

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *Prototype Biodiesel Processors***

Prototype atau arketipe adalah bentuk awal (contoh) atau standar ukuran dari sebuah entitas. Dalam bidang desain, sebuah prototipe dibuat sebelum dikembangkan atau justru dibuat khusus untuk pengembangan sebelum dibuat dalam skala sebenarnya atau sebelum diproduksi secara massal (Wikipedia,2018). Kata “*Processors*” memiliki arti yaitu pengolahan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) “Proses” dalam kimia merupakan rangkaian tindakan atau pengolahan yang menghasilkan produk. Jadi *Prototype Biodiesel Processors* memiliki arti serangkaian tindakan proses pengolahan yang menghasilkan produk berupa biodiesel.

#### **2.2 Biodiesel**

Biodiesel secara umum adalah bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari bahan terbarukan atau secara khusus merupakan bahan bakar mesin diesel yang terdiri atas ester alkil dari asam-asam lemak. Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati, minyak hewani atau dari minyak goreng bekas/daur ulang. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar mesin diesel yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui (renewable). Biodiesel tersusun dari berbagai macam ester asam lemak yang dapat diproduksi dari minyak tumbuhan maupun lemak hewan. Minyak tumbuhan yang sering digunakan antara lain minyak sawit (palm oil), minyak kelapa, minyak jarak pagar dan minyak biji kapok randu, sedangkan lemak hewani seperti lemak babi, lemak ayam, lemak sapi, dan juga lemak yang berasal dari ikan (Wibisono, 2007).

Standar mutu biodiesel diperlukan untuk menjamin kualitas biodiesel yang diproduksi dan diniagakan untuk membangun dan mengamankan kepercayaan konsumen atau pemakai. Selain itu, dapat menuntun dan mempercepat derap langkah penelitian & pengembangan produksi dan pemanfaatan biodiesel yang intensitasnya kian meningkat sehingga benar-benar terarah ke perwujudan industri biodiesel yang tangguh di dalam negeri. Secara umum parameter yang menjadi standar mutu biodiesel adalah densitas, titik nyala, angka setana, viskositas

kinematik, abu sulfat, energi yang dihasilkan, bilangan iod dan residu karbon. Standar mutu biodiesel Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Biodiesel memiliki manfaat yaitu (Departemen Teknologi Pertanian USU,2005) :

1. Mengurangi emisi dari mesin.
2. Mempunyai rasio keseimbangan energi yang baik (minimum 1 - 2,5).
3. Energi lebih rendah 10 – 12% dari bahan bakar diesel minyak bumi, 37 – 38 MJ/kg. (Menimbulkan peningkatan efisiensi pembakaran biodiesel sebesar 5 – 7% dan juga menghasilkan penurunan torsi 5% dan efisiensi bahan bakar).
4. Bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi.
5. Jika 0,4 – 5 % dicampur dengan bahan bakar diesel minyak bumi otomatis akan meningkatkan daya limas bahan bakar.

Biodiesel memiliki keunggulan (Ju *et.al.*,2003), antara lain :

1. Merupakan bahan bakar ramah lingkungan karena menghasilkan emisi yang cukup baik (bebas sulfur, *smoke number* rendah).
2. Angka setana (*Cetane Number*) tinggi (bilangan yang menunjukkan ukuran baik tidaknya kualitas biodiesel berdasar sifat kecepatan bakar dalam ruang bakar mesin), sehingga efisiensi pembakaran lebih baik.
3. Viskositas tinggi sehingga mempunyai sifat pelumasan yang lebih baik daripada solar sehingga memperpanjang umur mesin.
4. Dapat diproduksi secara lokal.
5. Merupakan *renewable energy* karena terbuat dari bahan alam yang dapat diperbaharui.
6. Tidak mengandung Sulfur dan Benzene yang mempunyai sifat karsinogen serta dapat diuraikan secara alami.
7. Titik kilat tinggi, yakni tempertatur terendah yang dapat menyebabkan uap biodiesel menyala, sehingga biodiesel lebih aman dari bahaya kebakaran pada saat disimpan ataupun saat didistribusikan daripada solar.

Standar mutu biodiesel Indonesia (SNI 04-71822006) merupakan hasil perwujudan dari :

- 1) Studi standar-standar biodiesel luar negeri

Di masa depan jangka pendek sampai menengah, penggunaan biodiesel di Indonesia diperkirakan lebih cenderung ke bentuk campuran dengan solar pada

kadar 5 s/d 30 %-vol (B5, B10, B20, B30). Rincian parameter-parameter standar biodiesel Indonesia lebih condong ke arah standar Amerika Serikat.

## 2) Studi metode uji alternatif

Pabrik-pabrik biodiesel diperkirakan akan tersebar ke tiap kabupaten di seantero negeri dan diusahakan oleh industri menengah sampai besar. Tanpa mengabaikan mutu/ketelitian hasilnya, peralatan dan metode pengujian perlu dapat terjangkau dan dilakukan oleh industri menengah, sementara industri besar boleh juga memilih alternatif yang padat modal dan canggih

## 3) Identifikasi jenis dan potensi sumber minyak nabati di Indonesia

Salah satu fungsi SNI adalah untuk melindungi produk dalam negeri, sehingga SNI yang dibuat perlu mengakomodir berbagai jenis minyak nabati di Indonesia. Berbeda dengan negara-negara barat, rentang asam lemak penyusun minyak nabatinya berkisar antara C14 – C24. Di Indonesia, banyak sumber daya minyak nabati berkomponen utama C8 – C12. Selain itu terdapat sumber daya nabati berasam lemak unik, yang keberadaannya di dalam biodiesel (sementara ini) diduga bakal berakibat kurang baik, sehingga perlu dihindarkan.

### 2.3 Esterifikasi

Pembuatan biodiesel dilakukan dengan dua tahap, esterifikasi dan transesterifikasi. Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak dan lemak dengan alkohol. Katalis-katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat, seperti asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis-katalis yang biasa terpilih dalam praktek industrial. Pada proses pembuatan biodiesel, esterifikasi dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak bebas tinggi (berangka-asam  $\geq 2$  mg-KOH/g). Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dirubah menjadi metil ester. Tahap esterifikasi dilanjutkan dengan tahap transesterifikasi. Akan tetapi sebelum produk esterifikasi diumpankan ke tahap transesterifikasi, air dan bagian terbesar katalis asam yang dikandungnya harus dihilangkan terlebih dahulu. Reaksi esterifikasi bersifat *reversible*, sehingga pembentukan asam lemak bebas dapat terjadi dengan adanya air (Knothe, 2005). berikut ini faktor yang mempengaruhi reaksi esterifikasi (Angga Hariska dkk, 2012) :

#### 1. Keadaan pereaksi dan luas permukaan

Pada umumnya semakin kecil partikel pereaksi makin besar permukaan yang bersentuhan dalam reaksi sehingga reaksi makin cepat.

#### 2. Konsentrasi

Makin besar konsentrasi makin cepat laju reaksi. Pereaksi yang berbeda mempengaruhi laju reaksi tertentu dengan cara yang berbeda.

#### 3. Temperatur

Pada umumnya, jika temperatur dinaikkan laju reaksi bertambah.

#### 4. Penambahan katalis

Katalis adalah zat yang dapat mempercepat suatu reaksi, tetapi tidak ikut bereaksi. Sebagai contoh, campuran hidrogen dan oksigen ditambahkan dengan serbuk platina sebagai campuran katalis, terjadi reaksi eksplosive.

Perkembangan pembuatan biodiesel semakin maju tiap tahunnya, contohnya Profesor Subagjo dan para peneliti di teknik kimia di Institut Teknologi Bandung yang mengembangkan katalis buatan dalam negeri dimana selama ini industri minyak mengimpor katalis dari luar negeri, tentunya industri memilih katalis dari luar karena murah dan praktis dibandingkan membuat katalis sendiri. Peralnya biaya untuk riset dan merintis pembuatan katalis memerlukan biaya yang tidak sedikit dan memerlukan waktu yang panjang.

### **2.4 Transesterifikasi**

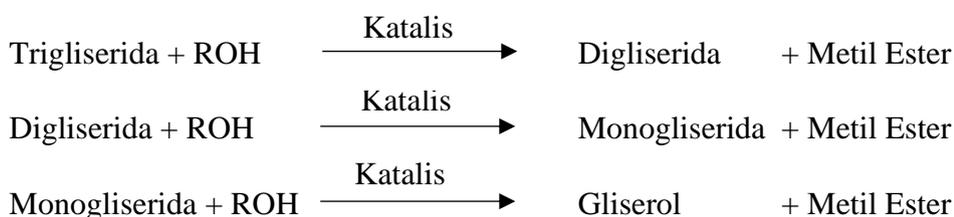
Transesterifikasi (alkoholisis) adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi alkil ester melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping gliserol. Metanol adalah yang paling umum digunakan, karena harganya murah dan reaktifitasnya paling tinggi. Biodiesel identik dengan ester metil asam-asam lemak (*Fatty Acids Metil Ester*, FAME). Transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat (Mittelbach, 2004). Katalis yang biasa digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa, karena katalis ini dapat mempercepat reaksi.

**Tabel 2.1** Standar Mutu Biodiesel Indonesia (SNI 04-7182-2006)

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1	Massa jenis pada 40 °C	Kg/m <sup>3</sup>	850-890
2	Viskositas kinematik 40 °C	Mm <sup>2</sup> /s (cst)	2,3-60
3	Angka <i>cetane</i>		Min. 51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C	Min. 100
5	Titik kabut	°C	Maks. 18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50 °C)		Maks. no 3
7	Residu Karbon		
	Dalam contoh asli		Maks. 0,05
	Dalam 10% ampas Distilasi		Maks. 0,3
8	Air dan sediment	% vol	Maks. 0,5
9	Temperature Distilasi 90%	°C	Maks. 360
10	Abu tersulfatkan	% massa	Maks. 0,02
11	Belerang	Ppm-m (mg/kg)	Maks. 100
12	Fosfor	Ppm-m (mg/kg)	Maks. 10
13	Angka asam	Mg-KOH/g	Maks. 0,8
14	Gliserol bebas	% massa	Maks. 0,02
15	Gliserol total	% massa	Maks. 0,24
16	Kadar Ester Alkyl	% massa	Maks. 96,5
17	Angka Iodium	% massa (9g-I <sub>2</sub> /100)	Maks. 115
18	Uji Helphen		Negatif

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional)

Adapun reaksi transesterifikasi yaitu :

**Gambar 2.1** Reaksi Transesterifikasi

(Sumber : <https://www.slideshare.net/dedenluk/biodiesel-29430949>)

Menurut Hambali *et. al* (2007) Metode transesterifikasi terdiri dari 4 tahapan :

1. Pencampuran katalis alkali umumnya NaOH atau KOH dengan alkohol biasanya metanol dan etanol pada konsentrasi katalis antara 0,5–1 wt % dan 10-20 wt % metanol terhadap minyak.
2. Pencampuran alkohol dan katalis dengan minyak pada temperatur 55°C dengan kecepatan pengadukan konstan. Reaksi dilakukan sekitar 30 – 40 menit.
3. Setelah reaksi berhenti pencampuran didiamkan hingga terjadi pemisahan antara metil ester dan gliserol. Metil ester yang dihasilkan pada tahap ini sering disebut

sebagai crude biodiesel, karena metil ester yang dihasilkan mengandung zat pengotor seperti sisa metanol, sisa katalis, gliserol dan sabun.

4. Metil ester yang dihasilkan pada tahap ini dicuci menggunakan air hangat untuk memisahkan zat-zat pengotor dan kemudian dilanjutkan dengan *drying* untuk menguapkan air yang terkandung didalam biodiesel.

## 2.5 Minyak Jelantah

Minyak goreng bekas atau yang biasa disebut dengan minyak jelantah adalah minyak bekas pemakaian kebutuhan rumah tangga. Sehubungan dengan banyaknya minyak goreng bekas dari sisa industri maupun rumah tangga dalam jumlah tinggi dan menyadari adanya bahaya konsumsi minyak goreng bekas, maka perlu dilakukan upaya-upaya untuk memanfaatkan minyak goreng bekas tersebut agar tidak terbuang dan mencemari lingkungan. Berkembangnya bisnis makanan gorengan telah membawa dampak yang hingga kini belum mendapat banyak perhatian, yaitu meningkatnya jumlah minyak goreng bekas. Pada umumnya, para pedagang makanan gorengan menggunakan minyak goreng secara terus menerus dalam jangka waktu sangat lama, tanpa pernah diganti dan hanya menambah sejumlah minyak segar. Kondisi ini menyebabkan terjadinya dekomposisi komponen penyusun minyak. Salah satu upaya pengelolaan minyak jelantah yaitu dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku biodiesel. Selain dapat mengurangi permasalahan pencemaran lingkungan, biodiesel berbahan baku limbah minyak jelantah dan sisa makanan berminyak juga dapat menjadi sumber alternatif energi terbarukan.

## 2.6 Metanol

Metanol dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" ia berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Penggunaan metanol berlebih berfungsi untuk menetralkan asam lemak bebas atau sabun yang terkandung didalam minyak jelantah. Asam lemak bebas yang tinggi akan mempengaruhi konversi asam lemak menjadi biodiesel semakin rendah sehingga volume produk

biodiesel semakin berkurang. Tetapi secara ekonomis penggunaan metanol berlebih tidaklah menguntungkan karena harga metanol lebih mahal dari pada harga bahan baku minyak jelantah (Angga, 2012). Sifat-sifat metanol antara lain :

1. Sifat Fisika dari Metanol

Cairan tak berwarna dengan titik didih 64,5 °C, dapat dicampur dengan air dalam segala perbandingan, tak membentuk campuran azeotropik dengan air. Larut dengan air, dengan alkohol, dengan eter, benzena, dan dengan sebagian besar pelarut organik lainnya.

2. Sifat Kimia Dari Metanol

Metanol menunjukkan reaksi-reaksi umum dari alkohol (tetapi metanol hanya memiliki satu atom C).

## 2.7 Adsorben

Tingginya angka asam suatu minyak jelantah menunjukkan buruknya kualitas dari minyak jelantah tersebut, sehingga minyak jelantah dibuang sebagai limbah akan mengganggu lingkungan dan menyumbat saluran air. Agar minyak jelantah dapat dimanfaatkan kembali, maka dicoba untuk meregenerasi minyak tersebut dengan menurunkan angka asam yaitu mengurangi kandungan asam lemak bebas. Alternatif pengolahan minyak goreng bekas adalah melalui proses pemurnian dengan menggunakan sejumlah adsorben. Dengan demikian teknik adsorpsi dapat digunakan untuk pengurangan angka asam. Adsorben yang digunakan dapat yang alami maupun yang telah diaktivasi (Winardni et al, 2010). Arang aktif dari tempurung kelapa adalah salah satu adsorben yang baik untuk proses adsorpsi. Karbon aktif dipilih karena memiliki permukaan yang luas, kemampuan adsorpsi yang besar, mudah diaplikasikan, dan biaya yang diperlukan relatif murah (Bansal et al., 1988). Namun, karbon aktif yang tersedia secara komersial sangat mahal dan memiliki biaya regenerasi tinggi. Beberapa studi telah dilakukan untuk mencari kemungkinan pembuatan karbon aktif yang harganya lebih murah namun bisa digunakan sebagai pembanding dengan karbon aktif komersial khususnya dalam daya serap adsorpsinya. Karbon aktif dapat dibuat dari limbah pertanian atau dari senyawa yang mengandung karbon. Beberapa limbah pertanian yang dapat dijadikan sebagai adsorben antara lain dari tempurung kelapa (Pambayun, 2013), tandan kosong kelapa sawit (Purwanto, 2011) tempurung kenari

(Hala, 2010), serbuk kayu gergajian campuran (Hendra, 2006), limbah kayu sengon (Pari, 2005), dan limbah kayu jati (Sudarja, 2012). Diantara limbah pertanian di atas, salah satu limbah yang berpotensi untuk menghasilkan karbon aktif adalah tempurung kelapa yang dihasilkan sekitar 86 ton per tahun dan sampai saat ini hanya dijadikan bahan bakar rumah tangga. Padahal tempurung kelapa ini dapat diolah menjadi produk yang mempunyai nilai ekonomis tinggi yaitu sebagai karbon aktif. Pemilihan tempurung kelapa sebagai karbon aktif karena memiliki mikropori yang banyak, kadar abu yang rendah, kelarutan dalam air yang tinggi, memiliki daya serap yang tinggi, tidak berbahaya bagi lingkungan, dan mempunyai reaktivitas yang tinggi (Dhidan, 2012).

## **2.8 Katalis**

Katalis adalah suatu zat yang dapat mempercepat atau memperlambat reaksi. Jenis-jenis katalis dibagi menjadi tiga jenis, yaitu katalis homogen, katalis heterogen, dan biokatalis (enzim):

### **1. Katalis Homogen**

Katalis homogen adalah katalis yang wujudnya sama dengan wujud zat-zat pereaksi. Katalis homogen berfungsi sebagai zat perantara (fasilitator). Katalis homogen bekerja dengan cara berinteraksi dengan partikel pereaksi membentuk fase transisi. Selanjutnya, fase transisi bergabung dengan pereaksi lain membentuk produk, dan setelah produk dihasilkan katalis beregenerasi menjadi zat semula.

### **2. Katalis Heterogen**

Katalis heterogen adalah katalis yang wujudnya berbeda dengan pereaksi. Katalis heterogen bekerja pada pereaksi berupa gas atau cairan, dan reaksi katalis terjadi pada permukaan katalis. Katalis heterogen biasanya berbentuk padatan. Mekanisme katalis heterogen melalui lima langkah, yaitu:

- Transport reaktan ke katalis
- Interaksi reaktan-reaktan dengan katalis (adsorpsi)
- Reaksi dari spesi-spesi yang teradsorpsi menghasilkan produk-produk reaksi
- Deadsorpsi produk dari katalis
- Transport produk menjauhi katalis

Keuntungan dari katalis heterogen adalah ramah lingkungan, tidak bersifat korosif, mudah dipisahkan dari produk dengan cara filtrasi, serta dapat digunakan berulang kali dalam jangka waktu yang lama. Selain itu, katalis heterogen meningkatkan kemurnian hasil karena reaksi samping dapat dieliminasi. Contoh-contoh dari katalis heterogen adalah zeolit, CaO, MgO, dan resin penukar ion.

### 3. Biokatalis (enzim)

Enzim adalah katalis yang mempercepat reaksi-reaksi kimia dalam makhluk hidup. Terdapat bermacam-macam enzim, dan masing-masing enzim hanya dapat mengkatalis satu reaksi tertentu.

Pada pembuatan biodiesel sering menggunakan katalis hal ini dikarenakan agar reaksi dapat terjadi pada suhu rendah dan perbandingan metanol minyak rendah. Baru-baru ini produksi biodiesel dengan kondisi superkritis telah disarankan untuk mengatasi kelemahan yang terdapat pada proses katalitik basa. Pada kondisi superkritis minyak dan metanol menjadi satu fase, jadi pencampuran sempurna dapat dicapai untuk membuat biodiesel (>95%) dalam waktu beberapa menit tanpa membutuhkan katalis (Saka,dkk.2001; Demirbas,2008). Namun pada proses ini membutuhkan rasio minyak metanol 40:1 serta beroperasi pada suhu tinggi 300-350 °C dan tekanan tinggi 20-5- Mpa, sehingga membuat proses ini membutuhkan energi yang sangat besar. Besarnya kebutuhan energi akan menyebabkan tingginya biaya produksi.

### 2.9 Kalsium Oksida (CaO)

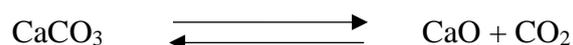


**Gambar 2.2** Cangkang Kerang Darah

(sumber: <https://www.pertanianku.com/kantongi-omzet-ratusan-juta-dari-kerang-darah/>)

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan variasi katalis heterogen CaO. Kalsium oksida (CaO) merupakan oksida basa kuat yang memiliki aktivitas katalitik yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai katalis untuk pembuatan biodiesel (Granados, 2009). CaO sebagai katalis basa mempunyai banyak manfaat misalnya, kondisi reaksi yang rendah, masa katalis yang lama, serta biaya katalis yang rendah (Indah, 2011). Pemanfaatan sumber bahan baku CaO yang diperoleh dari limbah cangkang kerang telah banyak dipelajari belakangan ini seperti, cangkang Kerang Tiram (Nakatani, 2009), cangkang Kepiting Lumpur, golden apple snail shell (Tantra, 2011), cangkang kerang darah, cangkang remis, dan cangkang kerang hijau (Buasri, 2013). Katalis cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) mengandung CaO sebesar 99,17 dari % berat (Buasri, 2013). Hal ini menunjukkan potensi yang bagus untuk mensintesis katalis CaO dari cangkang kerang dengan biaya yang murah. Katalis disiapkan dengan metode kalsinasi. Limbah cangkang kering dikalsinasi pada 700 – 1.000°C di atmosfer udara dengan laju pemanasan 10°C/menit selama 4 jam. Hasil padatan dihancurkan dan diayak untuk melewati 100 – 200 mesh. Produk (38 – 75 µm) diperoleh sebagai bubuk putih. Semua sampel yang dikalsinasi disimpan dalam bejana rapat untuk menghindari reaksi dengan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan kelembaban di udara sebelum digunakan (Buasri, 2013).

Reaksi yang terjadi pada CaCO<sub>3</sub> pada kalsinasi 1000 °C :



**Gambar 2.3** Reaksi CaCO<sub>3</sub> pada kalsinasi 1000 °C

Sebagaimana ditunjukkan diatas reaksi tersebut dapat balik atau reversibel. CaO memiliki sisi-sisi yang bersifat basa dan CaO telah diteliti sebagai katalis basa yang kuat dimana untuk menghasilkan biodiesel menggunakan CaO sebagai katalis basa mempunyai banyak manfaat, misalnya aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang rendah, masa katalis yang lama, serta biaya katalis yang rendah. Komposisi mineral kerang secara umum dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Komposisi mineral kerang (dalam 100 g)

Komponen	Jumlah
Natrium (mg)	313,650
Kalium (mg)	227,800
Kalsium (mg)	28,050
Magnesium (mg)	31,450
Fosfor (mg)	242,250
Besi (mg)	5,712
Seng (mg)	2,269
Tembaga (mg)	0,127

Sumber : USDA (2006)

Komposisi kimia kerang dari berbagai hasil penelitian disajikan pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Komposisi kimia kerang (dalam 100 g)

No	Komponen	Kandungan (% berat)
1	CaCO <sub>3</sub>	98,7
2	Na	0,9
3	P	0,02
4	Mg	0,05
5	Fe,Cu,Ni,B,Zn dan Si	0,02

(Maycel dkk,2014)

## 2.10 Faktor-Faktor Mempengaruhi Pembentukan Biodiesel

Reaksi transesterifikasi dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal merupakan kondisi yang berasal dari minyak, seperti kandungan air dan asam lemak bebas. Sedangkan faktor eksternal merupakan kondisi yang tidak berasal dari minyak meliputi kecepatan pengadukan, suhu reaksi, rasio alkohol, rasio umpan, dan jenis katalis. Menurut Hikmah dkk, (2010), faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan biodiesel dari proses transesterifikasi yaitu :

### 1. Asam lemak bebas

Minyak nabati yang akan ditransesterifikasi harus memiliki angka asam yang lebih kecil dari 1. Banyak peneliti yang menyarankan agar kandungan asam lemak bebas lebih kecil dari 0.5% (<0.5%). Selain itu, semua bahan yang akan digunakan harus bebas dari air karena air akan bereaksi dengan katalis, sehingga jumlah katalis menjadi berkurang. Menurut Joeliningsih, Tambunan, H.A., *et al* (2012) apabila bahan baku yang memiliki kandungan asam lemak bebas tinggi (>1%) harus dilakukan perlakuan awal. Hal ini dikarenakan katalis basa akan bereaksi dengan asam lemak bebas membentuk sabun dan air.

## 2. Perbandingan rasio umpan

Secara stoikiometri, jumlah alkohol yang dibutuhkan untuk reaksi adalah 3 mol untuk setiap 1 mol trigliserida, untuk dan alkil ester memperoleh 3 mol dan 1 mol gliserida. Secara umum ditunjukkan bahwa semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan, maka konversi yang diperoleh juga akan semakin bertambah. Pada rasio 6 : 1, setelah 1 jam konversi yang dihasilkan adalah 98 - 99%, sedangkan 3 : 1 adalah 74 - 89 %.

## 3. Jenis alkohol

Pada rasio 6 : 1, metanol akan memerikan perolehan ester yang tertinggi dibandingkan dengan etanol atau butanol.

## 4. Jenis katalis

Katalis adalah bahan yang digunakan ke dalam reaksi yang mempercepat jalannya reaksi. Katalis dapat digolongkan dalam katalis asam, basa, dan katalis enzim.

## 5. Kecepatan pengadukan

Pengaruh kecepatan pengadukan pada proses reaksi berkaitan dengan kehomogenan campuran reaksi agar reaksi berlangsung sempurna. Semakin tinggi kecepatan pengadukan maka akan semakin cepat terjadinya reaksi. Menurut Sahirman (2009), kecepatan pengadukan optimum dari reaksi transesterifikasi adalah 300 rpm. Berdasarkan hasil penelitian Nouredini dan Zhu (1997) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap % yield yang dihasilkan pada kecepatan pengadukan 150- 300 rpm akan tetapi antara 300 dan 600 rpm perbedaannya hanya sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan akan berpengaruh pada hasil proses transesterifikasi, akan tetapi setelah terjadi kesetimbangan tidak akan berpengaruh nyata.

## 6. Suhu

Pada reaksi transesterifikasi, suhu yang baik biasanya berkisar pada 30°C-60°C. Suhu reaksi berkaitan dengan panas yang dibutuhkan untuk mencapai energi aktivasi. Semakin tinggi suhu, konversi yang diperoleh akan semakin tinggi untuk waktu yang lebih singkat. .

## 2.11 Analisa Biodiesel

### 1. Densitas

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi (misalnya besi) akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah (misalnya air). Satuan SI massa jenis adalah kilogram per meter kubik ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )

Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda. Dan satu zat berapapun massanya berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama. Massa jenis menunjukkan perbandingan massa persatuan volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel persatuan volume bahan bakar. Kerapatan suatu fluida ( $\rho$ ) dapat didefinisikan sebagai massa per satuan volume.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

**Gambar 2.4** Rumus Massa Jenis

dimana :  $\rho$  adalah densitas ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$m$  adalah msasa ( kg)

$v$  adalah volume ( $\text{m}^3$ )

### 2. Angka Asam

Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah mg KOH/NaOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak/lemak. Bilangan asam ini menunjukkan jumlah asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak/lemak, biasanya dihubungkan dengan proses hidrolisis minyak/lemak yang berkaitan dengan mutu minyak/lemak tersebut. Bilangan asam ditentukan dengan cara titrasi alkalimetri, yaitu teknik titrasi dengan pereaksi suatu alkali (KOH). Angka asam adalah jumlah milligram KOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam satu gram minyak atau lemak. Angka asam dari biodiesel yang dihasilkan sebesar 0,12489 mg-KOH (max 0,8 mg-KOH/g).

### 3. Viskositas

Viskositas (kekentalan) merupakan sifat intrinsik 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.

Konsep dasar viskositas kinematik adalah perkembangan dari penggunaan cairan untuk menghasilkan aliran melalui suatu tabung kapiler. Koefisien viskositas absolut, apabila dibagi oleh kerapatan fluidanya disebut viskositas kinematik. Dalam sistem metrik satuan viskositas disebut Stoke dan mempunyai satuan centimeter kuadrat per detik.

### 4. Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar menentukan jumlah konsumsi bahan bakar tiap satuan waktu. Semakin tinggi nilai kalor bahan bakar menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut semakin sedikit pemakaiannya. Tidak ada standar khusus yang menentukan nilai kalor minimal yang harus dimiliki bahan bakar diesel.

### 5. Kadar air

Kadar air biodiesel mempengaruhi penyimpanan biodiesel dan juga proses pencampuran dengan solar karena sifatnya yang higroskopis. Kadar air biodiesel yang tinggi dapat menyebabkan mikroba mudah tumbuh, sehingga mengotori biodiesel, korosi pada mesin, dan pada suhu rendah menyebabkan pemisahan biodiesel murni maupun blending. Selain itu adanya air dalam biodiesel dalam jangka waktu yang lama akan meningkatkan kadar FFA (bilangan asam).

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

Titik nyala adalah titik temperatur terendah dimana bahan bakar dapat menyala ketika bereaksi dengan udara. Bila nyala terus terjadi secara menerus maka suhu tersebut dinamakan titik bakar (*fire point*). Titik nyala yang terlampaui tinggi dapat menyebabkan keterlambatan penyalaan sementara apabila titik nyala terlampaui rendah akan menyebabkan timbulnya denotasi yaitu ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ruang bakar. Hal ini juga dapat meningkatkan resiko bahaya saat penyimpanan. Semakin tinggi titik nyala dari suatu bahan bakar semakin aman penanganan dan penyimpanannya. (Widyastuti, L.,2007).

