

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Lemak dan minyak adalah trigliserida yang berarti triester dari gliserol. Pada temperatur kamar, lemak akan berbentuk padat dan minyak berbentuk cair, serta minyak mengandung persentase asam tak jenuh lebih tinggi dibandingkan lemak (Hart, 1983). Sebagian besar gliserida pada hewan merupakan lemak yang biasa disebut lemak hewani. Sedangkan gliserida dalam tumbuhan cenderung berupa minyak dan disebut sebagai minyak nabati.

Pohon jarak (*Ricinus communis*) merupakan sumber minyak terbarukan, termasuk *non-edible oil* sehingga tidak bersaing dengan kebutuhan konsumsi manusia seperti minyak kelapa sawit, minyak jagung, dan lain-lain. Hasil utama dari pohon jarak adalah bijinya. Apabila dikeringkan, biji jarak akan menghasilkan minyak jarak. Hidrolisis minyak jarak menjadi asam lemak dan gliserol dilakukan dengan cara memanaskan campuran minyak jarak dan sedikit asam sulfat. Asam lemak yang diperoleh dari hidrolisis suatu minyak atau lemak umumnya mempunyai rantai karbon panjang dan tidak bercabang.

Penggunaan langsung minyak jarak terbatas pada industri genteng, obat-obatan, minyak rem, dan minyak lincir. Hasil hidrolisis minyak jarak biasa digunakan untuk kosmetik, bahan peledak, industri farmasi, resin, industri tekstil, industri kertas, serta sebagai solven pada industri makanan dan minuman (Maharani, 2008).

### **1.2 Tujuan Percobaan**

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa mampu menjelaskan mengenai beberapa hal berikut:

1. Pengaruh variabel konsentrasi katalis, suhu, jenis katalis, perbandingan mol minyak jarak dan air, waktu hidrolisis terhadap konversi hidrolisis minyak jarak ( $x$ ).
2. Pengaruh variabel konsentrasi katalis, suhu, jenis katalis, perbandingan mol minyak jarak dan air, waktu hidrolisis terhadap nilai konstanta kecepatan reaksi hidrolisis minyak jarak ( $k$ ).
3. Pengaruh variabel konsentrasi katalis, suhu, jenis katalis, perbandingan mol minyak jarak dan air, waktu hidrolisis terhadap arah kesetimbangan reaksi hidrolisis minyak jarak ( $K$ ).

### 1.3 Manfaat Percobaan

1. Mampu memahami pengaruh variabel konsentrasi katalis, suhu, jenis katalis, perbandingan mol minyak jarak dan air, waktu hidrolisis terhadap konversi hidrolisis minyak jarak ( $x$ ).
2. Mampu memahami pengaruh variabel konsentrasi katalis, suhu, jenis katalis, perbandingan mol minyak jarak dan air, waktu hidrolisis terhadap nilai konstanta kecepatan reaksi hidrolisis minyak jarak ( $k$ ).
3. Mampu memahami pengaruh variabel konsentrasi katalis, suhu, jenis katalis, perbandingan mol minyak jarak dan air, waktu hidrolisis terhadap arah kesetimbangan reaksi hidrolisis minyak jarak ( $K$ ).

**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Minyak Jarak**

Minyak jarak merupakan minyak nabati yang diperoleh dengan cara pemerasan dari tanaman *Ricinus communis*. Kegunaan langsung minyak jarak terbatas pada industri genteng, obat – obatan, minyak rem, dan minyak lincir.

Sifat fisik dari minyak jarak adalah cairan tidak berwarna atau berwarna kuning pucat, bau lemak, rasa sedikit menggigit, viskositas tinggi, bilangan asam akan tinggi sesuai dengan waktu yang ditandai dengan biji rusak dan cara pemerasan yang tidak baik. Sifat kimia dari minyak jarak adalah mengandung 46 – 53% minyak. Minyak jarak mengandung 80% gliserida, asam asinolat, stearat isoresinolat, dihidroksi stearat dan palmiat. Minyak jarak juga mengandung 20% protein, 0,2 alkaloid piridin beracun, risinin serta enzim lipase minyak jarak mengandung zat toksin risin.

Pengambilan minyak jarak dilakukan dengan cara mekanis, yaitu menggunakan hidrolik pada suhu ruang. Biji jarak kering dipanaskan terlebih dahulu menggunakan autoklaf pada suhu 125-145°C selama 30 menit. Kemudian dilakukan proses ekstraksi dengan tekanan 200-400 kg/cm<sup>2</sup> selama 5-15 menit. Hasil ekstraksi merupakan minyak jarak kasar (*crude castor oil*), yang membutuhkan pengolahan lebih lanjut untuk dapat digunakan pada berbagai keperluan industri (Lestiyani, 2000).

Tabel 2.1 Komposisi asam lemak pada minyak jarak

Jenis Asam Lemak	Komposisi (%)
Asam risinoleat	87,3
Asam oleat	4,69
Asam linoleat	4,92
Asam stearat	1,241
Asam palminat	1,016

(Yeboah *et al.*, 2021)

**2.2 Hidrolisis Minyak Jarak**

Hidrolisis merupakan pengikatan gugus hidroksil (OH<sup>-</sup>) oleh suatu senyawa. Gugus OH<sup>-</sup> dapat diperoleh dari air. Hidrolisis dapat digolongkan menjadi hidrolisis murni, hidrolisis katalis asam, hidrolisis katalis basa, dan hidrolisis dengan katalis enzim. Berdasarkan fase reaksi, hidrolisis dikelompokkan menjadi hidrolisis fase cair dan fase uap.

Hidrolisis minyak jarak menjadi asam-asam lemak dan gliserol dilakukan dengan cara memanaskan campuran minyak jarak dan sedikit asam kuat di dalam sebuah labu leher tiga. Asam kuat diperlukan sebagai katalisator karena reaksi hidrolisis berjalan sangat lambat. Katalisator tidak diperlukan jika hidrolisis dilakukan pada tekanan sangat tinggi, yaitu 700 psia dan 485°F (Groggins, 1985) dan konversi yang dicapai > 90%. Pada proses hidrolisis, air memecah gugus alkil dalam trigliserida minyak menjadi asam lemak dan gliserol. Pemanasan dilangsungkan sampai suhu yang diinginkan sebelum air panas dimasukkan. Sampel diambil setiap waktu tertentu untuk dianalisis asam lemak bebasnya. Kecepatan hidrolisis terutama ditentukan oleh kecepatan reaksi antara air dan trigliserida di fase minyak. Penggunaan air yang berlebihan memungkinkan fase minyak selalu jenuh dengan air sehingga reaksi hidrolisis bertingkat satu semu terhadap konsentrasi gliserida. Umumnya asam lemak hasil hidrolisis merupakan rantai tak bercabang dan jumlah atom karbonnya selalu genap. Jika terdapat ikatan ganda-dua, biasanya berkonfigurasi *cis* (atau *Z*) dan tidak terkonjugasi (Hart, 1983).

Reaksi dengan air dimungkinkan terjadi pada fase cair dan fase minyak (Lewkowitsch, 1903). Namun, menurut Lascaray (1949) reaksi pada fase minyak lebih dominan sehingga kinetika reaksi ditentukan oleh kecepatan difusi air ke dalam fase minyak dan reaksi antara air dan minyak di fase minyak yang dapat disajikan ke dalam persamaan matematik.

a. Kecepatan difusi air ke fase minyak

$$-r_A = k_{1a} (C_A^* - C_{A1}) \text{ mgrek/gminyak/menit} \quad (2.1)$$

Dengan:

$C_A$  = konsentrasi air di fase minyak yang seimbang dengan konsentrasi air di fase air atau  $C_A^* = k \cdot C_{A2}$

$C_{A1}$  = konsentrasi air di fase minyak (mgrek/g minyak)

$C_{A2}$  = konsentrasi air di fase air

$k_{1a}$  = konstanta kecepatan difusi air ke fase minyak (menit)

b. Kecepatan reaksi di fase minyak

$$r_A = r_B = k_r \cdot C_{A1} \cdot C_B \quad (2.2)$$

dengan:

$C_{A1}$  = konsentrasi air di fase minyak

$C_B$  = konsentrasi minyak/trigliserida

c. Neraca massa air di dalam fase minyak

Untuk mencari langkah yang mengontrol pada kinetika reaksi, disusun neraca massa air sebagai berikut :

$$\frac{dC_{A1}}{dt} = k_{1a}(C_A^* - C_{A1}) - k_r C_{A1} C_B \quad (2.3)$$

Asumsi : dengan adanya pengadukan, kecepatan transfer massa pada persamaan di atas  $[(k_{1a} (C_A^* - C_{A1}))]$  dianggap jauh lebih besar daripada kecepatan reaksi kimia  $[k_r \cdot C_{A1} \cdot C_B]$  maka dianggap hanya kecepatan reaksi kimia saja yang menentukan kecepatan reaksi keseluruhan.

d. Neraca massa minyak di dalam fase minyak

$$\frac{dC_{A1}}{dt} = -k_r C_{A1} C_B \quad (2.4)$$

Jika diasumsikan bahwa reaksi mengikuti orde satu, maka salah satu reaktan dibuat berlebih. Bila jumlah air berlebihan dan transfer massa air ke fase minyak sangat cepat, maka fase minyak dianggap selalu jenuh dengan air, maka  $C_{A1} = C_A'$  yang bernilai konstan pada suhu tertentu,  $k_1 \cdot C_{A1} = k'$  sehingga  $-r_B = k' \cdot C_B$ .

$$\begin{aligned} \frac{dC_{A1}}{dt} &= \frac{dC_B}{dt} = -k' C_B \\ \int_{C_{B0}}^{C_B} \frac{C_B}{C_{B0}} &= -k' \int_0^t dt \\ \ln \frac{C_B}{C_{B0}} &= -k' t \end{aligned} \quad (2.5)$$

dimana :

$C_{B0}$  = banyaknya trigliserida mula-mula, mgrek/g minyak

$C_B$  = banyaknya trigliserida suatu saat =  $C_{B0} -$  banyaknya asam lemak bebas yang terjadi, mgrek/g minyak

Bila  $X = \frac{\text{banyaknya asam lemak bebas yang terbentuk}}{\text{banyaknya trigliserida mula-mula}}$ , maka

$$X = \frac{C_{B0} - C_B}{C_B}$$

$$\frac{C_B}{C_{B0}} = \frac{C_{B0} - (C_{B0} - C_B)}{C_{B0}} = (1 - X) \quad (2.6)$$

$$\ln (1 - X) = -k' t \quad (2.7)$$

dimana :

$k$  = konstanta kecepatan reaksi tingkat satu,  $s^{-1}$

$t$  = waktu reaksi, s

Nilai konstanta kecepatan reaksi kimia sebagai fungsi suhu dapat dinyatakan dengan persamaan Arrhenius:

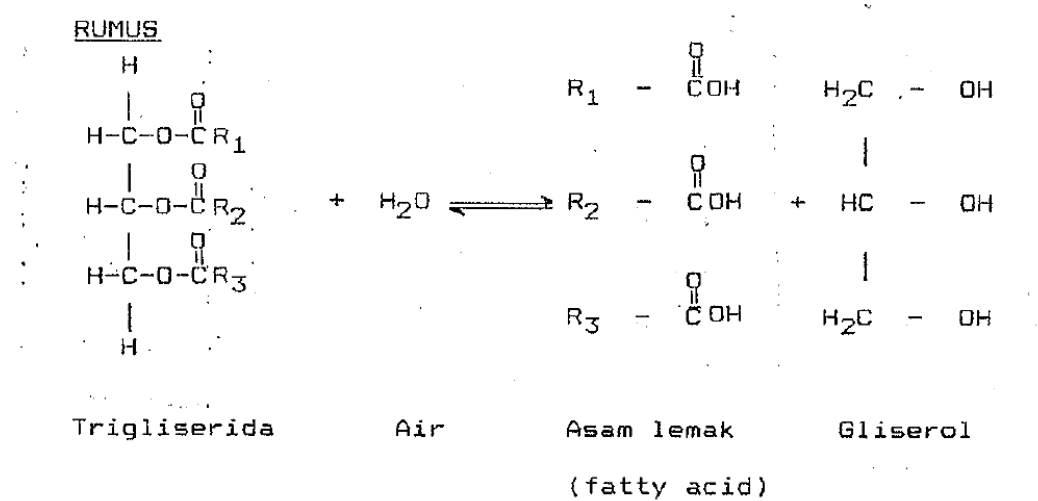
$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (2.8)$$

dimana:

- k = konstanta kecepatan reaksi tingkat satu, s<sup>-1</sup>
- T = suhu, K
- R = tetapan gas
- Ea = energi aktivasi

### 2.3 Mekanisme Hidrolisis Minyak Jarak

Hidrolisis adalah suatu proses menggunakan air untuk memecah senyawa. Minyak jarak merupakan trigliserida dari lemak yang apabila dihidrolisis oleh air akan menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Dengan rumus bangun seperti gambar di bawah ini (Kirk & Othmer, 1953):



Gambar 2.1 Reaksi hidrolisis trigliserida

Mekanisme hidrolisis minyak jarak dengan katalis mengikuti pemecahan ester. Radikal asam lemak bebas dipindahkan dari molekul gliserida, sehingga pemecahan lemak tidak berjalan sempurna. Pemecahan terjadi antara permukaan minyak dan lemak yang merupakan reaksi homogen melalui oksidasi air yang dilarutkan dalam fase minyak (Fessenden, 1984).

### 2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hidrolisis Minyak Jarak

#### 1. Waktu Reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kesempatan zat-zat untuk bereaksi semakin banyak sehingga konversi semakin besar. Pada saat kesetimbangan reaksi tercapai, bertambahnya waktu reaksi tidak akan meningkatkan konversi.

#### 2. Suhu

Kenaikan suhu akan memperbesar nilai konstanta kecepatan reaksi. Suhu yang semakin tinggi akan memperbesar kelarutan air di dalam fase minyak, sehingga makin banyak pula trigliserida yang bereaksi. Menurut

Rahayu (1999), hubungan antara konstanta kecepatan reaksi dengan suhu dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$k = 1,2515 \cdot 10^8 e^{\frac{-8022}{T}} = 1,2515 e^{\frac{-15939}{RT}} \quad (2.9)$$

dengan:

k = konstanta kecepatan reaksi,  $s^{-1}$

T = suhu absolut, K

R = tetapan gas = 1,987 cal/gmol K

### 3. Katalisator

Katalisator adalah zat yang ditambahkan ke dalam suatu reaksi dengan maksud memperbesar kecepatan reaksi. Fungsi katalis adalah memperbesar kecepatan reaksinya (mempercepat reaksi) dengan jalan memperkecil energi aktivasi suatu reaksi. Dengan menurunnya energi aktivasi maka pada suhu yang sama reaksi dapat berlangsung lebih cepat. Katalis yang dapat digunakan berupa enzim, asam, basa, garam, maupun penukar ion. Katalisator pada percobaan ini dipilih katalisator asam. Semakin banyak katalis asam yang ditambahkan, konversi akan semakin besar, demikian juga terhadap konstanta kecepatan reaksinya. Bila katalisator makin banyak, makin banyak pula molekul – molekul trigliserida yang teraktifkan.

Menurut Rahayu (1999), hubungan antara konstanta kecepatan reaksi (Kc) dengan konsentrasi asam (c) mg mol  $H_2SO_4$  / gr minyak dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$Kc = 0,14525 c^{13} \quad (2.10)$$

dengan c = mg mol  $H_2SO_4$  / gr minyak

Katalis dapat menurunkan energi aktivasi ( $E_a$ ) dengan mengubah proses mekanisme. Katalis menurunkan  $E_a$  dengan meningkatkan energi intermediet sehingga energi yang harus dilewati untuk menjadi produk menjadi kecil (Kurniawan, 2012).

### 4. Pencampuran

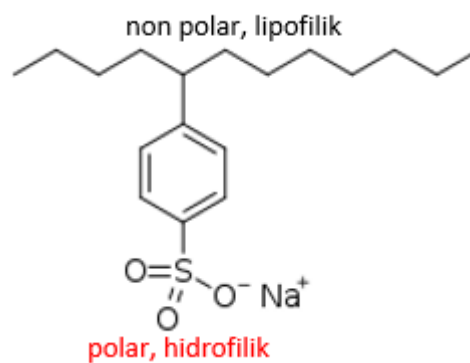
Perlu adanya pencampuran agar proses dapat saling bertumbukan dengan baik. Untuk proses batch, hal ini dapat dicapai dengan bantuan pengaduk. Apabila prosesnya kontinu maka pengadukan dilakukan dengan cara mengatur aliran dalam reaktor agar terjadi olakan. Reaksi dapat berjalan baik apabila dilakukan pencampuran dengan baik. Pengadukan dapat menurunkan tahanan perpindahan massa dan mempercepat difusi zat reaksi (Fogler, 1999).

## 5. Perbandingan Zat Pereaksi

Bila salah satu zat pereaksi berlebihan jumlahnya, maka kesetimbangan dapat bergeser ke sebelah kanan dengan baik. Begitu pula sebaliknya, jika produk diambil, maka reaksi akan bergeser ke kanan sehingga memperbesar frekuensi tumbukan dan konstanta kecepatan reaksi bertambah (Kirk & Othmer, 1980).

## 2.5 Pengaruh Surfaktan

Pada hidrolisis minyak jarak, surfaktan yang digunakan ialah emulsifier berupa sabun. Molekul surfaktan memiliki gugus yang bersifat hidrofilik (suka air) dan lipofilik (suka minyak) sehingga dapat mempersatukan campuran minyak dan air. Umumnya bagian nonpolar (lipofilik) merupakan rantai alkil panjang dan bagian yang polar (hidrofilik) mengandung gugus hidroksil (Hart, 1983).



Gambar 2.2 Rumus bangun surfaktan

Di dalam molekul surfaktan, salah satu gugus harus dominan jumlahnya. Bila gugus polar lebih dominan maka molekul surfaktan akan di absorpsi lebih kuat ke air dibanding minyak. Akibatnya tegangan permukaan menurun sehingga kedua fase mudah menyebar dan menjadi fase kontinu. Demikian pula sebaliknya bila gugus non polar lebih dominan maka molekul surfaktan akan diabsorpsi lebih kuat oleh minyak dibanding air (Zuhrina, 2010).

## 2.6 Fungsi Etanol

Etanol disebut juga etil alkohol yang dipasaran lebih dikenal sebagai alkohol, merupakan senyawa organik dengan rumus kimia  $C_2H_5OH$ . Dalam kondisi kamar, etanol berwujud cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, dan tidak berwarna (Safaatul & Prima, 2010).

Fungsi dari alkohol untuk menghancurkan sel-sel yang mengandung minyak dan melarutkan minyak tersebut. Syarat suatu senyawa dijadikan pelarut antara lain harus memiliki sifat inert, dapat melarutkan namun tidak



bereaksi dengan komponen minyak, pelarut memiliki titik didih yang cukup rendah agar pelarut mudah diuapkan tanpa menggunakan suhu tinggi (Safaatul & Prima, 2010).

## BAB III

### METODE PRAKTIKUM

#### 3.1 Rancangan Percobaan

##### 3.1.1 Rancangan Praktikum

##### 3.1.2 Penetapan Variabel

- a. Variabel tetap
  1. Basis volume campuran :
  2. Volume emulsifier :
  3. Interval waktu :
  4. Konsentrasi NaOH :
  5. Suhu titrasi :
  6. Konsentrasi  $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HCl}$  :
- b. Variabel berubah
  - Konsentrasi katalis
  - Suhu
  - Jenis katalis
  - Perbandingan mol minyak jarak dan air
  - Waktu hidrolisis

#### 3.2 Bahan dan Alat yang Digunakan

##### 3.2.1 Bahan yang Digunakan

- a. Minyak jarak ... mL
- b. Aquadest

Menggunakan  $\text{H}_2\text{O}$  dari proses *Reverse Osmosis* (RO) ... mL.
- c. Katalis

Katalis yang digunakan adalah katalis asam  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan kemurnian 98% atau  $\text{HCl}$  ... N sebanyak ... mL.
- d. NaOH

Menggunakan NaOH teknis berbentuk kristal dan berwarna putih, diproduksi oleh PT. BRATACO CHEMIKA sebanyak ... gram.
- e. Alkohol

Menggunakan etanol atau metanol dengan kemurnian ...% sebanyak ... mL.
- f. Surfaktan

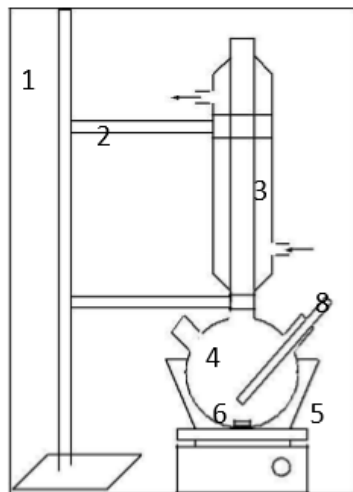
Menggunakan Sunlight yang diproduksi oleh PT. UNILEVER Tbk. sebanyak ... mL.

- g. Indikator titrasi menggunakan PP 3 tetes.

### 3.2.2 Alat Percobaan

- a. Labu leher tiga
- b. Statif
- c. Klem
- d. Buret
- e. *Heater* dan *magnetic stirrer*
- f. Termometer
- g. Pendingin balik
- h. *Waterbath*
- i. Erlenmeyer

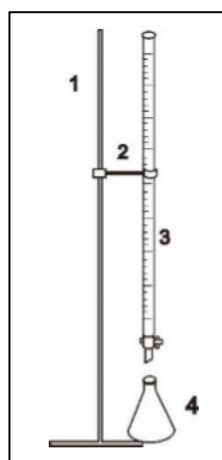
### 3.3 Gambar Alat



Gambar 3.1 Rangkaian  
alat hidrolisis

Keterangan:

- 1. Statif
- 2. Klem
- 3. Pendingin balik
- 4. Labu leher tiga
- 5. *Waterbath*
- 6. *Magnetic stirrer*
- 7. *Heater*
- 8. Termometer



Gambar 3.2 Rangkaian  
alat titrasi

Keterangan:

- 1. Statif
- 2. Klem
- 3. Buret
- 4. Erlenmeyer

### 3.4 Respon Uji Hasil

Respon yang diambil berupa kadar asam lemak bebas yang terbentuk sebagai hasil dari hidrolisis minyak jarak, sehingga besarnya konversi, konstanta kecepatan reaksi dan konstanta kesetimbangan dapat ditentukan.

### 3.5 Prosedur Percobaan

#### A. Menghitung Densitas

##### - Densitas Minyak Jarak

Timbang piknometer kosong ( $m_1$ ), masukkan minyak jarak ke dalam picnometer yang telah diketahui volumenya ( $V$ ), timbang beratnya ( $m_2$ ). Hitung densitas minyak jarak.

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad (3.1)$$

##### - Densitas Katalis

Timbang piknometer kosong ( $m_1$ ), masukkan HCl teknis di laboratorium ke dalam picnometer yang telah diketahui volumenya ( $V$ ), timbang beratnya ( $m_2$ ). Hitung densitas katalis HCl. Lakukan hal yang sama untuk  $H_2SO_4$ .

#### B. Analisis Kadar Asam Lemak Bebas dalam Bahan Baku

1. Masukkan ... mL minyak jarak ke dalam erlenmeyer.
2. Menambahkan ... mL pelarut dan memanaskannya sambil diaduk pada suhu  $60^\circ\text{C}$ .
3. Menambahkan 3 tetes indikator PP dan menitrasi dengan NaOH sampai warna berubah menjadi merah muda.
4. Mencatat kebutuhan titran.

#### C. Hidrolisis Minyak Jarak

1. Memasukkan minyak jarak ke dalam labu leher tiga.
2. Memasukkan katalis ke dalam labu leher tiga.
3. Mengalirkan air pendingin selama proses hidrolisis.
4. Memanaskan campuran tersebut sampai suhu ...  $^\circ\text{C}$  kemudian menambahkan aquadest yang telah dipanaskan dan emulsifier ke dalam labu leher tiga.
5. Mengambil sampel dalam selang waktu ... menit untuk dianalisis asam lemak dan asam total selama ... menit.

#### D. Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Hasil Hidrolisis

1. Memasukkan ... mL minyak jarak yang telah dihidrolisis ke dalam Erlenmeyer.

2. Menambahkan ... mL pelarut dan dipanaskan sambil diaduk pada suhu ... °C
3. Menambahkan 3 tetes indikator PP dan menitrasi dengan NaOH sampai warna berubah menjadi merah muda.
4. Menambahkan 3 tetes indikator PP, kemudian dititrasi dengan NaOH sampai warna merah muda.
5. Mencatat kebutuhan titran.
6. Mengulangi langkah hidrolisis dan kadar asam lemak bebas hasil hidrolisis sesuai dengan variabel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. (1999). *Kimia Organik Jilid 2* (Edisi 3). Erlangga.
- Groggins, P.H. (1958). *Unit Processes in Organic Synthesis*. McGraw Hill. Inc.
- Hart, H. (1983). *Organic Chemistry: A Short Course* (6th ed.). Houghton Mifflin Co.
- Kirk, R. E., & Othmer, D. F. (1953). *Encyclopedia of Chemical Technology* (6th ed.). The Interscience Encyclopedia. Inc.
- Lascaray, L. (1949). Mechanism of Fat Splitting. *Industrial & Engineering Chemistry*, 41(4), 786-790.
- Lewkowitsch, J. (1903). *J. Soc. Chem. Indust.*, 22, 67.
- Masyithah, Z. (2010). *Optimasi Sintesis Surfaktan Alkanolamida dari Asam Laurat sengan Dietanolamina dan N-Metil Glukamina Secara Enzimatik*. Disertasi. Program Doktor Ilmu Kimia Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rahayu, S. (1999). *Hidrolisis Minyak Jarak dengan Katalisator Asam Sulfat*. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Dan Proses.
- Yeboah, A., Ying, S., Lu, J., Xie, Y., Amoanimaa-Dede, H., Boateng, K. G. A., Chen, M., & Yin, X. (2021). Castor oil (*Ricinus communis*): A review on the chemical composition and physicochemical properties. *Food Science and Technology (Brazil)*, 41, 399-413. <https://doi.org/10.1590/fst.19620>.