

Gambar 1. Viskositas Ostwald

Pada metoda ini diukur waktu ( $t$ ) yang diperlukan sejumlah volume ( $v$ ) cairan yang mengalir (dari tanda X ke Y) melewati kapiler B. Menurut Poseuille, viskositas ditentukan berdasarkan formulasi rumus berikut:

$$\eta = \frac{\pi R^4 P t}{8 V L}$$

Dimana :

$P$  = Tekanan penggerak ( $\text{Nm}^{-2}$ )

$t$  = Waktu alir (det)

$R$  = Jari-jari kapiler (m)

$L$  = Panjang kapiler (m)

$V$  = Volume cairan ( $\text{m}^3$ )

Sejumlah tertentu cairan dimasukkan kedalam C selanjutnya dengan cara memompa, cairan dibawa ke A sampai melewati tanda garis X, cairan dibiarkan mengalir secara bebas. Waktu yang diperlukan untuk mengalir dari garis X ke Y diukur. Pada metoda ini yang selalu diperhatikan adalah kecepatan aliran dari X ke Y. Viskositas suatu cairan dapat ditentukan dengan membandingkan hasil pengukuran waktu alir ( $t_1$ ), rapat massa ( $\rho_1$ ), cairan 1 (pembanding) yang telah diketahui viskositasnya ( $\eta_1$ ), terhadap waktu alir ( $t_2$ ) dan rapat massa ( $\rho_2$ ) cairan 2 yang akan ditentukan viskositasnya ( $\eta_2$ ) (Atkin, 1997). Perbandingan kedua viskositas tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{t_1 \rho_1}{t_2 \rho_2}$$

## 2.7. Asam Lemak Bebas

Dalam minyak kelapa terdapat asam lemak bebas atau Free Fatty Acid (FFA) yang turut mempengaruhi kualitas produksi. Semakin tinggi FFA dari minyak kelapa maka kualitas dari minyak kelapa dapat dikatakan kurang bagus. Asam lemak bebas yang terkandung dalam biodiesel dapat menyebabkan terbentuknya karat dan dapat menimbulkan kerak dipermukaan injektor mesin. Untuk menghilangkan asam lemak bebas maka dilakukan proses transesterifikasi. Kerusakan minyak dapat terjadi selama masa penyimpanan. Penyimpanan yang salah dalam jangka waktu tertentu dapat menyebabkan pecahnya ikatan trigliserida pada minyak, lalu membentuk gliserol dan asam lemak bebas. Asam lemak bebas inilah yang kemudian menimbulkan ketengikan. (Wiguna, 2006)

Penetapan FFA dapat dilakukan dengan melarutkan sampel kedalam pelarut tertentu seperti etanol, isopropil alkohol, campuran etanol / dietil ester (1:1) kemudian dinetralisir dengan larutan alkali (KOH) dengan bantuan indikator phenolphthalin. Pelarut yang umum digunakan adalah iso propil alkohol (IPA).

$$\text{Normalitas KOH} = \frac{\text{berat PHP (g)} \times 1000}{\text{ml KOH} \times 204,2 \text{ (BMPHP)}}$$

$$\text{Asam Lemak Bebas (\%)} = \frac{(\text{ml} \times N) \text{ KOH} \times 200 \times 100\%}{\text{Gram sampel} \times 1000}$$

## 2.8. Kandungan Air

Zat mudah menguap pada minyak kelapa dan biodiesel adalah jumlah bahan yang mudah menguap pada suhu 105°C yang sebagian besar tersusun atas air dan bahan organik yang mudah menguap. Dan secara umum dinyatakan sebagai kandungan air, yaitu merupakan selisih bobot yang hilang perberat sampel setelah sampel dipanaskan pada suhu 105°C selama 3,5 jam. Kandungan air yang

terdapat dalam biodiesel dapat mengganggu kinerja mesin. Hal ini berpengaruh pada proses perapian, perkaratan pada mesin. (Andi, 2006).

$$\text{Kandungan Air (\%)} = \frac{a - b \times 100\%}{\text{Gram sampel}}$$

a = Berat cawan dan sampel sebelum pemanasan (g)

b = Berat cawan dan sampel setelah pemanasan (g)

## 2.9. Berat Jenis

Berat jenis adalah perbandingan massa sampel persatuan volume piknometer pada suhu 25°C. Pengukuran berat jenis menggunakan alat piknometer. (Ketaren, 1986).

Jika biodiesel mempunyai berat jenis yang tinggi melebihi ketentuan akan terjadi reaksi tak sempurna pada konversi minyak nabati. Hal ini dapat juga meningkatkan keausan pada mesin, emisi dan menyebabkan kerusakan pada mesin. Berat jenis bahan bakar berhubungan dengan kekentalan bahan bakar. (Rama, 1999).

Jika bahan bakar mempunyai berat jenis lebih dari 0,900 g/ml kemungkinan hasil dari reaksi yang tidak sempurna dan seharusnya tidak digunakan untuk mesin diesel, jika digunakan dalam mesin diesel bahan bakar dapat meningkatkan keausan mesin, emisi dan menyebabkan kerusakan mesin.

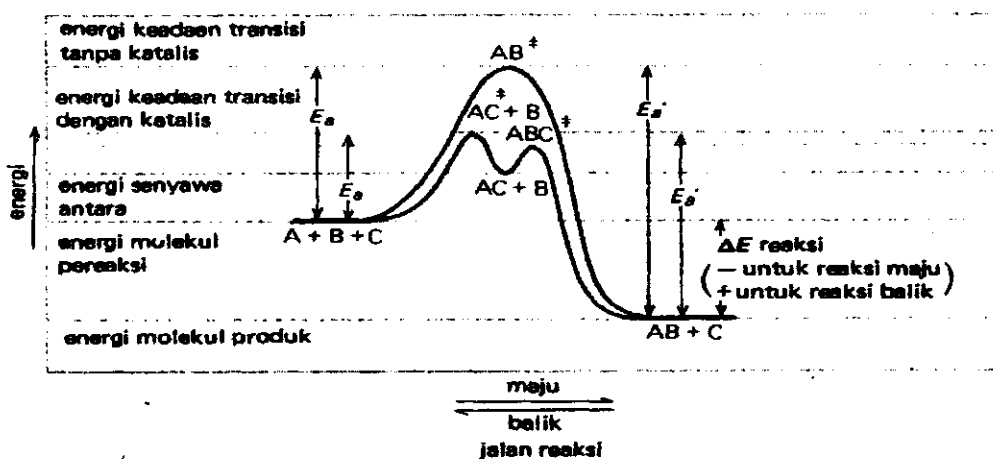
$$\text{Berat Jenis} = \frac{(\text{berat piknometer dan sampel})(g) - (\text{berat piknometer kosong})(g)}{\text{Volume piknometer}(ml)}$$

## 2.10. Katalis

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tetapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau mungkin reaksi pada



suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicu terhadap pereaksi. Katalis ada yang mempercepat reaksi dan ada yang memperlambat reaksi. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi. Katalis dapat mempengaruhi laju reaksi, energi atau tenaga aktivasi. Energi aktivasi adalah molekul-molekul dapat bereaksi bila mempunyai tenaga lebih tinggi dari pada tenaga rata-rata sistem. Selisih tenaga ini yang disebut dengan energi aktivasi. Hanya molekul-molekul yang mempunyai tenaga lebih besar atau sama dengan tenaga aktivasi yang dapat bereaksi. Makin tinggi temperatur makin banyak molekul yang mempunyai tenaga lebih besar atau sama dengan tenaga aktivasi hingga makin cepat reaksinya. Dengan adanya katalis tenaga aktivasi dari reaksi-reaksi tersebut menjadi lebih kecil atau berkurang, hingga reaksi menjadi lebih cepat. Katalis menurunkan energi pengaktifan reaksi maju dan reaksi balik dengan jumlah yang sama.



Gambar 2. Energi aktivasi

Dari gambar 2 dapat dijelaskan bahwa  $A+B+C$  adalah energi molekul pereaksi.  $AB^\ddagger$  untuk keadaan transisi untuk reaksi yang tak berkatalis,  $AC^\ddagger + B$  dan  $ABC^\ddagger$  keadaan transisi untuk reaksi yang berkatalis.  $AB+C$  energi molekul produk. Katalis menurunkan energi pengaktifan dari suatu reaksi tetapi tidak mengubah  $\Delta E$  reaksi. Suatu katalis menurunkan energi pengaktifan reaksi maju dan reaksi balik dalam jumlah yang sama.

Katalis dapat dibedakan dalam dua golongan utama yaitu: katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis homogen adalah katalis yang berada dalam fase sama dengan pereaksi sedangkan katalis heterogen adalah katalis yang berbeda fasenya dengan pereaksi. Katalis dapat berupa zat padat, cair atau gas. Contoh katalis homogen adalah  $\text{NO}_2$  mengkatalis oksidasi  $\text{SO}_2$  menjadi  $\text{SO}_3$ . Contoh katalis heterogen adalah oksidasi  $\text{SO}_2$  dengan Pt asbes. Katalis homogen umumnya bereaksi dengan satu atau lebih pereaksi untuk membentuk suatu perantara kimia yang selanjutnya bereaksi membentuk produk akhir reaksi. (Sukardjo, 1985)

Katalis homogen mempunyai keuntungan dapat bereaksi dengan cepat karena berada dalam satu fase dengan pereaksinya, katalis homogen tidak mengalami perubahan kimia yang permanen dan dapat digunakan kembali sedangkan kerugiannya suatu reaksi pada temperatur tinggi produk-produk reaksi tidak stabil atau karena mungkin pereaksi itu lebih cepat terbentuk kembali pada temperatur tinggi oleh karenanya rendemen produk yang dihasilkan menjadi lebih berkurang. Katalis heterogen keuntungannya dapat mengadsorpsi berbagai macam gas, gaya tarik menarik antar molekul zat padat dan molekul gas atau cairan yang teradsorpsi menjadikan molekul yang teradsorpsi menjadi reaktif secara kimiawi. sedangkan kerugiannya bereaksi dengan lambat dari pada katalis homogen karena berada pada beda fase dengan pereaksinya menggunakan sistem adsorpsi yang membutuhkan waktu yang lebih lama. (Keenan, dkk. 1984)

Pada proses transesterifikasi dapat menggunakan katalis asam, basa, dan biokatalis. Katalis asam seperti asam klorida dan asam sulfat, katalis basa seperti  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$  dan sodium metoksida dan biokatalis seperti lipase. Dalam pembuatan biodiesel  $\text{KOH}$  lebih mudah digunakan dengan waktu reaksi yang diperlukan 1,4 kali lebih cepat dibanding dengan menggunakan  $\text{NaOH}$ . (Pelly, 2005).

## 2.11. Transesterifikasi

Transesterifikasi berasal dari esterifikasi. Transesterifikasi merupakan pembentukan ester dengan mereaksikan minyak dengan alkohol dengan bantuan katalis basa. Transesterifikasi merupakan perubahan bentuk dari satu jenis ester

menjadi bentuk ester yang lain. Proses transesterifikasi adalah mengeluarkan gliserida dari minyak dan mereaksikan asam lemak bebas dengan alkohol (misalnya metanol) menjadi alkohol ester (fatty acid metil ester, FAME), atau biodiesel. Transesterifikasi dilakukan dengan mencampurkan minyak kelapa dengan metanol yang menggunakan katalisator NaOH.

Proses transesterifikasi dapat berlangsung selama 1 jam pada suhu sekitar 50–65 °C. Campuran yang terjadi kemudian didiamkan sehingga terbentuk dua lapisan yaitu lapisan bawah adalah glyserin dan lapisan atas metil ester (biodiesel). Agar reaksi berlangsung sempurna, maka biodiesel hasil dari tahap pertama kemudian direaksikan lagi dengan metanol (tahap kedua). Hal ini untuk mengantisipasi kandungan gliserin total (baik yang terikat dan bebas) dalam biodiesel, supaya tidak terjadi deposit pada motor.

## 2.12. Titik Nyala (Flash Point)

Titik nyala atau titik kilat adalah titik temperatur terendah yang menyebabkan bahan bakar dapat menyala. Penentuan titik nyala ini berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan dan penanganan bahan bakar. SNI menetapkan titik nyala untuk biodiesel lebih tinggi sehingga lebih aman dibanding dengan solar sehingga tidak mudah terbakar. SNI menetapkan titik nyala minimum untuk biodiesel adalah 100°C bertujuan untuk mengeliminasi kontaminasi metanol akibat proses konversi minyak nabati yang tak sempurna. Jika titik nyala terlalu tinggi akan menyebabkan keterlambatan penyalaan pada mesin, sementara titik nyala biodiesel terlalu rendah menyebabkan timbulnya detonasi yaitu ledakan-ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ruang bakar (Rama, dkk. 2006).

## 2.13. Residu Karbon

Residu karbon adalah kandungan karbon yang masih tersisa setelah mengalami pembakaran selama waktu tertentu yang biasanya ditentukan dengan persen berat. Pengotor dalam ruang bakar dari mesin diesel disebabkan oleh deposit karbon yang dapat terjadi apabila bahan bakar mengandung komponen–

komponen yang tidak dapat terbakar dengan sempurna. Prinsip kerja penentuan residu karbon dengan cara: contoh didalam cawan porselen ditimbang, lalu dipanaskan sehingga terbakar, pada saat ini minyak dipecah menjadi fraksi-fraksi yang akhirnya dihasilkan karbon-karbon yang berwarna hitam. Setelah pembakaran selesai cawan porselen didinginkan didalam desikator dan selanjutnya cawan ditimbang untuk memperoleh berat residu karbon (Silaban, 1993) Kadar residu karbon menunjukkan tendensi pembentukan jelaga (jokes). Tingkatan residu karbon tergantung pada jumlah asam lemak bebas, jumlah gliserida dan jumlah katalis yang sudah berbentuk sabun. Kadar residu karbon harus kecil karena fraksi hidrogen ini akan menyebabkan penumpukan residu karbon dalam ruang pembakaran. Akibatnya kinerja mesin akan berkurang. Pada temperatur tinggi deposit karbon dapat membara sehingga akan menaikkan temperatur silinder pembakaran. (Rama, dkk. 2006)

$$\text{Kadar residu karbon} = \frac{\text{berat residu karbon}(g) \times 100\%}{\text{berat sampel}(g)}$$