

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Bintaro

Tanaman yang memiliki nama lain *Cerbera manghas* *Lactaria* ini merupakan salah satu tanaman *mangrove* yang bisa dijumpai di daerah tropis seperti Asia, Australia, Madagaskar, dan kepulauan sebelah barat Samudera Pasifik. Buah bintaro di Indonesia lebih sering dikenal dengan nama lain seperti manga laut, buta badak, kayu gurita, dan babuto. Khusus wilayah Sumatera Selatan di temui di beberapa titik penanaman pohon bintaro dalam jumlah besar yaitu, di Taman Wisata Pundi Kayu Palembang, Danau Wisata Aur Lubuklinggau, Kencana Damai Kenten Laut, dan Padang Sugihan Sebokor. Hal yang mendasari penamaan latin *cerbera* pada tanaman ini adalah karena kandungan racun yang ada pada biji dan semua bagian pohonnya, yang dinamakan racun “cerberin”. Racun ini berbahaya bagi kesehatan manusia khususnya dapat menghambat detak jantung dalam tubuh (Hidayat dkk., 2015).



Gambar 2.1 Pohon Bintaro

Berdasarkan taksonomi tanaman, buah bintaro dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*

Subkingdom : *Tracheobionta*

Divisi : *Spermatophyta*

Subdivisi : *Angiospermae*

Kelas : *Magnoliopsida*

Ordo : *Gentianales*

Famili : *Apocynaceae*

Genus : *Cerbera L.*

Spesies : *Cerbera manghas L.*



Gambar 2.2 Buah Bintaro dan Biji Bintaro

Tanaman bintaro sering ditemui baik dipesisir pantai ataupun di pinggir jalan sebagai penghias juga sebagai tanaman reboisasi. Selain itu tanaman ini juga dikenal sebagai bahan baku kerajinan bunga kering, pestisida nabati, tanaman obat, dan juga sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Tabel 2.1 berikut menunjukkan ciri-ciri tanaman bintaro yang biasa ditemukan

Tabel 2.1 Ciri-Ciri Tanaman Bintaro

No	Bagian Tanaman	Ciri-Ciri
1.	Pohon	Tinggi 4-20 m dengan batang yang tegak, berkayu, bulat, dan berbintik-bintik hitam
2.	Daun	Berbentuk lonjong, tepi rata, ujung dan pangkal meruncing, tipis, licin, pertulangan menyirip, panjang 15-20 cm, lebar 3-5 cm, dan berwarna hijau
3.	Bunga	Bersifat majemuk, terletak di ujung batang, tangkai silindris, panjang \pm 11 cm, hijau, tangkai putih panjang 2-2,5 cm, jumlah empat, kepala sari coklat, kepala putik hijau keputih-putihan, mahkota bentuk terompet, ujung pecah menjadi lima, halus, putih, dan harum
4.	Akar	Tunggang
5.	Biji	Berbentuk bulat pipih, dan berwarna putih dengan ukuran sekitar 2 cm x 1,5 cm dan terdiri dari dua bagian <i>cross-matching</i> berdaging putih

(Sumber : Purba, 2015)

Ilustrasi gambar penampang dalam dari tanaman bintaro terlihat pada gambar 2.3 berikut.

**Gambar 2.3** Penampang dalam Tanaman Bintaro

(Sumber : Anonim, 2019)

Bagian-bagian buah bintaro ini lebih banyak berupa serat yaitu, 58,81% (Taufiq Purba Pratama, 2015). Bagian –bagian lain memiliki presentase masing-masing seperti yang terlihat pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Bagian-Bagian Buah Bintaro

Bagian Buah	Hasil Analisis	
	gr	%
Kulit Buah	58,05	24,08
Serat (Serabut)	141,75	58,81
Kulit Biji	20,60	8,55
Biji	20,65	8,57

(Sumber : Purba, 2015)

Biji bintaro memiliki kandungan minyak sebesar 48,72 – 52,93 % (Nurloviana dkk., 2018). Biji bintaro juga memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh yang tinggi sehingga memiliki titik leleh yang rendah dan minyak akan berbentuk cair pada temperatur kamar. Komposisi asam lemak penyusun trigliserida minyak biji bintaro diantaranya: Asam Palmitat (31,52%), Asam Stearat (3,64%), Asam Oleat (47,85%), Asam Linoleat (16,99%) (Lie dkk., 2018). Buah bintaro terdiri atas 8% biji dan 92% daging buah. Bijinya sendiri terbagi dalam cangkang 14% dan daging biji 86% (Kartimi, 2015). Minyak biji bintaro yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh tingkat kematangan buahnya karena hal ini memengaruhi kandungan asam lemak yang ada didalamnya (Nurloviana dkk., 2018).

2.2 Ekstraksi

Proses ekstraksi adalah suatu cara yang dilakukan untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang mengandung unsur minyak atau lemak (S. Ketaren, 1986).

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengekstraksi minyak adalah sebagai berikut :

1. Rendering

Cara ini dilakukan untuk bahan dengan kandungan minyak atau lemak berkadar air tinggi dengan cara pemanasan untuk menggumpalkan protein pada dinding sel bahan.

2. Pengepresan Mekanik

Pengepresan ini dilakukan untuk biji-bijian yang mengandung minyak atau lemak berkadar tinggi (30-70 persen) (Kataren, 1986). Sebelum melakukan pengepresan dilakukan terlebih dahulu perlakuan seperti pembuatan serpih, penggilingan serta pemasakan. Pengepresan dapat dilakukan dalam dua cara yaitu,

a. Pengepresan Hidraulik

Pengepresan ini dilakukan pada tekanan $\pm 2000 \text{ lb/inch}^2$ (136 atm).

Faktor yang memengaruhi banyaknya rendemen yang bisa dihasilkan antara lain, waktu pengepresan, tekanan, serta banyaknya kandungan minyak pada biji-bijian tersebut.

b. Pengepresan Berulir

Cara lain yang dilakukan minyak adalah dengan metode pengepresan menggunakan *screw* (ulir). Alat ini sudah dilengkapi dengan alat pemanas dan tekanan mekanik sehingga dapat langsung memisahkan minyak dengan ampasnya. *Screw* yang digunakan terlihat pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 *Screw* pada Alat *Press* Minyak

Bungkil yang dihasilkan dari pengepresan berulir ini masih mengandung minyak sekitar 4 – 5% dengan kadar air sekitar 2,5 – 3,5 % (Kataren, 1986). Mesin ini terdiri dari 2 batang besi campuran yang berbentuk spiral (*screw*) dengan susunan horizontal dan berputar berlawanan arah. Biji yang telah dilumatkan akan terdorong dan ditekan oleh *cone* pada sisi lainnya, sehingga kandungan minyak pada biji menjadi terperas.

Putaran *screw* juga akan membawa ampas keluar dari alat *press* menuju *nozzle* untuk dicetak menjadi biopellet. Daya kerja dari *screw press* dapat menjadi lebih efisien apabila dilakukan pengempaan pendahuluan dengan tekanan yang rendah dan untuk pengisian bahan baku dilakukan seefektif mungkin (Hasballah dkk., 2018).

Terdapat tiga tipe *screw* yaitu, *Speichim*, *Tork*, dan *usine de wecker*. Alat kempa *Speichim* memiliki *feed screw*, sehingga kontinuitas dan jumlah bahan yang masuk konstan dibandingkan dengan adonan masuk berdasarkan gravitasi. Kontinuitas adonan yang masuk kedalam *screw press* mempengaruhi volume *worm* yang paralel dengan penekan ampas, jika kosong maka tekanan akan kurang dan *oil losses* dalam ampas akan tinggi. Penggunaan *feed screw* akan menimbulkan penambahan investasi dan biaya perawatan yang lebih besar. Oleh sebab itu dalam pengoperasiannya perlu dilakukan perhatian yang lebih intensif. Tipe *stork* adalah *screw* yang terdiri dari alat yang menggunakan *feed screw* dan tanpa *feed screw*, sedangkan *usine de wecker* tidak dilengkapi dengan *feed screw*. Ketiga tipe ini mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap efisiensi pengempaan (Hasballah dkk., 2018).

Ekstraksi akan menghasikan rendemen. Rendemen minyak adalah perbandingan jumlah (kuantitas) minyak yang dihasilkan dari ekstraksi dengan jumlah bahan sebelum diolah (Rani Handayani dkk., 2015)

Berikut merupakan faktor-faktor yang memengaruhi pengepresan dan rendemen minyak secara umum :

- a) Ukuran bahan baku
Semakin kecil diameter biji maka rendemen yang dihasilkan semakin besar.
Hal ini dikarenakan ukuran bahan yang kecil lebih memudahkan minyak keluar dari daging biji dengan bantuan tekanan.
- b) Pori-pori bahan baku
Semakin besar lubang dari pori-pori maka minyak yang keluar akan semakin banyak
- c) Pemanasan
Lubang pori-pori dari bahan baku akan semakin besar jika dipanaskan sehingga mempermudah minyak untuk keluar jika diberi tekanan
- d) Kelembaban bahan baku
Kelembaban yang tinggi menunjukkan banyaknya kandungan air pada bahan baku, dimana semakin lembab bahan baku akan semakin mudah biji tersebut untuk dilumatkan dan digerus sehingga akan mudah juga untuk dilakukan pengepresan, namun semakin lembab bahan baku menunjukkan bahwa kandungan minyaknya juga sedikit.
- e) Waktu Ekstraksi

Waktu ekstraksi yang semakin lama, akan meningkatkan persentase minyak yang terekstrak dikarenakan waktu kontak yang juga semakin lama, hal ini berkaitan erat dengan putaran dan tekanan.

Sedangkan faktor lain yang memengaruhi efisiensi penggunaan alat *screw press* pada proses ekstraksi minyak yaitu :

a) Tekanan *Screw*

Bila tekanan *screw* terlalu rendah maka mengakibatkan ampas masih basah, kehilangan minyak pada ampas bertambah, pemisahan minyak dan biji tidak sempurna, dan bahan bakar yang berasal dari ampas sulit terbakar akibat basah. Sedangkan apabila tekanan *screw* terlalu tinggi akan mengakibatkan kadar biji yang pecah bertambah, kehilangan minyak pada biji bertambah, daya kerja *screw* menjadi lambat.

b) Putaran *Screw*

Putaran yang tinggi akan mengakibatkan kehilangan minyak menjadi lebih sedikit, tetapi alat akan cepat aus sehingga proses pengepresan minyak akan menjadi lemah, sebaliknya jika putaran terlalu rendah maka kadar biji pecah berkurang, kehilangan minyak pada ampas akan meningkat dan menurunkan rendemen minyak (Tampubolon, 2018).

Proses ekstraksi dengan menggunakan *screw press* lebih baik daripada proses ekstraksi dengan cara lain. Proses ekstraksi dengan *screw press* tidak membutuhkan biaya yang besar untuk membeli pelarut dan ampas yang didapat langsung terpisah dengan minyak yang dihasilkan sehingga hanya diperlukan pemisahan serabur-serabut kecil dalam jumlah yang lebih sedikit. Selain itu, pada proses ekstraksi menggunakan *screw press* buah yang berupa bubur (hasil proses pencacahan) yang masuk ke dalam *screw press* dapat disesuaikan kapasitasnya dengan tekanan *screw press*nya (Buntu, 2013).

3. Ekstraksi dengan Pelarut

Ekstraksi ini dilakukan untuk melarutkan minyak dalam pelarut minyak dan lemak (Kataren, 1986). Mutu minyak kasar yang dihasilkan hampir menyerupai hasil dengan cara *screw press*, sebagian fraksi bukan minyak akan ikut terekstraksi. Pelarut yang biasa digunakan adalah petroleum eter, gasoline karbon disulfide, karbon tetraklorida, benzene, dan n-heksan.

b.3 Biodiesel

Biodiesel adalah suatu bentuk bioenergi atau bahan bakar nabati yang dibuat dari minyak nabati yang diolah melalui proses transesterifikasi. Penamaan biodiesel ini merujuk pada bahan bakar yang dihasilkan dari proses ekstraksi minyak nabati atau lemak hewani yang digunakan untuk operasi standar mesin diesel, contohnya pada motor bakar. Biodiesel dibuat melalui proses kimia yang disebut transesterifikasi dimana gliserin dipisahkan dari minyak nabati. Proses ini menghasilkan dua produk yaitu metil esters (biodiesel) atau mono-alkyl esters dan juga gliserin yang merupakan produk samping.

Bahan-bahan alam yang dapat digunakan sebagai biodiesel yaitu bahan alam yang dapat menghasilkan minyak nabati, diantaranya biji bintaro, dan bahan-bahan hayati lainnya yang banyak mengandung minyak.

Biodiesel mempunyai rantai karbon antara 12-20 serta mengandung oksigen. Adanya oksigen pada biodiesel menyebabkan adanya perbedaan antara biodiesel dengan petroleum diesel (solar) yang komponen utamanya terdiri dari hidrokarbon. Biodiesel terdiri dari metil ester asam lemak nabati, sedangkan petroleum diesel adalah hidrokarbon. Namun, biodiesel harus mempunyai sifat kimia dan fisika yang serupa dengan petroleum diesel, sehingga biodiesel dapat digunakan untuk mesin diesel, salah satunya memiliki kemiripan di sifat fisik viskositas (Dimiyati, 2015). Berikut tabel 2.3 memperlihatkan kualitas biodiesel secara SNI 7182 : 2015.

Tabel 2.3 Kualitas Biodiesel Berdasarkan SNI 7182 : 2015

No.	Parameter Uji	Satuan min/maks	Persyaratan	Metode Uji Alternatif
1.	Densitas pada 40°C	kg/m ³	850-890	ASTM D 1298 atau ASTM D 4052
2.	Viskositas Kinematik	cSt	2,3-6,0	ASTM D 445
3.	Titik Nyala	°C, min	100	ASTM D 93
4.	Angka Asam	mg- KOH/gr, maks	0,5	ASTM D 664
5.	Angka Setana	Min	51	ASTM D 613
6.	Titik Kabut	°C, min	18	ASTM D 2500
7.	Belerang	mg/kg,maks	100	ASTM D 5453
8.	Fosfor	mg/kg,maks	10	AOCS Ca 1255

(Sumber : SNI 7182 : 2015)

Biodiesel sendiri memiliki kelebihan dan kekurangan dalam penggunaannya. Kelebihan dari penggunaan biodiesel diantaranya:

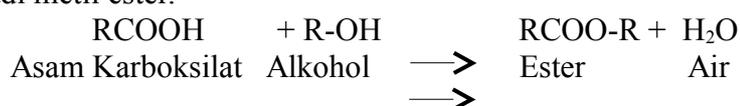
1. Bersifat *renewable* (dapat diperbaharui)
2. Mempunyai *cetane number* yang tinggi
3. Biodiesel dapat digunakan pada semua mesin tanpa adanya modifikasi (Lesmana dkk., 2018)
4. Penggunaan biodiesel berfungsi untuk mengurangi polusi CO₂ dari hasil pembakaran fosil (Oko dkk., 2018).

Sedangkan kelemahan dari penggunaan biodiesel, diantaranya:

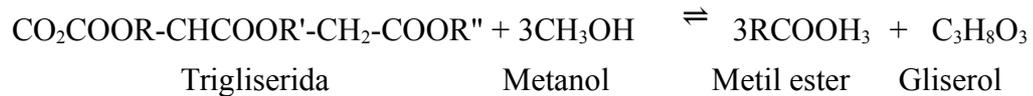
1. Biodiesel memiliki kualitas oksidasi yang kurang baik
2. Biodiesel juga dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba, sehingga menyebabkan beberapa kerusakan pada mesin
3. Biodiesel cenderung berubah menjadi gel apabila disimpan dalam waktu yang lama yang dapat menyebabkan penyumbatan berbagai komponen mesin.

b.4 Esterifikasi dan Transesterifikasi

Proses esterifikasi dan transesterifikasi merupakan serangkaian proses yang dilakukan dalam pembuatan biodiesel (metil ester). Minyak yang telah dimurnikan dengan penambahan asam fosfat mempunyai nilai keasaman yang cukup tinggi, sehingga perlu diturunkan dengan cara esterifikasi. Asam lemak bebas bereaksi dengan alkohol membentuk ester. Interaksi asam lemak dengan metanol bersifat reversibel dan lambat. Berikut adalah reaksi esterifikasi dari asam lemak menjadi metil ester.



Setelah diesterifikasi, dilanjutkan proses transesterifikasi yaitu reaksi ester untuk menghasilkan ester baru yang mengalami pertukaran posisi asam lemak dengan mengkonversi trigliserida menjadi metil ester dengan cara mereaksikannya dengan katalis basa, seperti KOH. Transesterifikasi menghasilkan sedikit metil ester dan gliserin dalam jumlah besar. Gliserin dapat dimanfaatkan dalam pembuatan sabun. Bahan baku sabun ini berperan sebagai pelembab (*moisturizing*). Proses transesterifikasi dapat menurunkan viskositas minyak yang sangat tinggi. Reaksi transesterifikasi gliserida menjadi metil ester terlihat pada reaksi berikut :



Biodiesel yang dihasilkan dapat menentukan yield yang diperoleh. Yield adalah banyaknya hasil reaksi yang terbentuk dari reaksi aktual. Faktor yang memengaruhi persen *yield* biodiesel yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi adalah:

1. Katalis yang digunakan

Penggunaan katalisator digunakan untuk mempercepat suatu reaksi dan menurunkan energi aktivasi, sehingga reaksi akan berjalan dengan lebih mudah. Energi aktivasi yang kecil akan meningkatkan harga konstanta kecepatan reaksi.

2. Temperatur reaksi

Semakin tinggi temperature, laju reaksi akan semakin cepat. Temperatur selama reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada rentang temperatur 30-65°C.

3. Kandungan air dan asam lemak bebas

Terdapatnya air dalam trigliserida menyebabkan terjadinya reaksi saponifikasi yang dapat menurunkan tingkat efisiensi katalis. Jika kandungan asam lemak bebasnya tinggi maka akan dibutuhkan banyak basa.

4. Rasio molar antara trigliserida dan alkohol

Semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan semakin besar persen *yield* minyak yang dihasilkan karena nilai konversi juga akan bertambah. Hal ini dikarenakan reaksi ini bersifat setimbang sehingga reaksi akan bergerak ke arah produk apabila reaktan jumlahnya berlebih (Armalita dkk., 2015). Pembuatan biodiesel dari bahan yang lebih banyak mengandung asam oleat menghasilkan persen yield maksimal sebesar 85,447 % pada penggunaan katalis 1,5% dan perbandingan mol 3:1 (Harahap, 2013).

5. Waktu Reaksi

Waktu optimum yang dapat menghasilkan konversi yang besar terjadi pada waktu 60 menit dan reaksi telah berlangsung sempurna (Sinarep dkk., 2011).

b.5 Pelarut

Larutan terdiri dari pelarut (*solvent*) dan zat terlarut (*solute*). Pelarut adalah zat yang berada pada larutan dalam jumlah yang besar. Sedangkan zat lainnya disebut zat terlarut. Pelarut berfungsi melarutkan reaktan dan reagen agar keduanya bercampur dan memudahkan penggabungan antara reaktan dan reagen agar dapat merubah reaktan menjadi produk. Berdasarkan kepolarannya pelarut dibagi menjadi tiga kategori :

a. Pelarut Protik Polar

Pelarut ini adalah senyawa dengan rumus ROH, contohnya H₂O, methanol, dan Asam Asetat

b. Pelarut Aprotik Dipolar

Pelarut kategori ini semuanya memiliki ikatan dipol yang besar. Biasanya ikatannya adalah ikatan ganda antara karbon dengan oksigen atau nitrogen.

Contohnya, Aseton, dan Etil Asetat

c. Pelarut Non-Polar

Pelarut ini merupakan senyawa yang memiliki konstanta dielektrik yang rendah dan tidak mudah larut dalam air. Contohnya, Benzena, Karbon Tetraklorida, dan Dietil Eter.

Pelarut yang biasa digunakan pada transesterifikasi adalah alkohol karena sifat alkohol adalah polar, maka alkohol menjadi pelarut yang lebih baik untuk molekul – molekul polar daripada hidrokarbon. Kelarutan alkohol dalam air berkurang dengan bertambah panjangnya rantai alkil. Jenis alkohol yang digunakan pada transesterifikasi salah satunya adalah methanol. Metanol digunakan sebagai reaktan. Methanol (CH₃OH) mempunyai keuntungan lebih mudah bereaksi atau lebih stabil dibandingkan dengan ethanol (C₂H₅OH) karena methanol memiliki satu ikatan karbon sedangkan ethanol memiliki dua ikatan karbon, sehingga lebih mudah memperoleh pemisahan gliserol dibanding dengan ethanol.

Kekurangan dalam penggunaan methanol adalah senyawa ini merupakan zat beracun dan berbahaya bagi kulit, mata, paru-paru dan pencernaan dan dapat merusak plastik dan karet. Metanol bersifat mudah menguap, mudah terbakar dan

mudah bercampur dengan air. Tabel 2.4 berikut menunjukkan sifat fisik dan kimia methanol.

Tabel 2.4 Sifat Fisik dan Kimia Metanol

Sifat	Keterangan
Fisik :	
Bentuk	Cair
Warna	Tidak berwarna
Bau	Berbau khas
Kimia :	
Massa Molar	32,04 gr/mol
Titik Leleh	-97,6 °C
Titik Didih	64,7 °C
Tekanan Uap	13,02 kPa
Densitas	0,792 gr/cm ³

(Sumber : Tejo Laksono, 2013)

b.6 Katalis

Katalis dalam proses produksi biodiesel merupakan suatu bahan (misalnya basa, asam atau enzim) yang berfungsi untuk mempercepat dan mengendalikan reaksi, Agar reaksi kimia dapat terjadi, reaktan harus bertumbukan. Tumbukan ini memindahkan energi kinetik (energi gerak) dari satu molekul ke molekul lainnya, sehingga masing-masing molekul teraktifkan. Tumbukan antarmolekul memberikan energi yang diperlukan untuk memutuskan ikatan sehingga ikatan baru dapat terbentuk. Terkadang, walaupun terjadi tumbukan, energi kinetik yang tersedia tidak cukup untuk dipindahkan sehingga molekul tidak dapat bergerak dengan cukup cepat. Hal ini dapat diatasi dengan memanaskan campuran reaktan. Temperatur adalah ukuran energi kinetik rata-rata dari molekul tersebut. Akibat peningkatan temperatur, energi kinetik yang ada juga akan meningkat untuk memutuskan ikatan-ikatan ketika tumbukan. Saat tumbukan antarmolekul terjadi, sejumlah energi kinetik akan digunakan untuk memutuskan ikatan. Jika energi kinetik molekul besar, tumbukan yang terjadi mampu memutuskan sejumlah ikatan. Selanjutnya, akan terjadi pembentukan kembali ikatan baru. Sebaliknya, jika energi kinetik molekul kecil, tidak akan terjadi tumbukan dan pemutusan ikatan. Dengan kata lain, untuk memulai suatu reaksi kimia, tumbukan antarmolekul harus memiliki total energi kinetik minimum sama dengan atau lebih dari energi aktivasi (E_a), yaitu jumlah energi minimum yang diperlukan untuk memulai suatu reaksi kimia. Saat molekul bertumbukan, terbentuk spesi

kompleks teraktifkan (keadaan transisi), yaitu spesi yang terbentuk sementara sebagai hasil tumbukan antarmolekul sebelum pembentukan produk. Dengan penambahan katalis dalam reaksi transesterifikasi terjadi penurunan energi aktivasi dalam sistem reaksi sehingga laju reaksi pembentukan akan meningkat. Hal ini berarti aktivitas katalitik semakin efektif dalam menurunkan energi aktivasi yang harus dilalui oleh sistem reaksi yang berjalan pada temperatur kamar untuk membentuk biodiesel.

Pemilihan katalisator juga berdasarkan temperatur reaksinya, katalis basa tidak memerlukan temperatur yang tinggi, sedangkan katalis asam digunakan untuk temperatur sekitar 100°C. Katalis terbaik yang dapat digunakan pada pembuatan biodiesel reaksi transesterifikasi dengan menggunakan metode AHP yaitu menggunakan katalis KOH ditinjau dari kualitas, harga, konversi, dan reaksi cepat katalis (Andalia, 2017). Katalis basa kurang korosif terhadap peralatan industri dibanding katalis asam, maka sebagian besar transesterifikasi untuk tujuan komersial dijalankan dengan katalis basa. Konsentrasi katalis basa divariasikan antara 0,5-1% dari massa minyak untuk menghasilkan 94-99% konversi minyak nabati menjadi ester.



Gambar 2.5 Kalium Hidroksida

Kalium hidroksida (KOH) merupakan senyawa anorganik basa kuat dengan sifat kimia dan fisik terlihat pada tabel 2.5 berikut.

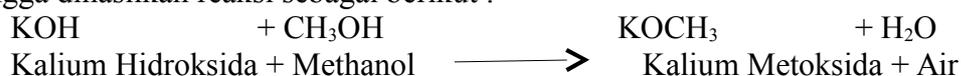
Tabel 2.5 Sifat Fisik dan Kimia KOH

Sifat	Keterangan
Fisik :	
Bentuk	Padatan
Warna	Putih
Bau	Tidak berbau
Kelarutan	Larut dalam alcohol, gliserol, eter, dan

amoniak	
Kimia :	
Rumus Molekul	KOH
Massa Molar	56,092 gr/mol
Titik Lebur	406°C
Titik Didih	1320 °C
Kelarutan dalam Air	1100 g/L (25°C)
Densitas	2,044 gr/cm ³

(Sumber : Laksono, 2013)

Katalis ini dibuat dengan mereaksikan antara reaktan methanol dan KOH sehingga dihasilkan reaksi sebagai berikut :



Semakin banyak jumlah katalis, semakin sedikit persentase yield yang dihasilkan karena katalis basa berlebih dapat menyebabkan reaksi penyabunan (Mantovani, 2017). Penggunaan katalis sebesar 0,2-0,6 % menghasilkan yield sebesar 79,80-82,50 %, dengan yield terendah pada penggunaan katalis 0,6% (Hendra dkk., 2015).

b.7 Blending

Blending adalah suatu proses pencampuran untuk mendapatkan produk atau umpan yang memenuhi persyaratan atau spesifikasi yang diperlukan. Pencampuran antara biodiesel dengan bahan bakar konvensional solar merupakan salah satu cara yang praktis, mengurangi emisi gas buang, dan cukup ekonomis jika diaplikasikan pada motor bakar. Unjuk kerja mesin dengan menggunakan campuran ini lebih baik dari pada menggunakan biodiesel murni. Dengan memvariasikan campuran biodiesel telah menghemat bahan bakar, meningkatkan efisiensi termal dan daya, serta menurunkan emisi gas buang seperti CO₂, SO₂, dan CO, namun seiring dengan bertambahnya biodiesel tidak akan menurunkan emisi NO_x pada gas buang mesin tapi justru menaikkan konsentrasinya. Hal ini dikarenakan biodiesel terbuat dari minyak nabati yang diekstrak dari tumbuhan yang banyak mengandung unsur nitrat (Havendry, 2008). Bahan bakar jenis B20 yang merupakan biodiesel yang mengandung 20% solar dan 80% minyak bumi merupakan campuran biodiesel yang paling umum digunakan di negara maju seperti, Amerika Serikat, Jepang, Cina, dan sebagainya (Sutarno, 2013). Solar yang umum digunakan pada mesin diesel adalah *Automotive Diesel Oil* (ADO)

atau *High Speed Diesel* (HSD). Spesifikasi minyak solar dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.6 Spesifikasi *Automotive Diesel Oil* (ADO)

No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji
			Min.	Maks.	
1.	Angka Setana	-	48	-	ASTM D613
2.	Indeks Setana	-	45	-	ASTM D4737
3.	Berat Jenis (15 °C)	kg/m ³	815	870	ASTM D1298
No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji
			Min.	Maks.	
4.	Viskositas (40 °C)	mm ² /s	2	5	ASTM D445
5.	Titik Nyala	°C	60	-	ASTM D93
6.	Bilangan Asam	mg	-	0,6	ASTM D664
	Total	KOH/gr			

(Sumber : Surat Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006)

b.7.1 Karakterisasi Pencampuran Biodiesel dan Solar

Karakterisasi dari suatu material bertujuan untuk :

1. Mengetahui apakah sintesis material yang telah dilakukan sudah berhasil ataukah masih perlu dilakukan *treatment* lebih lanjut
2. Merencanakan tindakan selanjutnya terhadap material yang telah berhasil di sintesis seperti, mengetahui sifat-sifat materialnya untuk tujuan aplikasi tertentu (Astuti, 2016).

Parameter kimia dan fisika yang diuji untuk menentukan kualitas dari biodiesel yang dihasilkan berfokus pada pengujian bilangan asam, densitas, viskositas, titik nyala dan nilai kalor. Standar pengujian mengikuti standar pengujian berdasarkan aturan dari forum biodiesel Indonesia.

➤ Bilangan Asam

Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah milligram KOH yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak. Makin tinggi bilangan asam, maka makin rendah kualitasnya, hal ini dikarenakan semakin besar bilangan asam maka semakin besar pula asam lemak bebas yang terkandung didalamnya, baik berasal dari hidrolisa minyak dan lemak, ataupun karena proses pengolahan yang kurang baik. Lama waktu pengendapan berpengaruh pada proses transesterifikasi. Pengendapan bertujuan untuk memisahkan gliserol dan biodiesel. Waktu pengendapan metil ester mempengaruhi bilangan asam. Ketika pengendapan yang lebih lama, diduga

tingkat oksidasi pada proses dua tahap lebih tinggi dari pada proses satu tahap. Hal ini mengakibatkan bilangan asam menjadi lebih tinggi, Biodiesel cenderung mudah mengalami kerusakan oleh proses oksidasi dan hidrolisis pada waktu penyimpanan karena adanya asam lemak tak jenuh yang merupakan penyusun komposisi biodiesel (Mawarni, 2018).

➤ **Densitas**

Densitas adalah perbandingan berat dari bahan bakar minyak yang dimaksudkan dengan berat dari air dengan volume yang sama, Massa jenis merupakan sifat fisik yang berkaitan dengan nilai kalori dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar. Densitas biodiesel dipengaruhi oleh jumlah tri, di dan monogliserida dalam biodiesel. Semakin sedikit jumlah senyawa tersebut dalam biodiesel maka akan semakin kecil nilai densitas, artinya semakin banyak trigliserida yang terkonversi menjadi metil ester maka akan semakin turun nilai densitas biodiesel (Ehimen, dkk, 2010). Semakin besar nilai densitas maka nilai viskositas akan semakin besar dan semakin kecil nilai densitas maka nilai viskositas akan semakin kecil, hal ini disebabkan kerapatan antar molekul yang semakin rapat pada minyak, maka gaya kohesi pada minyak akan semakin besar sehingga kekentalan minyak semakin tinggi (Fauziah dkk., 2018). Densitas dari cairan uji pada berbagai suhu ditentukan dengan menggunakan metode piknometer sesuai dengan ASTM D1298.

➤ **Viskositas**

Viskositas adalah suatu ukuran dari besarnya perlawanan suatu bahan bakar cair untuk mengalir. Viskositas yang besar akan menyebabkan kerugian gesekan di dalam pipa, kerja pompa akan berat, proses penyaringan yang sulit, dan kemungkinan adanya kotoran yang ikut terendap, serta sulitnya mengabutkan bahan bakar. Sedangkan viskositas yang terlalu rendah akan mengakibatkan bahan bakar yang dikabutkan terlalu halus, sehingga penetrasi ke ruang bakar rendah dan dapat merusak *nozzle* karena kurang pelumasan. Nilai viskositas menunjukkan bahwa dengan penambahan jumlah katalis cenderung menghasilkan biodiesel dengan viskositas yang lebih rendah karena katalis cepat bereaksi memutus ikatan karbon asam lemak yang kemudian menjadi ikatan karbon metil ester yang rantainya lebih pendek (Moeksin, 2015). Selain itu faktor yang memengaruhi

viskositas adalah waktu reaksi, semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan ikatan karbon dalam minyak akan aktif dan menurunkan titik didih pada proses metanolisis sehingga viskositas meningkat (Zulhardi dkk., 2018). Viskositas juga berhubungan dengan tekanan hidrostatik, tekanan ini akan mendorong cairan turun melalui pipa kapiler akibat adanya gravitasi. Tekanan hidrostatik dapat dirumuskan dengan persamaan berikut :

$$P = \rho \times g \times h$$

Keterangan :

P = Tekanan hidrostatik (Pa)

G = Gravitasi (m/s^2)

h = Kedalaman (m)

Pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan Viskometer dengan mengukur waktu yang diperlukan cairan uji untuk melewati batas yang telah ditentukan dan hal ini sesuai dengan ASTM D445.

➤ **Titik Nyala**

Titik nyala adalah temperatur dimana uap bahan bakar tepat menyala jika berdekatan dengan api. Makin tinggi angka setananya maka makin rendah titik penyalannya. Setiap zat cair yang mudah terbakar memiliki tekanan uap yang merupakan fungsi dari temperatur cair, dengan naiknya temperatur, tekanan uap juga meningkat dan konsentrasi cairan yang mudah terbakar menguap di udara meningkat. Titik nyala tidak memiliki efek pada unjuk kerja motor diesel. Namun diperlukan untuk pertimbangan keamanan dalam penyimpanan dari bahan bakar tersebut. Titik nyala biodiesel lebih besar daripada solar karena biodiesel merupakan senyawa dengan jumlah atom C lebih banyak dan rantainya lebih panjang (Ritonga, 2015). Jika pencampuran biodiesel dilakukan maka akan muncul hubungan berbanding terbalik antara persen biodiesel dengan titik nyala, semakin besar persen biodiesel semakin rendah titik nyalanya (Susanto dkk., 2016). Pengujian titik nyala dilakukan dengan cawan tertutup *Pensky-Martens* sesuai ASTM D93.

➤ **Nilai Kalor**

Nilai kalor biodiesel adalah ukuran energi yang terdapat dalam biodiesel tiap satuan mol atau berat. Daya yang dihasilkan mesin oleh bahan bakar solar lebih tinggi daripada biodiesel karena solar memiliki kalor yang lebih tinggi yaitu sekitar 10800 kal/gram. Namun tidak ada standar khusus yang ditetapkan oleh SNI untuk pengukuran nilai kalor bahan bakar. Kalor adalah energi mekanik akibat gerakan partikel materi dan dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Alat yang dapat digunakan untuk mengukur kalor adalah bom kalorimeter adiabatik. Kalor yang dilepaskan oleh biodiesel sebanding dengan perubahan temperatur yang terjadi dalam kalorimeter. Kalor dalam biodiesel dipengaruhi oleh senyawa penyusun yang tergantung pada bahan dasarnya. Semakin banyak kandungan asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap pada rantai karbonnya (C=C) pada biodiesel, maka akan mengurangi nilai kalor dari biodiesel (Hanif 2012). Densitas suatu bahan berpengaruh terhadap besarnya kalor, Semakin tinggi densitas bahan bakar, makin rendah nilai kalor yang diperolehnya (Sukmana, 2011). Penggunaan katalis menyebabkan meningkatnya kecepatan suatu reaksi, semakin cepat reaksi maka jumlah tumbukan antar molekul-molekul akan semakin meningkat, sehingga rantai karbon semakin banyak yang terputus. Semakin banyak rantai karbon yang terputus maka berat molekulnya akan semakin kecil yang menyebabkan nilai kalor pembakarannya akan semakin besar (Rachmat, 2008)

➤ **Kadar Air**

Kadar air dalam minyak sangat berpengaruh pada kualitas minyak. Semakin kecil kadar air yang terdapat dalam minyak maka semakin baik kualitas minyak, hal ini dapat mengurangi kemungkinan terjadinya reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas. Kandungan air dalam bahan bakar juga menyebabkan turunnya panas pembakaran, berbusa dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam.

Kadar air berpengaruh terhadap kemudahan bahan bakar tersebut untuk menyala, dan kecepatan proses pembakaran, Semakin lembab bahan bakar, maka akan semakin banyak energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air yang terdapat pada bahan bakar. Panas yang diserap oleh bahan bakar yang lembab mengurangi jumlah panas yang tersedia dari pembakaran dan mempercepat proses pemadaman api (Lestari, 2017). Semua bahan yang akan digunakan harus bebas

dari air, karena air akan bereaksi dengan katalis sehingga jumlah katalis menjadi berkurang. Katalis harus terhindar dari kontak dengan udara agar tidak mengalami reaksi dengan uap air dan karbon dioksida (Handayani, 2010).

➤ **pH**

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Semakin kecil pH dari produk biodiesel maka asam lemak yang terkandung dalam biodiesel semakin besar. Hal ini dapat menyebabkan korosi pada mesin diesel jika digunakan biodiesel dengan pH yang tinggi. pH biodiesel dianjurkan berada pada kondisi netral sehingga biodiesel tersebut dapat digunakan dan aman karena asam lemak sudah berkurang melalui reaksi transesterifikasi (Faizal, 2013).