar padat atau cair atau satu meter kubik atau satu satuan volume bahan bakar gas, pada keadaan standard.

2.4. Minyak Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis Guineensis*) adalah salah satu tumbuhan industri yang penting sebagai penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel). Perkebunannya menghasilkan keuntungan besar, sehingga banyak hutan dan perkebunan lama di konversi menjadi perkebunan kelapa sawit.

Indonesia adalah penghasil minyak kelapa sawit kedua dunia setelah Malaysia. Di Indonesia penyebarannya di daerah Aceh, Pantai Timur Sumatra, Jawa, Sulawesi, dan Kalimantan.

Perkebunan kelapa sawit yang pengelolaannya terdiri atas perkebunan rakyat, perkebunan negara atau Badan Umum Milik Negara (BUMN), dan perkebunan swasta mencapai luas 5,4 juta hektar. Total produksi pada tahun 2004 mencapai 11,78 juta ton *Crude Palm Oil* (CPO) atau produksi rata-rata dari setiap hektar perkebunan sawit adalah 2,17 ton (Statistik Perkebunan, Ditjen Bina Produksi Perkebunan 2004). Sebagian besar dari perkebunan kelapa sawit berada di Sumatera sekitar 4 juta hektar, sedangkan sisanya secara berturut-turut tersebar di Kalimantan, Sulawesi, Papua, dan Jawa. Produksi CPO tersebut biasanya dipergunakan untuk bahan baku pembuatan minyak goreng, dan sabun. Oleh karena itu, masalah-masalah teknis, ekonomis, dan sosial dari pengembangan perkebunan kelapa sawit untuk bahan baku biodiesel tersebut perlu diperhatikan, sehingga hasilnya dapat lebih berdaya guna. Berdasarkan ketersediaan lahan, Kalimantan dan Papua mempunyai potensi yang besar dalam pengembangan perkebunan kelapa sawit.

Minyak sawit dapat digunakan untuk begitu beragam peruntukannya karena keunggulan sifat yang dimilikinya, yaitu tahan oksidasi dengan tekanan tinggi, mampu melarutkan bahan kimia yang tidak larut oleh bahan pelarut lainnya, mempunyai daya lapis yang tinggi dan tidak menimbulkan iritasi pada tubuh dalam bidang kosmetik. Bagian yang paling populer untuk diolah dari kelapa sawit adalah buah. Bagian daging buah menghasilkan minyak kelapa sawit mentah yang diolah menjadi bahan baku minyak goreng dan berbagai jenis turunannya. Kelebihan minyak nabati dari sawit adalah harga yang murah, rendah kolesterol, dan memiliki kandungan karoten tinggi. Minyak sawit juga diolah menjadi bahan baku margarin.

Minyak kelapa sawit dan inti minyak kelapa sawit adalah susunan dari fatty acids, esterified, serta glycerol yang masih banyak mengandung lemak.

Didalamnya penuh dengan fatty acids, yaitu mencapai 50% dan 80%. Minyak kelapa sawit mempunyai 16 nama carbon yang penuh asam lemak palmitic acid berdasarkan dalam minyak kelapa minyak kelapa sawit sebagian besar berisikan lauric acid. Minyak kelapa sawit sebagian besarnya tumbuh berasal alamiah untuk tocotrienol, bagian dari vitamin E. Minyak kelapa sawit banyak mengandung vitamin K dan magnesium. Napalm namanya berasal dari naphthenic acid, palmitic acid dan pyrotechnics atau hanya dari cara pemakaian nafta dan minyak kelapa sawit.

2.5. Minyak Jarak Pagar

Jarak pagar (*Jatropha curcas L*) yaitu jenis tanaman yang tahan terhadap kekeringan sehingga tahan hidup didaerah yang curah hujannya rendah. Tanaman ini banyak tumbuh di daerah Afrika Tengah dan Selatan, Asia Tenggara, dan India. Awalnya, tanaman ini disebarkan oleh pelaut portugis dari Kepulauan Karibia melalui pulau Cape Verde dan Guinea Bissau ke negara lain di Afrika dan Asia.

Cara membudidayakan tumbuhan jarak sala satunya dengan cara distek. Tanaman ini ditanam sebagai pagar untuk melindungi lahan dari serangan ternak. Seperti jenis jarak yang lain, jarak pagar adalah tanaman sekulen yang meranggas pada musim kemarau. Tanaman ini sering digunakan sebagai pengendali erosi dan dapat beradaptasi dengan baik di daerah gersang dan agak tandus.

Jarak pagar mempunyai beberapa nama, antara lain *Purging Nut* (Inggris); *Pourghere, Pignon d'Inde* (Perancis); *Gernoot* (Belanda); *Habel meluk* (Arab); *Pinoncillo* (Mexico); *Kadam* (Nepal); *Yu-lu-tzu* (Cina); *Sabudam* (Thailand); *Tubang-bakod* (Filipina); Jarak budeg, jarak pagar (Indonesia); *Tempate* (Costa Rica); *Tar Tago* (Puerto Rico); dan *Pinol* (Peru). Jarak pagar merupakan tanaman semak besar dengan cabang yang tidak teratur. Umur tanaman jarak pagar bisa mencapai 50 tahun. Cabang pohonnya mengandung getah (lateks). Daunnya lebar berbentuk jantung dan bertangkai panjang. Tanaman ini juga bisa tumbuh cepat hingga mencapai ketinggian 3-5 meter. Pada musim kemarau yang panjang tanaman ini menggugurkan daunnya. Umumnya seluruh bagian tanaman beracun

sehingga tanaman ini hampir tidak memiliki hama. Tanaman ini mulai berbuah mulai umur 5 tahun. Buahnya berbentuk elips, panjangnya sekitar 1 inchi(sekitar 2,5cm) dan mengandung 2-3 biji. Beberapa varietas jarak pagar yang dikenal saat ini adalah *Cape verde*, *Nicargua*, *Ife Nigeria*, dan *Non toksik Mexico*. (Syarief,E. 2004. Melawan Ketergantungan pada Minyak Bumi. Insist Press. Yogyakarta.)

2.6. Alat dan Metode Pengukuran *Properties* Bahan Bakar

2.6.1. Densitas

Densitas merupakan perbandingan berat suatu sampel dengan volume pada temperatur pengujian. Pengujian densitas dilakukan pada saat temperatur minyak 40°C dengan menggunakan neraca analitik digital seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Neraca Analitik Digital

Sebelum mengoperasikan neraca analitik digital ada beberapa langkah yang harus dilakukan sebelum mengoprasikan neraca digital ini, antara lain :

1. Keadaan neraca harus siap pakai dan lengkap.
2. Neraca harus bersih dari sisa-sisa penimbangan sebelumnya (terutama mangkok neraca).
3. Timbangan dalam kondisi lengkap.
4. Persiapan awal terhadap alat bantu penimbangan.
5. Pemeriksaan kedataran neraca dan kesetimbangan neraca.

6. Pekerjaan penimbangan dan perhitungan hasil penimbangan.
7. Mencatat hasil penimbangan.
8. Mengembalikan neraca pada keadaan semula.

Proses Pengukuran Secara umum penimbangan dengan neraca digital adalah:

1. Mempersiapkan timbangan dengan menekan tombol power.
2. Memastikan timbangan menunjukkan angka "nol"(jika belum menunjukkan angka "nol" maka perlu dilakukan kalibrasi).
3. Meletakkan benda yang massanya akan diukur pada mangkok timbangan.
4. Membaca dan mencatat skala yang tertera pada display digital sesuai skala satuan timbangan tersebut.
5. Untuk pengukuran yang sensitivitasnya tinggi perlu menunggu 30 menit, karena hanya dapat bekerja pada batas temperatur yang ditetapkan.

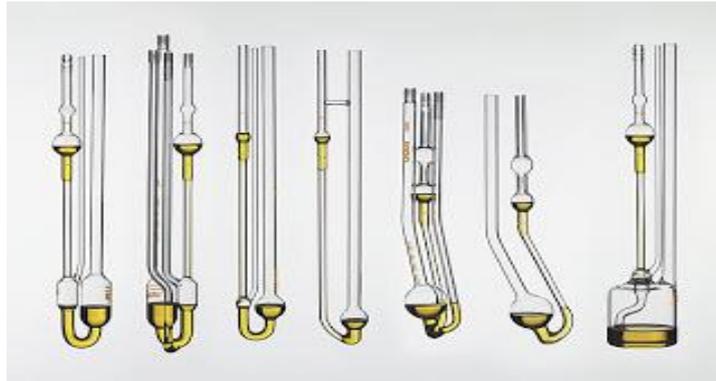
2.6.2. Viskositas

Pada proses pengujian ini berfungsi mengetahui kekentalan pada suatu fluida. Pada pengujian ini menggunakan alat viskometer tipe cone/plate dengan prinsip kerjanya yaitu memanfaatkan putaran rotor yang ada pada alat untuk mengetahui nilai viskositas minyak. Sebelum melakukan pengujian, minyak harus dipanaskan pada temperatur 40° C. Kemudian rpm diatur sesuai kebutuhan, kecepatan rotor viskometer dapat diatur dengan berbagai kecepatan secara otomatis. Setelah diatur kecepatannya rotor akan berputar untuk mengetahui viskositas fluida tersebut. Ada beberapa jenis viskometer antaralain :

1. Viskometer Oswald

Viskometer Oswald yaitu alat yang digunakan untuk mengukur viskositas suatu fluida dengan cara mengukur waktu yang dibutuhkan suatu cairan dalam melewati 2 tanda ketika fluida tersebut mengalir karena adanya gaya gravitasi melalui viskometer Oswald.

Cara mengkalibrasi viskometer Oswald adalah dengan menggunakan air yang telah diketahui nilai viskositasnya. Viskometer Oswald ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Viskometer Oswald

Cara penggunaan viskometer Oswald adalah :

1. Mempersiapkan viskometer yang sudah dibersihkan.
2. Memasukkan cairan ke dalam viskometer dengan menggunakan pipet.
3. Kemudian hisap cairan dengan menggunakan pushball sampai melewati 2 batas.
4. Menyiapkan stopwatch, kemudian kendurkan cairan sampai batas pertama lalu mulai penghitungan.
5. Mencatat hasil dan menghitung dengan rumus.
6. Saat melakukan penghitungan kita menggenggam di lengan yang tidak berisi cairan.

2. Viskometer Hoppler

Viskositas hoppler adalah alat untuk mengukur nilai viskositas berdasarkan hukum stokes yaitu berdasarkan jatuhnya benda melalui medium zat cair. Viskometer Hoppler ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Viskometer Hoppler

Prosedur Kerja Dengan Viskosimeter Hoppler

1. Mengukur diameter bola.
2. Menimbang massa bola.
3. Mengukur panjang tabung.
4. Menentukan massa jenis masing-masing campuran.
5. Mengukur temperature alat viskositas Hoppler.
6. Memasukan air ke dalam tabung kemudian masukkan bola.
7. Hidupkan stopwatch pada saat bola di atas.
8. Matikan Stopwatch pada saat bola dibawah.
9. Mencatat lama waktu bola jatuh dari bagian batas atas sampai batas bawah tabung.
10. Membalikkan tabung viskometer.
11. Mengulangi prosedur 3-6 sebanyak 3 kali berturut- turut, pada temperature lain dan cairan yang lain.

3. *Viscometer Cup and Bob*



Gambar 2.4. Viscometer Cup and Bob

Gambar 2.4. menunjukkan *Viscometer Cup and Bob* yaitu alat yang digunakan untuk mengukur nilai viskositas dengan cara memasukkan fluida ke dalam ruang antara dinding luar *bob*/rotor dan dinding dalam mangkuk (*cup*) yang pas dengan rotor tersebut. Ada berbagai macam jenis alat yang tersedia. Perbedaan dari alat tersebut terdapat pada bagian yang berputar, ada alat yang berputar adalah rotornya, dan ada juga bagian mangkuknya yang berputar. Viscotester adalah salah satu contoh viskometer dimana yang berputar adalah bagian rotor. Terdapat dua tipe yaitu viscotester VT-03 F dan VT- 04 F :

1. VT - 04 F digunakan untuk mengukur zat cair dengan viskositas tinggi,
2. VT - 03 F untuk mengukur zat cair yang viskositasnya rendah.

Prinsip kerja alat ini adalah fluida yang akan diuji dimasukkan ke dalam mangkuk kemudian pasang rotor dan selanjutnya alat dioperasikan. Viskositas zat cair yang muncul dapat dibaca langsung pada skala.

4. *Viscometer Cone/ Plate*

Viscometer Cone/ Plate ialah alat yang digunakan untuk mengukur kekentalan suatu fluida yang dapat memberikan peneliti suatu instrumen yang canggih untuk menentukan secara rutin viskositas absolut cairan dalam volume sampel kecil. *Cone* dan *plate* dapat memberikan hasil yang cukup akurat, kemudian digunakan untuk pengembangan data rheologi lengkap.



Gambar 2.5. *Viscometer Cone/ Plate*

Gambar 2.5. menunjukkan gambar *Viscometer Cone/ Plate* prinsip kerja alat ini adalah sampel diletakkan di tengah-tengah papan, kemudian dinaikkan hingga posisi di bawah kerucut. Kerucut digerakkan oleh motor dengan bermacam kecepatan.

Langkah-langkah pengujian dengan menggunakan *Viscometer Cone/ Plate* adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan sampel campuran minyak yang akan diuji.
2. Menyiapkan alat viscometer.
3. Setelah alat siap untuk digunakan, selanjutnya menuangkan sampel minyak ke dalam wadah dengan volume sampel ± 800 ml.
4. Menempatkan sampel campuran minyak ke alat viskometer.
5. Selanjutnya menyalakan alat viskometer dengan menekan tombol power dibagian belakang alat.

6. Menyesuaikan jenis rotor yang akan digunakan dengan menekan tombol yang terdapat pada panel.
7. Kemudian menekan tombol OK untuk menjalankan alat.
8. Mencatat hasil data viskositas, dan persen yang ditampilkan pada display.
9. Menghentikan alat dengan menekan tombol 'STOP'
10. Mematikan alat, dan membersihkan rotor viskometer.
11. Membersihkan area alat dari tumpahan minyak.

2.6.3. Titik Nyala (*Flash Point*)

Flash Point (Titik Nyala) merupakan suhu terendah dimana suatu bahan bakar cair dapat mulai terbakar ketika bereaksi dengan udara. Apabila nyala terjadi terus menerus, maka suhu tersebut dinamakan titik bakar (Tambun, 2009).



Gambar 2.6. Alat Flash Point Tester SYD-261D
(www.multimeterdigital.com.)

Gambar 2.6. adalah gambar alat *Flash Point*. Prinsip kerja alat ini adalah memanaskan sampel cairan. Setiap cairan mempunyai tekanan uap berbeda yang merupakan fungsi dari temperatur cairan itu. Dengan meningkatnya temperatur pada cairan, maka tekanan uap juga akan meningkat kemudian konsentrasi uap dari cairan meningkat dan akan mudah terbakar. Oleh karena itu, temperatur menentukan konsentrasi uap dari cairan yang kemudian memudahkan terbakarnya cairan. Titik nyala dari cairan ditandai dengan terbakarnya cairan adalah

temperatur terendah dimana minyak akan mulai terbakar itulah yang disebut dengan titik nyala.

Berikut spesifikasi alat pengukur titik nyala Flash Point Tester SYD-261D

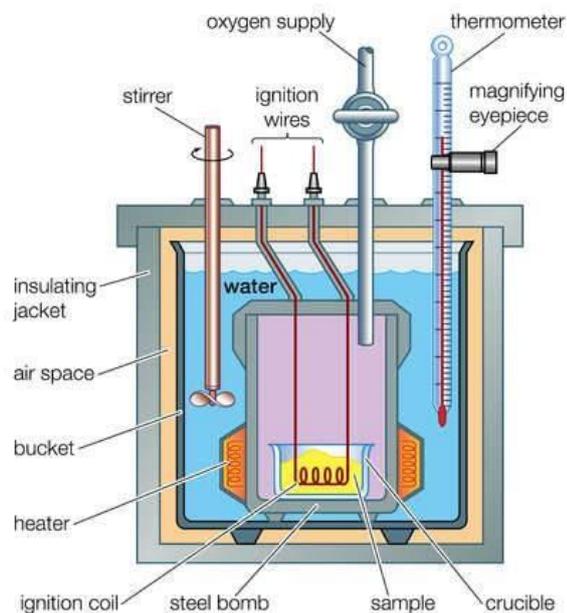
1. Power supply: AC (220 + 10%) V, 50Hz.
2. Perangkat pemanas:
 1. tungku dari bahan silikon karbida dengan daya 600 W.
 2. daya pemanas dari (0 ~ 600) W *adjustable*.
3. Sampel pemanasan rate: (1 ~ 12) C/min.
4. *Mixer* listrik:
 1. Motor : 45TYZ kecepatan motor konstan.
 2. transmisi : poros fleksibel.
 3. pisau pengadukan ukuran : 8 mm x 40 mm.
5. Cangkir minyak standar :
 1. Diameter : 50.8mm.
 2. Kedalaman : 56mm
 3. Kapasitas minyak kedalaman : 34.2mm.
 4. Kapasitas : 70 ml.
6. Perangkat pengapian:
 1. Sumber pengapian : gas
 2. Diameter api : 0.8 mm.
7. Thermometer : internal standar merkuri termometer, sesuai dengan ketentuan GB514.
 1. skala (-30 ~ 170) C, membagi pada 1 DEG C.
 2. skala (100 ~ 300) C, membagi pada 1 DEG C.
8. Suhu lingkungan kurang dari atau sama dengan 35 DEG C.
9. Kelembaban relatif : kurang dari 85%.
10. Konsumsi daya : tidak lebih dari 650 W.
11. Ukuran : 370mm x 320mm x 300mm

Pada proses pengujian *flash point*, ada beberapa langkah yang harus dilakukan, yaitu :

1. Mempersiapkan alat uji *flash point*.
2. Menentukan takaran minyak sampel.
3. Menempatkan sampel pada cawan uji *flash point*.
4. Menyalakan api pemantik
5. Menyalakan pemanas.
6. Mengamati suhu pada thermocouple saat sampel minyak mulai menyala untuk pertama kali.
7. Mencatat hasil pengujian.
8. Membersihkan alat yang telah selesai dipakai.

2.6.4. Nilai Kalor

Kalorimeter adalah alat untuk menentukan kalor jenis suatu zat. Bagian-bagian dari kaoli meter antara lain yaitu bejana logam yang jenisnya telah diketahui, dinding penyekat dari isolator yang berfungsi untuk mencegah terjadinya perambatan kalor ke lingkungan sekitar, termometer, dan pengaduk. Bejana logam yang berisi air dan suhu awalnya dapat diketahui melalui termometer. Kalor jenis dapat dihitung dengan cara membandingkan sebuah bahan yang belum diketahui kalor jenisnya dipanaskan, kemudian dimasukkan ke dalam kalorimeter ini.



Gambar 2.7. *Calori Meter Bom*

Gambar 2.7. menunjukkan gambar *calori meter bom* prinsip kerjanya adalah arus listrik yang mengalir kumparan kawat penghantar yang dimasukkan ke dalam air suling. Pada saat bergerak di dalam kawat penghantar (akibat perbedaan potensial) pembawa muatan bertumbukan dengan atom logam dan kehilangan energi, yang mengakibatkan pembawa muatan bertumbukan dengan kecepatan konstan yang sebanding dengan kuat medan listriknya. Tumbukan oleh pembawa muatan akan menyebabkan logam yang dialiri arus listrik memperoleh energi kalor/panas.